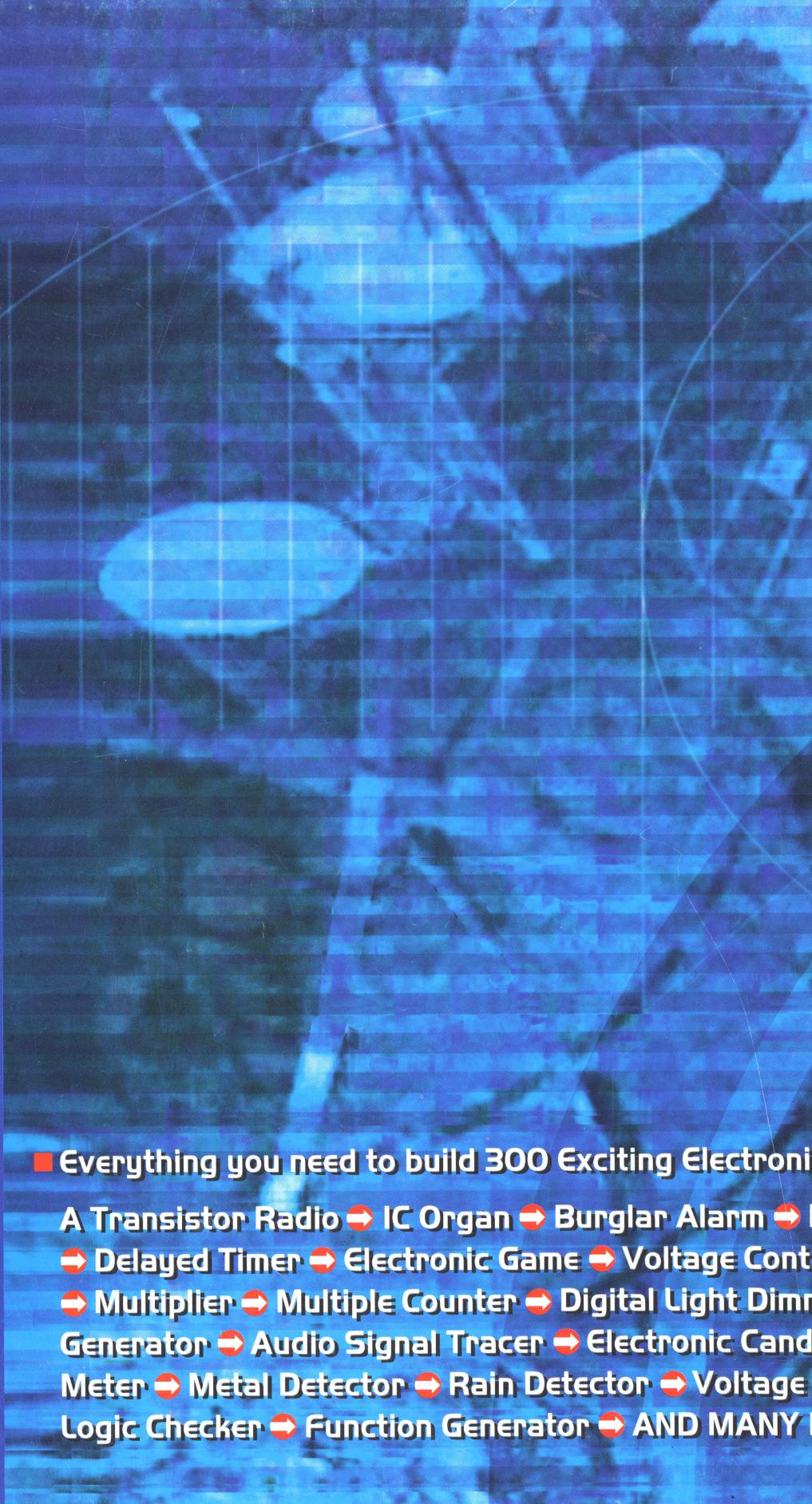




Maxitronix™
Learn-N-Build
300 in 1



OWNER'S MANUAL

300 in 1

Safe, Solderless, Educational and Fun!
Learn-N-Build 300 Exciting Projects with Great Fun!
Easy-To-Read Illustrated Lab-Style Manual Included!
300 Electronic Project Experiments - ALL-IN-ONE!

- A Great Introduction to the World of Advanced Electronics!
- Learn-N-Build 300 Exciting Electronic Experiments Safely and Easily!
- Easy, Quick, Step-by-Step Learn the basics of Electronics - No tools or soldering required!

■ Everything you need to build 300 Exciting Electronic Projects:

A Transistor Radio → IC Organ → Burglar Alarm → Battery Checker
→ Delayed Timer → Electronic Game → Voltage Controlled Amplifier
→ Multiplier → Multiple Counter → Digital Light Dimmer → Tone Burst
Generator → Audio Signal Tracer → Electronic Candle → Voice Level
Meter → Metal Detector → Rain Detector → Voltage Drop Alarm →
Logic Checker → Function Generator → AND MANY MANY MORE!!!



ITEM NO. MX-908
Requires 6 "AA" batteries (Not included)
For ages 10 and up

CONTENTS

Getting Started

1) Surprise and Fun

1. Light-Controlled Bird	28
2. A Transistor Radio	30
3. Sound Scooper	31
4. American Patrol Car Siren	32
5. Digital Roulette	33
6. IC Organ	34

2) Back to the Basics

7. Light Telegraph	34
8. Introducing the Resistor	35
9. Parallel Resistors	36
10. Meet the Diode	37
11. The LED -- a Special Diode	37
12. The Electronic Gas Tank	38
13. Capacitors in Series and Parallel	39
14. Meet the Transistor	40
15. Transistor as switches	41
16. PNP Transistor Switch	41
17. NPN Transistor Switch	42
18. Delay Light	42
19. Night Light	43
20. Electronic Timer	43
21. Capital Letter Display	44
22. Small Letter Display	44
23. Number Display	45

3) Electronic "Building Blocks"

24. An Invertor Circuit	45
25. Meet the OR Gate	46
26. Introducing the AND Gate	46
27. Using the NOR Gate	47
28. Meet the NAND Gate	47
29. How a Multivibrator Works	48
30. A "One-Shot" Multivibrator	48
31. An R-S Flip Flop	49
32. Meet the Oscillator	49
33. Changing Oscillation with Capacitor	50
34. Changing Oscillation with Foreign Substance	50
35. More about Oscillator	51
36. A Push-Pull Oscillator	51
37. Low Distortion Sinewave Oscillator	52

4) Putting Electronics to Work

38. Strobe Light	52
39. CdS Controlled Oscillator	53
40. Frequency Shift Oscillator	53
41. Electronic Grandfather Clock	54
42. Electronic Metronome	54
43. Motion Detector	55

44. Door Alarm	55
45. Rapid LED Display Switching	56
46. Code Practice Unit	56
47. Twin-T Audio Oscillator	57
48. Current Switch	57
49. Shot in the Dark	58
50. Variable R-C Oscillator	58
51. Two-Tone Buzzer	59
52. Sawtooth Wave Oscillator	59
53. Astable Multivibrator	60
54. Monostable Multivibrator	60
55. Code Practice Unit	61
56. The Noisy Light	61
57. Hearing Aid Amplifier	62
58. Light/Sound Code Practice Unit	62
59. Light Controlled Burglar Alarm	63
60. DC-DC Converter	63
61. Count Down Timer	64
62. Transistor Frequency Doubler	64
63. One Transistor Full-Wave Rectifier	65

5) Radio Circuits

64. "Crystal Set" Radio	66
65. "Funny Transistor" Radio	67
66. Wireless Code Transmitter	67
67. Remote Water Level Detector	68
68. IC Radio	68
69. Morse Code Transmitter	69
70. AM Transmitter	70
71. Broadcasting Organ	71

6) Sonic Zoo and Sound Factory

72. Two-Tone Patrol Car Siren	71
73. Plant Growth Stimulator	72
74. Electronic Woodpecker	72
75. Fish Caller	73
76. Electronic Raindrops	73
77. Pencil Lead Organ	74
78. Electronic Motorcycle	74
79. Machine Gun Pulse Detector	75
80. Electronic Siren	75
81. Chirping Bird	76
82. Electronic Cat	76
83. Electronic Bird	77
84. "Horror Movie" Sound Effect	77
85. Electronic Organ	78
86. Sound Machine I	79
87. Sound Machine II	80
88. Multi-Tone Siren	81
89. Digital Rhythm	81
90. Two-IC Electric Organ	82

7) Electronic Decision-Makers

91. Majority Logic Gate	82
92. Electronic Coin Toss	83

93. Electronic Coin Toss II	84
94. Electronic Coin Toss III	84
95. Even or Odd	85
96. Quick Draw Game	85
97. Close In	86
98. ESP Tester	86
99. The Light Fantastic	87
100. Shooting Game	87
101. Marching LEDs	88
102. Electronic Dice	88
103. Electronic Roulette	89

8) Operational Amplifier IC Can Do Many Things

104. Meet the VCO	89
105. Silicon Diode Solar Cell	90
106. Integrating Circuit	90
107. Astable Multivibrator Using OP Amplifier	91
108. Pulse Generator	91
109. Comparator	92
110. Experiment of Comparator	92
111. Comparator with Hysteresis	93
112. Constant Current Sources by OP Amplifier	93
113. Non-Inverting Adder	94
114. Schmitt Trigger Circuit	94
115. Delayed Timer	95
116. Pulse Frequency Doubler	95
117. Touch Switch Using OP Amplifier	96
118. Early Bird	96
119. DC-DC Converter by OP Amplifier	97
120. Inverting Amplifier	97
121. Non-Inverting Amplifier	98
122. Differential Amplifier	98
123. Differential Output Amplifier	99
124. Power Amplifier Using OP Amplifier	99
125. Balanced Transformerless Amplifier	100
126. Three-Stage Differential Amplifier	100
127. VCO Using OP Amplifier	101
128. Voltage Controlled Amplifier	101
129. V-F Converter	102
130. F-V Converter	102
131. White Noise Generator	103
132. Sweep Generator	103
133. Multiple-Function IC Project	104
134. Sound Alarm	104
135. Photo Organ	105
136. Vibrato Organ	105

9) Introducing the Power Amplifier IC

137. IC Power Amplifier	106
138. IC Power Amplifier II	106
139. Oscillator Using Power Amplifier IC	107
140. CdS Controlled IC Oscillator	107
141. Phase Shift Oscillator	108
142. Intercom	108
143. A Water Service Pipe Sound	109
144. Electronic Klaxon	109
145. Wide Range Audio Frequency Oscillator	110

10) A Trip to Digital Land

146. Switching Circuit	110
147. RTL Invertor	111
148. RTL Buffer	111
149. RTL OR Gate	112
150. RTL AND Gate	112
151. Transistor OR Gate	113
152. Transistor AND Gate	113
153. Transistor XOR Gate	114
154. Special NAND Gate	115
155. DTL OR Gate	116
156. DTL AND Gate	117
157. DTL NOR Gate	117
158. DTL NAND Gate	118
159. DTL Exclusive OR Gate	118
160. C-MOS Invertor	119
161. C-MOS Buffer	120
162. C-MOS OR Gate	121
163. C-MOS AND Gate	121
164. C-MOS 3-Input AND Gate	122
165. C-MOS NOR Gate	122
166. C-MOS 4-Input NOR Gate	123
167. C-MOS 4-Input NOR Gate II	124
168. De Morgan's Theory	125
169. Experiment of Threshold Voltage	125
170. NAND/NOR and Transistor Switch	126

11) More Adventures in Digital Land

171. C-MOS XOR Gate	127
172. C-MOS NAND Enable Circuit	127
173. C-MOS AND Enable Circuit	128
174. C-MOS OR Enable Circuit	128
175. A One-Shot NAND Gate	129
176. C-MOS Line Selector	129
177. C-MOS Data Selector	130
178. C-MOS R-S Flip Flop	130
179. C-MOS R-S Flip Flop II	131
180. Set/Reset Buzzer	131
181. Set/Reset Buzzer II	132
182. Set/Reset Buzzer III	132
183. Transistorized Toggle Flip Flop	133
184. NAND Toggle Flip Flop	133
185. J-K Toggle Flip Flop	134
186. C-MOS Astable Multivibrator	134
187. C-MOS J-K Flip Flop	135
188. C-MOS D Flip Flop	135
189. C-MOS D Flip Flop II	136
190. R-S-T Flip Flop	136
191. T Type Flip Flop	137
192. C-MOS Latch	137
193. Shift Register	138
194. Touch Switch Using NAND Gate	138
195. Half Adder	139
196. D-Latch	139
197. 2-Line to 4-Line Decoder	140
198. Multiplier	140
199. Dual 2-Input Multiplexer	141

200. Two-Stage Frequency Divider	141
--	-----

12) Circuits That Counts

201. Basic Counter	142
202. Synchronous Counter	142
203. Asynchronous Counter	143
204. Counter with Line Decoder	143
205. Divide by 4 Counter	144
206. Divide by 4 Counter with Line Decoder	144
207. How a Line Decoder Works	145
208. Multiple Counter	145
209. Binary Counter with Display	146
210. Divide by 3 Counter with Display	146
211. Divide by 4 Counter with Display	147
212. Up/Down Counter	147
213. Down Counter	148
214. Decade Down Counter	148
215. Decade Down Counter with Display	149
216. Presettable Counter	149
217. Hexadecimal Counter	150
218. Octal Counter	150
219. Random Access Display	151
220. Decade Counter	151
221. BCD Counter with Display	152
222. Octal Counter with Line Decoder	152
223. Octal Counter with Display	153
224. Decade Counter with Display	153
225. Decade Counter with Display II	154

13) Getting Closer to Computers

226. BCD to 7-Segment Decoder	154
227. Full Adder	155
228. Decimal to Binary Encoder	155
229. Binary to BCD	156
230. Octal to BCD	156
231. Hexadecimal to BCD	157
232. 3-Bit Shift Register	157

14) Amusement in Digital Land

233. VCO by NOR Gate	158
234. Pulse-Delayed Circuit	158
235. NAND Gate Tone Generator	159
236. Transistor Timer	159
237. Noise-Signal Discriminator	160
238. Pulse Stretcher	160
239. Bidirectional Buffer	161
240. Various Invertors	161
241. Electronic Switch	162
242. Tone Burst Generator	162
243. Digital Timer	163
244. Digital Timer II	163
245. Ten Count Buzzer	164
246. Press First	164
247. Target Range	165
248. Catch the Eight	165
249. SOS Alert	166

250. Wheel of Fortune	166
251. Leapin' LEDs	167

15) Shakehands of Analog and Digital

252. Pulse Number Modulation Light Dimmer	167
253. Pulse Width Modulation Light Dimmer	168
254. DC-DC Converter Using the C-MOS Oscillator	169
255. Absolute Value Amplifier	170
256. Window Comparator	171
257. Digital Light Dimmer	172
258. A-D Converter	172
259. D-A Converter	173
260. Photometer with Digital Display	174

16) Surprise and Fun Revisited

261. Experiment of Electromagnetic Induction	174
262. Electronic Candle	175
263. Constant Current Circuit	175
264. A Phony Counter	176
265. Alphabet Flasher	176
266. Winking LEDs	177
267. Winking LEDs II	177
268. Delayed Timer II	178
269. Voice Level Meter	178
270. Crossing Signal	179
271. Octave Generator	179
272. Buzzin' LED	180
273. Son of Buzzin' LED	180
274. Sound Out Timer	181
275. Sound Stop	181
276. Big Mouth!	182
277. Light or Sound	182
278. Be Your Own Multivibrator	183
279. Anticipation	184
280. Set/Reset Match	184

17) Testing and Measuring Circuits

281. Circuit Continuity Checker	185
282. Acoustic Ohmmeter	185
283. Audio Signal Tracer	186
284. Audio Signal Generator	186
285. Metal Detector	187
286. Rain Detector	188
287. Burglar Alarm	188
288. Temperature-Sensitive Audio Amplifier	189
289. Water Level Detector	189
290. Battery Checker	190
291. Conductivity Tester	190
292. IC Oscillator/Component Tester	191
293. Voltage Drop Alarm	191
294. Transistor Checker	192
295. Current Shut-Down Circuit	192
296. Logic Checker	193
297. Logic Checker II	193
298. Three-Step Water Level Indicator	194
299. Temperature Alarm	194
300. Function Generator	195

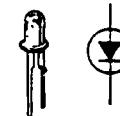
INTRODUCTION

Your Maxitronix 300 in One Electronic Project Lab teaches you different electrical parts, how to read a schematic, how to make 300 projects without any soldering or tools, and how all 300 projects work.

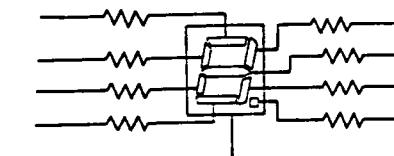
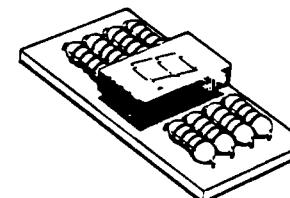
UNDERSTANDING PARTS ON THE KIT

You have probably noticed many different terminals, switches, and controls that are already on the kit and the many colored wires and pieces that you will use to build the projects. The following descriptions explain the purpose of each one of these parts so you can understand what each part does and why you can use it in the different projects,

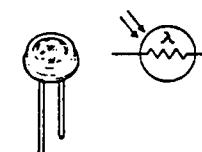
LEDs — are Light Emitting Diodes and are located on the upper left corner of the circuit board. These work just like other diodes (see next section for diodes), except that LEDs light when electrons flow through them. There are eight LEDs in your kit.



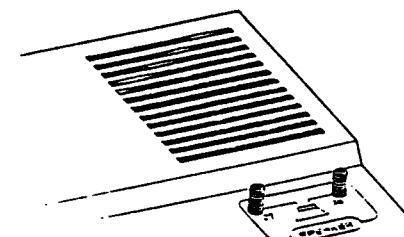
LED Digital Display — is an arrangement of seven tiny LEDs called segments. The seven segments form an outline that you can use to display numbers and some letters. The display's resistors are already connected inside the kit. The diagram between the spring terminals next to the display show this connection.



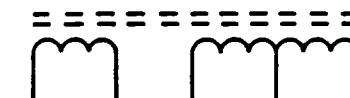
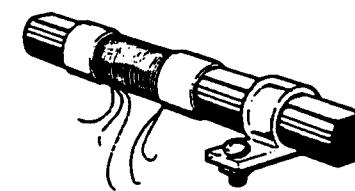
Cadmium Sulfide Cell or CdS Cell — is a special semi-conductor device that is like a control, except that the resistance of this device changes with the amount of light that falls on its face. To vary the resistance of a control you rotate the knob; to vary the resistance of a CdS cell, you permit more or less light to fall on the front of the cell.



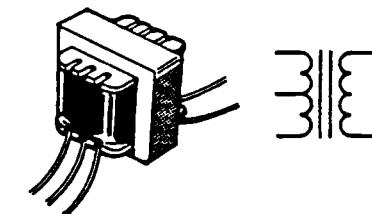
Speaker — converts electrical energy to sound you can hear.



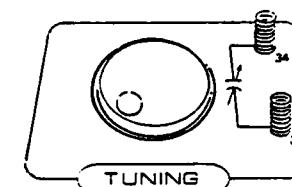
Antenna Coil — is a coil of wire wrapped around a dark colored rod made of ferrite, a special form of powdered iron. It is used in radio circuits to pick up the signals. It is under the window marked ANTENNA.



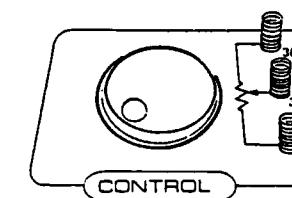
Output Transformer — constructed of plastic wound with hundreds of turns of very fine copper wire. Thin metal plates called lamination are in the center of the plastic form. It is used to match the output of the circuit to the output of the speaker or earphone.



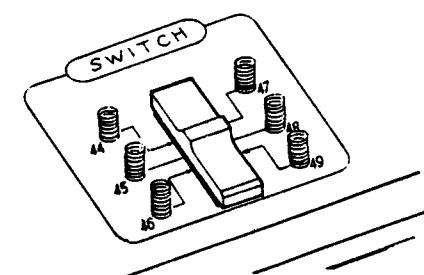
Tuning Control — is a capacitor with a value that changes when you turn its knob. This is called a variable capacitor. It is used in radio circuit to tune to a specific frequency.



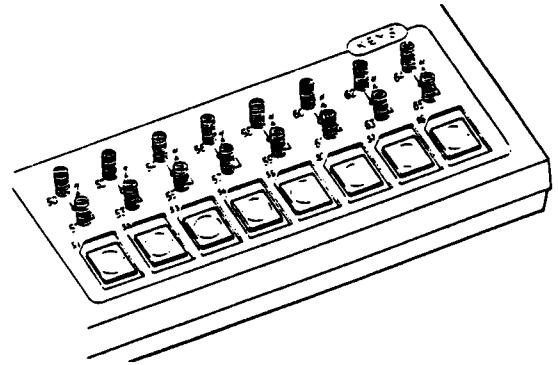
Control — lets you change resistance values so you can adjust light, volume, movement, and much more.



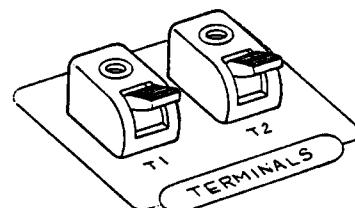
Switch — connects or disconnects electrical circuits. The one we are using is a double-pole, double-throw switch. It can control two different circuits and can switch them into two different modes of operation.



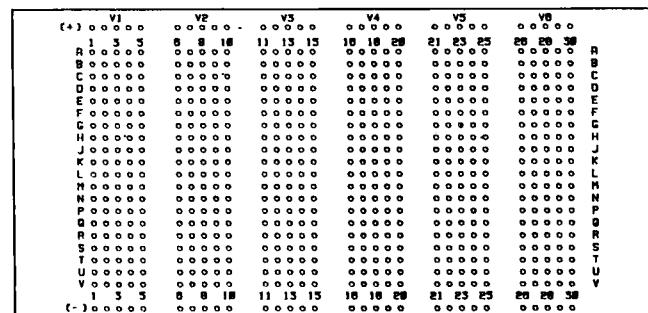
Keys — are another type of switch that let electrons flow when you press the key. When you release the key, the key stops the flow of electrons. This kit has eight keys.



Terminals — connect external devices for this kit, such as an earphone, antenna, chassis ground, etc. The kit has two terminals labeled **T1** and **T2**.



Breadboard — connects the parts you will use to make the 300 projects. You will wire a major portion of the projects on the breadboard. The board has 665 small holes. These are grouped by row and column as follows:



- The bottom row is connected to the negative (-) side of the batteries. The top row is connected to the positive (+) side of the batteries. The remaining rows let you connect parts to each other and to the top and bottom rows for projects.

- Each of six columns (excluding the bottom negative (-) row) connect differently, but the five holes across one column provide the same connection point. That is, the first hole in the Row **A** (first column) is electrically the same point as the second, third, fourth, and fifth holes. The sixth hole is a different, because it belongs to the next column. For example, if you want to connect a part to Row **B**, first column, you can connect the part to any of the five holes.

- The markings for the middle section of rows are **A** through **V**, excluding **I** and **O**, and **1** through **30** for the hole number.

- The markings for the top row's columns are grouped as **V1 - V6**. Each column (group) connects to the positive (+) side of a battery: **V1** connects to the first battery; **V2** directly connects to the second battery, but also connects to the first battery through the second battery; **V3** directly connects to the third battery, but also connects to the first and second battery through the third battery, and so on. Each battery provides 1.5 volts, so **V1** provides 1.5 volts, **V2** provides 3 volts, and so on. As you go through projects, you will find some schematics show different voltage requirements for different parts of the schematic. Be sure you use the correct voltage supply groups.

- The marking for the bottom row's columns is a negative sign (-) and a straight line that indicates that all the holes are connected to the same point. It does not matter which hole you connect to.

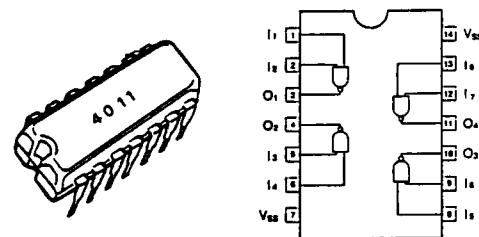
Thus, the total number of connection points on the board are 30 holes of 6 groups for positive (+) power supply, 35 holes of 1 group for negative (-) power supply, and 600 holes of 100 groups for mounting parts.

IDENTIFYING THE SEPARATE PARTS

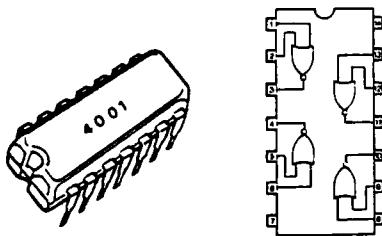
The kit includes many small parts you will use to build projects. Use the following explanations and the chart in "Reading a Schematic" to identify the separate parts and their purpose.

Integrated Circuit or IC — is a package of hundreds of other components, transistors, diodes, resistors, etc. This kit includes seven kinds of ICs. The ICs require electric power to operate. The notch on the IC shows the direction of the IC. The pin left to the notch is Pin 1 of the IC. Then count downward for the pin numbers. When you reach the end of the IC, move across to the right and count up. Try counting with the IC labeled 4011. If you count the pin right of the notch as Pin 14, you counted correctly. Remember this, because it is very important to correctly identify the IC pin numbers. Since most ICs in the kit are very sensitive to static electricity, keep the ICs stuck into their protective anti-static foam when you are not using them. Also, use your kit in areas free from static electricity and touch a grounded nearby metal object to discharge static before you start any project. The various ICs are as follows:

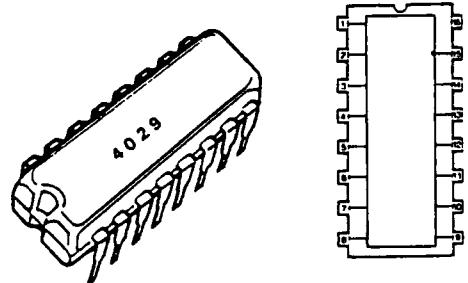
- NAND IC** — has the number 4011. (Other letters or numbers might appear before and after this number, but these are codes for IC manufacturers and mean nothing for our work.) This and the NOR ICs are Gate ICs. These ICs change the output signal status depending on the level of input signals. The NAND IC's output is low (about 0 volts) when all the inputs are high (about 5 volts). The NAND IC has four NAND gates. See the following diagram.



- NOR IC** — carries the number 4001. The output is low when either of the inputs (or both) are high. See the following diagram. This IC also has four gates.

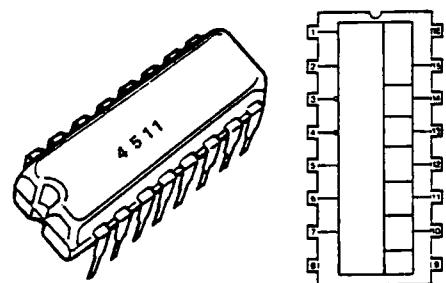


● **Counter IC** — carries the number 4029. This IC counts the number of pulses applied to the input pin and outputs the number of counts. The two ways it counts are binary or binary coded decimal (normally abbreviated as BCD). Also, the IC can count up or down.

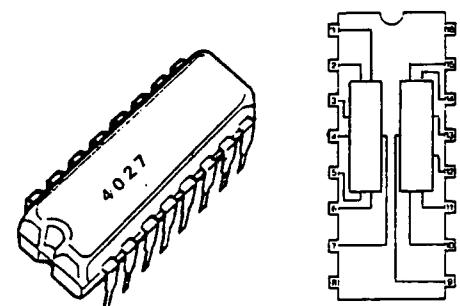


To use the IC as a binary counter, Pin 9 must connect to 6 volts of power. To use the IC as a BCD counter, Pin 9 must connect to ground.

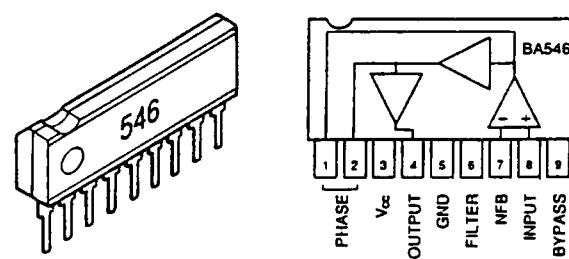
● **BCD to 7-Segment Decoder IC** — carries the number 4511. This IC decodes the BCD input to a normal number and displays it on the LED display.



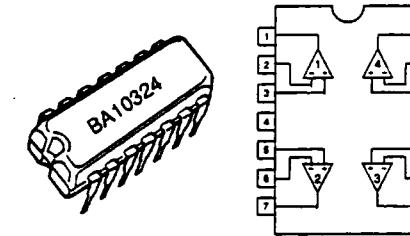
● **Flip-Flop IC** — carries the number 4027. When a pulse input occurs, the IC's output changes. Each time it receives a signal, the output "flips" and "flops". This IC has two independent flip-flop circuits.



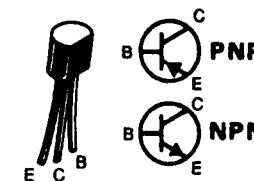
● **Audio Power Amplifier IC** — carries BA546 marking. This IC increases (amplifies) the audio frequency signal level. Audio frequency signals have a frequency level that you can hear.



● **Operational Amplifier IC** — Carries BA10324 marking. In this kit, you will mainly use this IC as a comparator. A comparator compares the level of the two input signals. When the level applied to the negative (-) terminal is higher than the level of the positive (+) terminal, the output becomes high.



Transistors — have three pins named emitter, collector, and base, from left to right with the flat side facing you. The transistor changes the current flow from its collector to emitter depending on how much voltage is added to the base. With this characteristic, you use transistors as switches, amplifiers, and oscillators.



Diodes (except Zener Diode) — let electrons flow through them in one direction. The electrons flow only from cathode to anode. The diodes have a band on the cathode side. On schematics, diodes are shown as triangle arrow. The electrons flow in the opposite direction of the arrow. The kit includes four types of diodes:



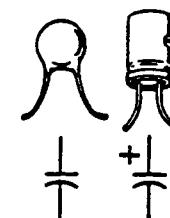
● **Zener Diode** — has a set standard, or zener, voltage. When the voltage applied in reverse direction to the arrow exceeds the zener voltage, the diode lets electrons flow. The zener diode is the smallest. Glass-type diode. The kit contains only one.

● **Rectifier Diode** — is black. Plastic-type diode. The kit contains only one.

● **Germanium Diode** — is the longest. Glass-type diode. The kit contains only one.

● **Silicon Diodes** — are other than above three types. Glass-type diode. The kit contains six.

Capacitors — carries a three-digit number that tells you its value (electrostatic capacity). The first two digits indicate the value, and the last one indicates the number of zeros that follow. If a capacitor carries the number "104," it means that the value is 10 and is followed by four zeros. So, the capacitor is 100,000 pF (this is the unit of electrostatic capacity). But in schematics you'll see in this manual, a larger unit, μF , is used to indicate the capacitor value. 1 μF is equivalent to 1,000,000 pF, so 100,000 pF = 0.1 μF . There are two types of capacitors:



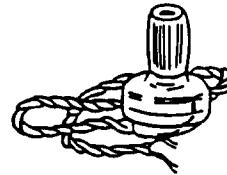
► **Electrolytic Capacitors** — is tubular and blue or gray with a negative symbol (-) at one end. When building a project, you must correctly connect the negative (-) side of an electrolytic capacitor.

► **Ceramic Disc Capacitors** — are disc type and brown. You can connect them in any way.

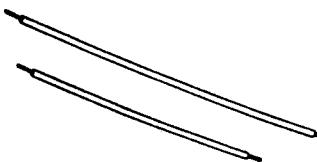
Semi-Fixed Resistor — an adjustable resistor that is used to tune notes on this kit.



Earphone — lets you listen to sounds through it instead of the speaker. It also uses less electricity than the speaker.



Wires — connect one row to another, a column to another column, or the breadboard to a switch or terminal. There are five different colors of wires in different lengths. All the wires work the same way, but are different lengths and colors so you can easily identify which wire you want to use.



Resistors — oppose the flow of electrons. They are brown tubular objects with color bands around them. The color bands show the resistor's value. The value determines how strongly the resistor opposes to the electron flow. We measure the value in a unit called ohms. See "Using Resistors" for more information.



USING RESISTORS

Use the following chart and explanation to learn a color band's value and how to use it.

Black	= 0	Green	= 5
Brown	= 1	Blue	= 6
Red	= 2	Violet	= 7
Orange	= 3	Gray	= 8
Yellow	= 4	White	= 9

There are two types of resistors — a four band and a five band.

Find one of the four-band resistors. Hold the resistor with gold band to the right. The first two bands from the left show the value. If they are red and red, the value is 22. The third band shows the number of zeros after the value. If it is yellow, then the number of zeros is 4. So the resistor is 220,000 ohms. To shorten the value name, we use the k symbol to equal 1,000; so, 220,000 ohms equals 220k ohms. Try figure out the value of the resistors with following color bands:

1. orange-orange-red
2. yellow-violet-yellow
3. red-violet-brown
4. brown-black-green

The answer is:

1. 3,300 ohm or 3.3k ohm
2. 470,000 ohm or 470k ohm
3. 270 ohm
4. 1,000,000 ohm (we use another unit for million - capital letter M for Mega. So this is 1M ohm.)

The gold band indicates that the resistors are of 5% tolerance. The resistors might have slightly different resistance from the value shown, within 5%.

Now find the resistors with five bands. They have a red band at an end and more space separates this band from the other four bands than there is between the four bands. This red band means these resistors are of 2% tolerance.

Hold one of these resistors with red band for tolerance to the right. With these resistors, the three bands from left show the value and the fourth band (the closest one to the tolerance band) shows the number of zeros.

For example, one of the resistors is red-brown-grey-brown.

The first three bands represent the value, so it is 218. We need to add one zero (brown is 1), so the actual value is 2,180 ohm, or 2.18k ohm. To easily remember where to place the decimal point, you simply replace the comma with the decimal point.

READING SCHEMATICS

At first, schematic diagrams might look difficult—but they are actually quite simple once you get some practice with them. Don't get discouraged if you get confused at first. That's normal. Before long, you can build a circuit just by looking at its schematic diagram.

Schematics let you quickly see what happens during connection and how the electrons flow in the circuit. A schematic diagram is a road map for electronic circuits. Electronics technicians and engineers can build entire circuits with nothing more than a schematic diagram to guide them. While using this kit, you can learn how to build circuits from just the schematic.

Notice on the following schematic that some lines cross each other and there is a dot at the point where they cross. This means that the two wires represented by the lines are connected together at the point indicated by the dot. If two lines cross without a dot, that's your clue that the wires aren't connected.

Lines Are Connected / Lines Not Connected

Often a schematic diagram does not indicate the power supply (+ and -) for ICs so the diagram is easier to read. This is how the kit's schematics are made. Yet, the ICs must always connect to power. To show you how to connect to power, we provided the power connections in a separate diagram. The other parts are already mounted on the board. See the spring terminal number shown next to the part. Don't confuse this number with the IC pin numbers.

Use the following chart to read the schematic.

Symbol	Name	Physical	Description
	R	Resistor	Oppose flow of electrons
PNP	Q	PNP Transistor	Change the current flow from its collector to emitter depending on how much voltage is added to the base and vice versa (PNP).
NPN		NPN Transistor	
	C	Ceramic Capacitor Electrolytic Capacitor	Store electric energy
	D	Rectifier Diode Germanium Diode Silicon Diode	Let electrons flow through them only in one direction
	ZD	Zener Diode	Pass electrons only when the voltage is over a certain level
	U	IC 4011 (NAND Gate)	Output low voltage when all inputs are high.
	U	IC 4001 (NOR Gate)	Output low voltage when either or both inputs are high
	U	IC 4029 (Counter)	Count the number of pulses applied to the input and output the number of counts
	U	IC 4511 (BCD to 7-Segment Decoder)	Decodes the BCD input and display it on the LED display
	U	IC 4027 (Flip Flop)	Change output when a pulse input occurs
	U	IC BA546 (Audio Amplifier)	Amplify the audio frequency signal
	U	IC BA10324 (Operational Amplifier)	Compare two input signals and output its result
	VR	Semi-Fixed Resistor	Adjustable resistor

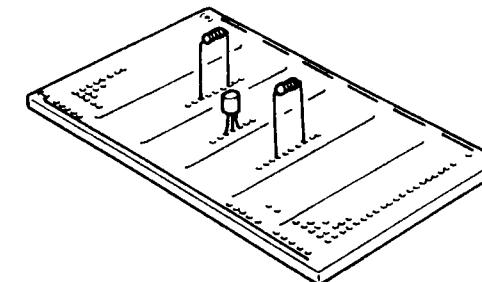
Symbol	Name	Physical	Description
	LD	LED	Emit light when electrons flow through them
	LD	LED Digital Display	Display numbers or some letters
	CdS	Cds Cell	Change resistance value with amount of light that falls on them
	SP	Speaker	Converts electrical energy to sound you can hear
	EP	Earphone	Lets you listen to sounds through it
		Antenna Coil	Pick up the radio signals
		Output Transformer	Match the output of the circuit to the speaker
	VC	Tuning Control	Let you tune to a specific frequency
	VR	Control	Let you change resistance values
	SW	Switch	Connects or disconnects electrical circuits
	S1	Key	Let electrons flow when you press it
	T1, T2	Terminal	Connect external devices

REPARATION

ORTING THE PARTS

To help you easily build the projects, sort the separate parts by part name, value, etc. Use several small boxes, or a large box with divided sections (such as an ornament box or a shelf of a hardware box) for each group of parts. Label the box or section of box so you can easily find the part you want. For example, label a box or section "6.8k Resistors."

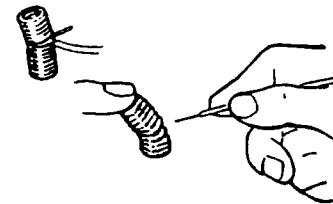
- To properly insert resistors, capacitors, and diodes into the breadboard, keep the pins from touching each other. Also, you might have to bend the pins or pull them apart to reach the contact points you need.



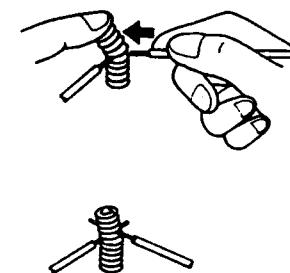
TIPS FOR CONNECTIONS

The kit has specially designed spring terminals and easy-to-use breadboard to make connections easy. Use the following tips when connecting terminals. You might want to practice connections before you begin a project.

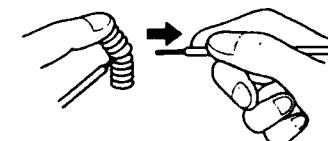
To connect a wire to spring terminals, bend the spring to one side and insert the wires into the opening.



To insert more than one wire into a spring terminal without disconnecting the first wire, bend the spring toward the side with the first wire.

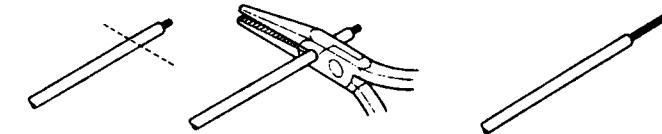


To ensure proper connection, insert only the exposed part of the wire (lead) in the spring terminal. If you insert the wire's plastic insulation into the terminal, electrical contact won't occur and the circuit won't work.



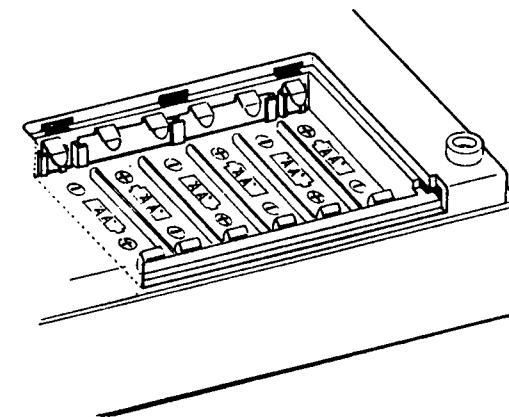
To remove wires from a spring terminal, bend the terminal and pull the wires from the terminal.

After using your kit for a while, some of the exposed wire ends might break off. If this happens, just remove 3/8 inch of insulation from the broken end and twist the strand together. You can remove the insulation with a penknife or wire stripper cutter (available from Tandy/Radio Shack).



INSTALLING BATTERIES

The kit requires six AA batteries. We recommend Tandy/Radio Shack Catalog Number 23-552 for longest life. Follow these steps to install batteries.



1. Press down on the battery compartment and slide it off in the direction of the arrow.
2. Install the batteries observing the polarity symbols (+ and -) marked inside the compartment. The + end of a battery is the one with the small metal cap.
3. Replace the compartment's cover.

When you do not plan to use the kit for a week or more, remove the batteries. Never leave weak or dead batteries in the kit. Weak or dead batteries can leak damaging chemicals, even if they are "leak-proof" type.

TABLE DES MATIERES

Pour commencer

1) Surprise et amusement

1. Oiseau qui chante avec la lumière	28
2. Radio à transistor	30
3. L'écouteur qui parle	31
4. Sirène de police	32
5. Roulette numérique	33
6. Orgue électronique	34

2) Retour à la source

7. Télégraphe lumineux	34
8. Présentation de la résistance	35
9. Résistance parallèle	36
10. Présentation de la diode	37
11. La diode électroluminescente - une diode hors du commun	37
12. Le réservoir à essence électronique	38
13. Condensateurs en série et en parallèle	39
14. Présentation du transistor	40
15. Des transistors qui font office d'interrupteurs	41
16. Interrupteur à transistor PNP	41
17. Interrupteur à transistor NPN	42
18. Eclairage différé	42
19. Eclairage nocturne	43
20. Rythmeur électronique	43
21. Affichage des majuscules	44
22. Affichage des minuscules	44
23. Affichage des chiffres	45

3) "Cubes" électroniques

24. Un circuit inverseur	45
25. Présentation du circuit OU	46
26. Présentation de la porte ET	46
27. Utilisation de la porte NON-OU	47
28. Présentation de la porte NON-ET	47
29. Fonctionnement d'un multivibrateur	48
30. Multivibrateur à coup unique	48
31. Bascule bistable	49
32. Présentation de l'oscillateur	49
33. Modification des oscillations à l'aide d'un condensateur	50
34. Modification des oscillations à l'aide d'un corps étranger	50
35. Autre circuit oscillateur	51
36. Oscillateur symétrique	51
37. Oscillateur d'onde sinusoïdale à faible distorsion	52

4) Mise en application de l'électronique

38. Stroboscope	52
39. Oscillateur commandé par cellule CdS	53
40. Oscillateur à glissement de fréquence	53
41. Horloge de parquet électronique	54
42. Métronome électronique	54
43. Détecteur de mouvement	55

44. Alarme pour porte d'entrée	55
45. Permutation rapide de l'affichage LED	56
46. Lecteur de code morse	56
47. Oscillateur basse fréquence à réseau en double T	57
48. Interrupteur de courant	57
49. Tirez dans l'obscurité	58
50. Oscillateur variable résistance-capacité	58
51. Vibreur à deux tons	59
52. Oscillateur à onde en dents de scie	59
53. Multivibrateur astable	60
54. Multivibrateur monostable	60
55. Lecteur de code morse	61
56. Son et lumière	61
57. Amplificateur d'appareil acoustique	62
58. Lecteur de code morse avec son et lumière	62
59. Alarme antivol commandée par la lumière	63
60. Convertisseur CC-CC	63
61. Minuterie	64
62. Doubleur de fréquence transistorisé	64
63. Redresseur à deux alternances à un transistor	65

5) Circuits radio

64. Récepteur à galène	66
65. Un transistor hors du commun	67
66. Emetteur télégraphique	67
67. DéTECTEUR d'humidité commandé à distance	68
68. Radio à CI	68
69. Emetteur de code morse	69
70. Emetteur OM	70
71. Diffusion des sons d'un orgue	71

6) Zoo sonique et industrie du son

72. Sirène de police à deux tons	71
73. Stimulateur de croissance des plantes	72
74. Pic vert électronique	72
75. Appât pour poissons	73
76. Gouttes de pluie électroniques	73
77. Un orgue à la pointe du crayon	74
78. Moto électronique	74
79. DéTECTEUR à impulsions mitrailleur	75
80. Sirène électronique	75
81. Gai comme un pinson	76
82. Chat électronique	76
83. Oiseau électronique	77
84. Musique de film d'épouvante	77
85. Orgue électronique	78
86. Machine à sons I	79
87. Machine à sons II	80
88. Sirène à tonalités multiples	81
89. Générateur de rythme numérique	81
90. Orgue électronique à deux circuits intégrés	82

7) Décideurs électroniques

91. Portes logiques majoritaires	82
92. Pile ou face électronique	83
93. Pile ou face électronique II	84

94. Pile ou face électronique III	84
95. Pile ou face	85
96. Tir rapide	85
97. Jeu de fléchettes électronique	86
98. Testeur de perception extra-sensorielle	86
99. Diodes en folie	87
100. Jeu de tir	87
101. Défilé des diodes électroluminescentes	88
102. Dé électronique	88
103. Roulette électronique	89

8) Circuits intégrés amplificateurs opérationnels polyvalents

104. Présentation de l'oscillateur commandé en tension	89
105. Cellule solaire à diode au silicium	90
106. Circuit intégrateur	90
107. Multivibrateur astable avec amplificateur opérationnel	91
108. Générateur d'impulsions	91
109. Comparateur	92
110. Expérience sur le comparateur	92
111. Comparateur avec hystérisis	93
112. Source à courant constant par amplificateur opérationnel	93
113. Additionneur non-inverseur	94
114. Circuit déclencheur de Schmitt	94
115. Minuterie temporisée	95
116. Doubleur de fréquence d'impulsions	95
117. Touche à effleurement avec amplificateur opérationnel	96
118. Oiseau du matin	96
119. Convertisseur CC-CC par amplificateur opérationnel	97
120. Amplificateur inverseur	97
121. Amplificateur non-inverseur	98
122. Amplificateur différentiel	98
123. Amplificateur de sortie différentiel	99
124. Amplificateur de puissance utilisant un amplificateur opérationnel	99
125. Amplificateur symétrique sans transformateur	100
126. Amplificateur différentiel à trois étages	100
127. Oscillateur commandé en tension à l'aide de l'amplificateur opérationnel	101
128. Amplificateur commandé en tension	101
129. Convertisseur tension/fréquence	102
130. Convertisseur fréquence/tension	102
131. Générateur de bruit blanc	103
132. Générateur à balayage	103
133. Circuit intégré multifonction	104
134. Alarme sonore	104
135. Orgue photoélectrique	105
136. Orgue à vibrato	105

9) Circuits intégrés amplificateur de puissance élémentaires

137. Circuit intégré amplificateur de puissance	106
138. Circuit intégré amplificateur de puissance II	106
139. Oscillateur utilisant le CI amplificateur de puissance	107
140. CI oscillateur commandé par la cellule CdS	107
141. Oscillateur déphaseur	108
142. Interphone	108
143. Le marteau imaginaire	109
144. L'avertisseur électronique	109
145. Oscillateur basse fréquence à plage étendue	110

10) Voyage au pays des circuits numériques

146. Circuit de commutation	110
147. Inverseur RTL	111
148. Circuit RTL intermédiaire	111
149. Porte OU RTL	112
150. Porte ET RTL	112
151. Porte OU transistorisée	113
152. Porte ET transistorisée	113
153. Porte OU exclusif transistorisée	114
154. Une porte NON-ET hors du commun	115
155. Porte OU DTL	116
156. Porte ET DTL	117
157. Porte NON-OU DTL	117
158. Porte NON-ET DTL	118
159. Porte OU exclusif DTL	118
160. Inverseur C-MOS	119
161. Circuit C-MOS intermédiaire	120
162. Porte OU C-MOS	121
163. Porte ET C-MOS	121
164. Porte ET C-MOS à trois entrées	122
165. Porte NON-OU C-MOS	122
166. Porte NON-OU C-MOS à 4 entrées	123
167. Porte NON-OU C-MOS à 4 entrées II	124
168. Le théorème de De Morgan	125
169. Expérience de la tension de seuil	125
170. Interrupteur transistorisé NON-ET/NON-OU ET	126

11) D'autres aventures au pays des circuits numériques

171. Porte OU exclusif C-MOS	127
172. Circuit de validation NON-ET C-MOS	127
173. Circuit de validation ET C-MOS	128
174. Circuit de validation OU C-MOS	128
175. Porte NON-ET à coup unique	129
176. Sélecteur de ligne C-MOS	129
177. Sélecteur de données C-MOS	130
178. Bascule bistable C-MOS	130
179. Bascule bistable C-MOS II	131
180. Vibreur mis à 1/remis à 0	131
181. Vibreur mis à 1/remis à 0 II	132
182. Vibreur mis à 1/remis à 0 III	132
183. Bascule à levier transistorisée	133
184. Bascule à levier NON-ET	133
185. Bascule à levier J-K	134
186. Multivibrateur astable C-MOS	134
187. Bascule J-K C-MOS	135
188. Bascule D C-MOS	135
189. Bascule D C-MOS II	136
190. Bascule RST	136
191. Bascule T	137
192. Verrouillage C-MOS	137
193. Registre à décalage	138
194. Touche à effleurement utilisant une porte NON-ET	138
195. Demi-additionneur	139
196. Verrouillage D	139
197. Décodeur 2 lignes à 4 lignes	140
198. Multiplicateur	140
199. Double multiplexeur à deux entrées	141
200. Diviseur de fréquence à deux étages	141

12) Les circuits compteurs

201. Compteur élémentaire	142
202. Compteur synchrone	142
203. Compteur asynchrone	143
204. Compteur avec décodeur	143
205. Compteur à quatre chiffres	144
206. Compteur à quatre chiffres avec décodeur	144
207. Fonctionnement d'un décodeur	145
208. Compteur multiple	145
209. Compteur binaire avec affichage	146
210. Compteur à 3 chiffres avec affichage	146
211. Compteur à quatre chiffres avec affichage	147
212. Compteur ascendant/descendant	147
213. Compteur descendant	148
214. Compteur décimal descendant	148
215. Compteur décimal descendant avec affichage	149
216. Compteur à préaffichage	149
217. Compteur hexadécimal	150
218. Compteur octal	150
219. Affichage aléatoire	151
220. Compteur décimal	151
221. Compteur décimal codé binaire avec affichage	152
222. Compteur octal avec décodeur	152
223. Compteur octal avec affichage	153
224. Compteur décimal avec affichage	153
225. Compteur décimal avec affichage II	154

13) Circuits semblables à ceux des ordinateurs

226. Décodeur décimal codé binaire à 7 segments	154
227. Additionneur complet	155
228. Encodeur décimal-binaire	155
229. Conversion binaire-décimale codée binaire	156
230. Conversion octale-décimale codée binaire	156
231. Conversion hexadécimale-décimale codée binaire	157
232. Registre à décalage à 3 bits	157

14) Circuits numériques amusants

233. Oscillateur commandé en tension par portes NON-OU	158
234. Circuit retardateur d'impulsions	158
235. Générateur de tonalités à portes NON-ET	159
236. Rythmeur transistorisé	159
237. Discriminateur signal-bruit	160
238. Elargisseur d'impulsions	160
239. Circuit intermédiaire bidirectionnel	161
240. Divers inverseurs	161
241. Interrupteur électronique	162
242. Générateur de tonalités en salves	162
243. Minuterie numérique	163
244. Minuterie numérique II	163
245. Vibreur compteur	164
246. Soyez le plus rapide	164
247. Cible mobile	165
248. Attrapez le huit	165
249. Alarme de détresse	166
250. La roue de la fortune	166
251. La course des diodes LED	167

15) Aperçu des circuits analogiques et numériques

252. Gradateur de lumière à modulation de nombre d'impulsions	167
253. Gradateur de lumière à modulation de largeur d'impulsion	168
254. Convertisseur CC-CC avec oscillateur C-MOS	169
255. Amplificateur de valeur absolue	170
256. Comparateur de fenêtre	171
257. Gradateur de lumière numérique	172
258. Convertisseur analogique-numérique	172
259. Convertisseur numérique-analogique	173
260. Photomètre à affichage numérique	174

16) Retour aux circuits amusants et surprenants

261. Expérience sur l'induction électromagnétique	174
262. Bougie électronique	175
263. Circuit à courant constant	175
264. Le compteur bidon	176
265. Alphabet clignotant	176
266. Les diodes LED clignotantes	177
267. Les diodes LED clignotantes II	177
268. Minuterie temporisée II	178
269. Indicateur de niveau de la voix	178
270. Signal de croisement	179
271. Générateur d'octave	179
272. La diode LED se fait entendre	180
273. Une autre diode LED se fait entendre	180
274. Minuterie sonore	181
275. Coupez le son!	181
276. Avez-vous du coffre?	182
277. Son ou lumière	182
278. Soyez votre propre multivibrateur	183
279. Anticipation	184
280. Accord parfait	184

17) Circuits de test et de mesure

281. Testeur de continuité d'un circuit	185
282. Ohmmètre acoustique	185
283. Analyseur électronique basse fréquence	186
284. Générateur de signaux basse fréquence	186
285. DéTECTEUR de métaux	187
286. DéTECTEUR d'humidité	188
287. Alarme antivol	188
288. Amplificateur basse fréquence sensible à la température	189
289. DéTECTEUR de niveau d'eau	189
290. Testeur de piles	190
291. Vérificateur de conductivité	190
292. CI oscillateur/vérificateur de composant	191
293. Alarme de chute de tension	191
294. Vérificateur de transistor	192
295. Circuit de protection contre le courant	192
296. Vérificateur logique	193
297. Vérificateur logique II	193
298. Triple témoin de niveau d'eau	194
299. Alarme de température	194
300. Générateur de fonction	195

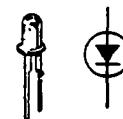
INTRODUCTION

Votre ensemble de montages électroniques Maxitronix 300-en-1 va vous permettre de vous familiariser avec les différents composants d'un circuit électrique. Vous y apprendrez aussi à lire un diagramme schématique et à réaliser, sans soudure ni outils, jusqu'à 300 montages que vous pourrez ensuite voir fonctionner.

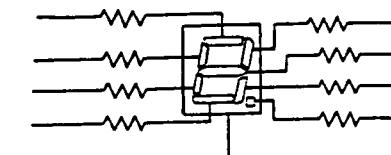
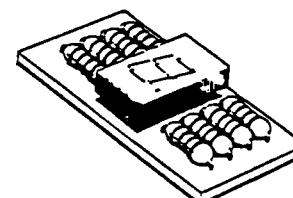
DESCRIPTION DES COMPOSANTS

Vous avez probablement déjà remarqué que votre ensemble contient plusieurs bornes, commandes et interrupteurs ainsi qu'un grand nombre de pièces et de fils de couleurs différentes qui vous permettront de réaliser vos montages. Vous trouverez ci-dessous la description de chacune de ces pièces. Elle vous permettra de comprendre l'utilité et le rôle qu'elles peuvent jouer dans chaque montage.

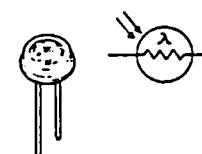
Diodes électroluminescentes (LED) — Les diodes électroluminescentes sont situées dans le coin supérieur gauche de la plaquette de circuits. Leur fonctionnement est identique à celui des autres diodes (voir plus bas), à l'exception du fait qu'elles s'illuminent lorsqu'elles sont parcourues par le courant. Votre ensemble comprend huit diodes LED.



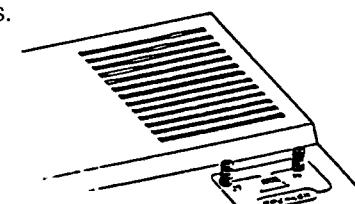
Affichage numérique à diodes électroluminescentes — L'affichage est constitué de sept petites diodes LED appelées segments et disposées de manière à permettre l'affichage des chiffres et de certaines lettres de l'alphabet. Les résistances de l'affichage sont déjà connectées à l'intérieur de l'ensemble de montage. Leur connexion est illustrée sur le diagramme, entre les bornes à ressort situées à côté de l'affichage.



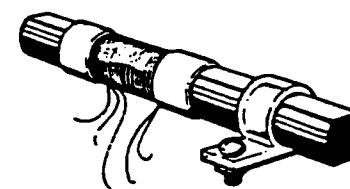
Cellule au sulfure de cadmium (CdS) — Il s'agit d'un semi-conducteur particulier semblable à une commande, à l'exception du fait que sa résistance varie en fonction de la quantité de lumière qui lui parvient. Pour modifier la résistance d'une commande, vous tournez son bouton. Pour modifier celle d'une cellule Cds, vous lui laissez capter plus ou moins de lumière.



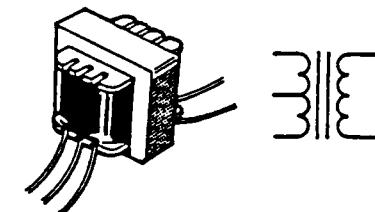
Haut-parleur — Il convertit l'énergie électrique en sons audibles.



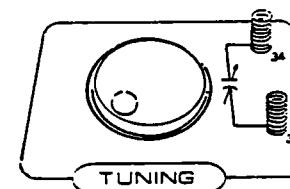
Bobine d'antenne — Il s'agit d'une bobine de fil enroulé autour d'une tige foncée constituée de ferrite (forme spéciale de poudre de fer). Cette bobine est utilisée dans les circuits radio pour capter les signaux. Elle se trouve sous la fenêtre qui porte l'indication ANTENNA.



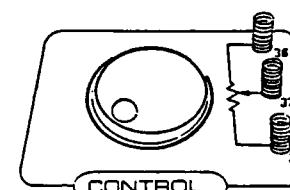
Transformateur de sortie — Il est constitué d'un coeur creux en plastique autour duquel un très fin fil de cuivre est enroulé plusieurs centaines de fois. De minces plaques métalliques, appelées feuillettage, sont insérées au centre du coeur creux en plastique. Ce transformateur permet d'accorder la sortie du circuit avec celle du haut-parleur ou de l'écouteur.



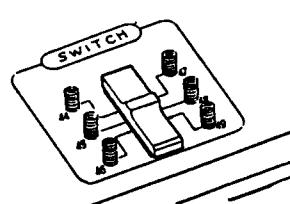
Commande variable — Il s'agit d'un condensateur dont vous pouvez modifier la capacité en tournant son bouton. Appelée condensateur variable, cette commande est utilisée dans les circuits radio pour permettre la syntonisation d'une fréquence déterminée.



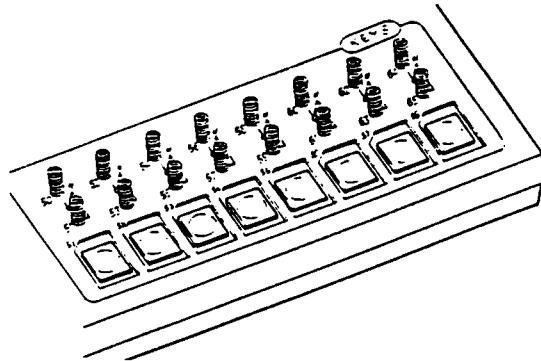
Commande — Elle permet de modifier la valeur de la résistance en vue de régler notamment la lumière, le volume et le mouvement.



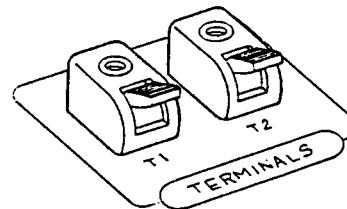
Interrupteur — Il sert à brancher et à débrancher des circuits électriques. L'interrupteur que nous allons utiliser est de type bipolaire, ce qui signifie qu'il peut commander deux circuits distincts et les permuter dans deux modes de fonctionnement différents.



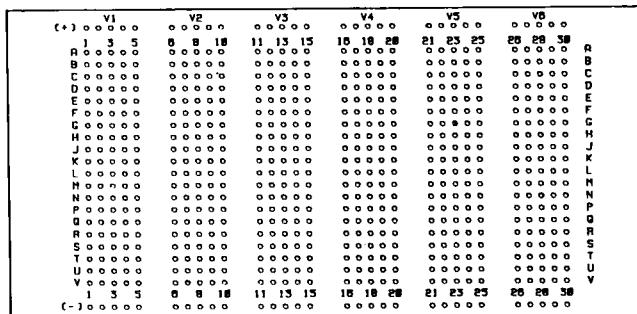
Manipulateurs — Il s'agit d'un autre type d'interrupteur qui permet de faire circuler les électrons lorsque vous l'enoncez et de les arrêter lorsque vous le relâchez. Votre ensemble de montage comprend huit manipulateurs.



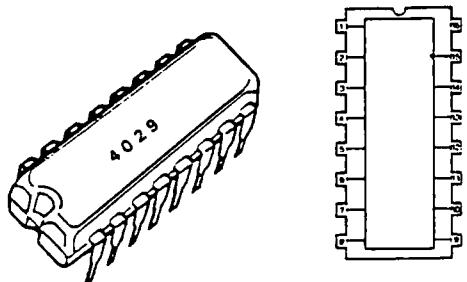
Bornes — Votre ensemble comprend deux bornes (**T1** et **T2**) qui permettent de raccorder des systèmes externes adaptés à votre ensemble, notamment un écouteur, une antenne ou une connexion de mise à la terre.



Plaquette perforée à bornes — Elle permet de connecter les pièces que vous utiliserez pour réaliser vos 300 montages. Vous allez câbler une grande partie des montages sur la plaquette perforée qui possède 665 petits trous, disposés en lignes et en colonnes de la manière suivante:

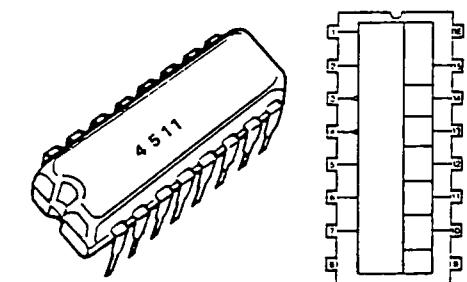


● **Cl compteur** — Il porte le numéro 4029. Il compte le nombre d'impulsions appliquées à la broche d'entrée et affiche le résultat obtenu. Pouvant faire office de compteur binaire ou de compteur décimal codé binaire (BCD), ce Cl peut aussi compter dans l'ordre croissant ou dans l'ordre décroissant.

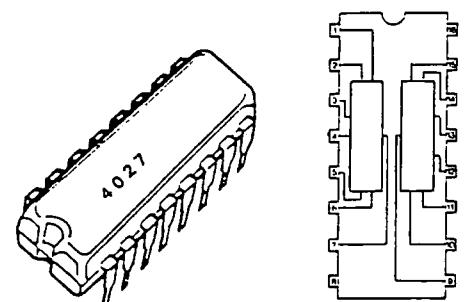


Pour utiliser le Cl comme compteur binaire, vous devez raccorder la broche 9 à une tension de 6 volts. Pour l'utiliser comme compteur décimal codé binaire, raccordez la broche 9 à la masse.

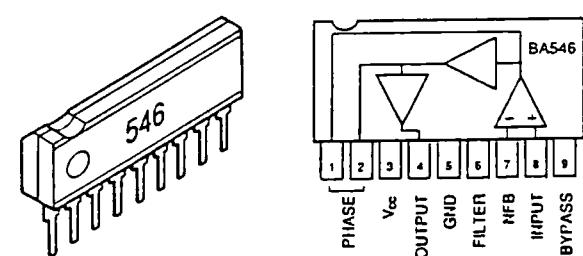
● **Cl décodeur décimal codé binaire vers affichage à 7 segments** — Il porte le numéro 4511. Ce Cl décode l'entrée décimale codée binaire en un nombre ordinaire, puis l'affiche sur l'affichage LED.



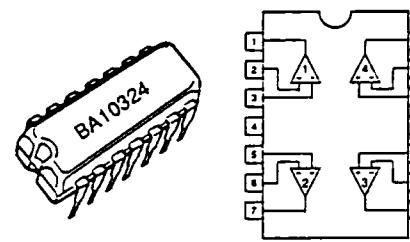
● **Cl à bascule** — Il porte le numéro 4027. La sortie de ce Cl varie lorsqu'il reçoit une impulsion en entrée. Chaque fois que le Cl reçoit un signal, sa sortie "bascule". Ce Cl possède deux circuits à bascule indépendants.



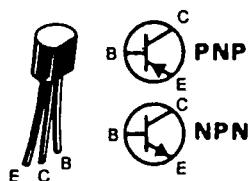
● **Cl amplificateur de puissance basse fréquence** — Il porte l'indication BA546. Ce Cl augmente (amplifie) le niveau du signal basse fréquence. Les signaux basse fréquence possèdent un niveau de fréquence audible.



● **Cl amplificateur opérationnel** — Il porte l'indication BA10324. Dans cet ensemble de montage, vous utiliserez ce Cl principalement comme comparateur, pour comparer le niveau de deux signaux d'entrée. Quand le niveau appliqué à la borne négative (−) est supérieur à celui appliqué à la borne positive (+), le niveau de sortie est élevé.



Transistors — Les transistors possèdent trois broches qui, lorsque vous dirigez le côté plat vers vous, correspondent respectivement (de gauche à droite) à l'émetteur, au collecteur, et à la base. Les transistors modifient le flux de courant du collecteur vers l'émetteur en fonction de l'importance de la tension ajoutée à la base. Grâce à cette caractéristique, les transistors peuvent faire office d'interrupteurs, d'amplificateurs et d'oscillateurs.



Diodes (sauf diode Zener) — Elles ne laissent passer les électrons que dans un seul sens, c'est-à-dire, de la cathode vers l'anode. La cathode de la diode est désignée par une bande. Sur les diagrammes schématiques, les diodes sont représentées sous la forme de flèches triangulaires. Les électrons circulent dans la direction opposée à celle indiquée par la flèche. Votre ensemble comprend quatre types de diodes :



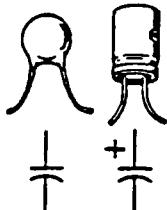
● **Diode Zener** — Elle possède une tension standard (Zener), préalablement définie. Quand la tension appliquée dans la direction opposée à celle indiquée par la flèche dépasse la tension Zener, la diode laisse passer les électrons. La diode Zener est la plus petite des diodes. Elle est en verre. Votre ensemble n'en contient qu'une seule.

● **Diode de redressement** — Votre ensemble contient une seule diode de redressement en plastique de couleur noire.

● **Diode au germanium** — Votre ensemble contient une seule diode au germanium en verre. Cette diode est la plus longue.

● **Diodes au silicium** — Votre ensemble contient six diodes au silicium en verre qui se distinguent des trois autres types de diodes décrites ci-dessus.

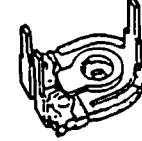
Condensateurs — Ils portent un numéro à trois chiffres qui vous renseigne sur leur valeur (capacité électrostatique). Les deux premiers chiffres indiquent la valeur et le troisième, le nombre de zéros qui suivent. Le condensateur "104", par exemple, a pour valeur 10 suivie de quatre zéros. Autrement dit, sa capacité électrostatique est de 100.000 pF. Toutefois, sur les diagrammes schématiques de ce mode d'emploi, la valeur des condensateurs est exprimée à l'aide d'une unité supérieure, le farad (μ F). 1 μ F équivaut à 1.000.000 pF. Donc, 100.000 pF est égal à 0,1 μ F. Il existe deux types de condensateurs :



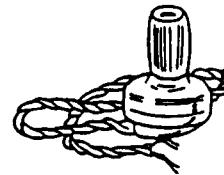
► **Condensateurs électrolytiques** — Ils possèdent une forme tubulaire de couleur bleue ou grise et portent un signe moins (−) à une extrémité. Lorsque vous utilisez un condensateur électrolytique pour réaliser un montage, vous devez absolument raccorder correctement son pôle négatif (−).

► **Condensateurs à disque céramique** — Ils se présentent sous forme de disque de couleur brune et peuvent être raccordés de n'importe quelle manière.

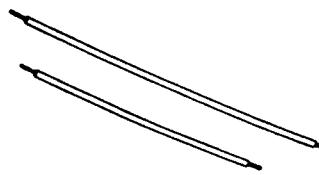
Résistance semi-fixe — Il s'agit d'une résistance ajustable qui permet de régler les notes émises par votre ensemble.



Ecouteur — Il vous permet d'écouter les sons normalement reproduits par le haut-parleur. Il consomme moins d'électricité que celui-ci.



Fils — Ils permettent de connecter deux lignes ou deux colonnes entre elles, ou de raccorder la plaquette perforée à un interrupteur ou à une borne. Votre ensemble comprend des fils de longueurs différentes et de cinq couleurs distinctes. Comme tous les fils possèdent le même principe de fonctionnement, leurs couleurs et leurs longueurs vous permettront d'identifier facilement celui que vous désirez utiliser.



Résistances — Présentées sous forme de pièces tubulaires de couleur brune entourées de bandes de couleur, ces résistances s'opposent au passage des électrons. Les bandes de couleur indiquent la valeur de la résistance. Cette dernière détermine la force avec laquelle la résistance s'oppose au passage des électrons. Cette valeur est mesurée en ohms. Pour obtenir des informations supplémentaires à ce sujet, reportez-vous à la section "Utilisation des résistances".



UTILISATION DES RÉSISTANCES

Le tableau et la description ci-dessous vous permettront de vous familiariser avec la valeur des bandes de couleur et d'apprendre à les utiliser.

Noir	= 0	Vert	= 5
Brun	= 1	Bleu	= 6
Rouge	= 2	Violet	= 7
Orange	= 3	Gris	= 8
Jaune	= 4	Blanc	= 9

Votre ensemble comprend des résistances à quatre bandes et des résistances à cinq bandes de couleur.

Prenez une résistance à quatre bandes et tenez-la en dirigeant la bande dorée vers la droite. Les deux premières bandes de gauche indiquent la valeur de la résistance. S'il s'agit de deux bandes rouges, par exemple, elles correspondent à une valeur de 22. La troisième bande indique le nombre de zéros qui suit cette valeur. Une bande jaune, par exemple, correspond à quatre zéros. Une telle résistance possèderait donc une valeur de 220.000 ohms. Pour simplifier l'expression des valeurs, nous utilisons le symbole kohms qui équivaut à 1.000 ohms. 220.000 ohms est donc égal à 220 kohms. Essayez à présent de trouver la valeur des résistances qui possèdent les bandes de couleur ci-dessous :

1. orange-orange-rouge
2. jaune-violet-jaune
3. rouge-violet-brun
4. brun-noir-vert

Les réponses sont :

1. 3.300 ohms ou 3,3 kohms
2. 470.000 ohms ou 470 kohms
3. 270 ohms
4. 1.000.000 ohms (pour représenter les millions, nous utilisons la lettre majuscule M qui correspond à un mégao. Ici, il s'agit donc de 1 Mohms.)

La bande dorée indique que la résistance possède une tolérance de 5%, ce qui signifie que la résistance peut être légèrement différente (5%) de la valeur indiquée.

Recherchez à présent les résistances à cinq bandes. A une extrémité, elles possèdent une bande rouge séparée des autres bandes par un espace supérieur à celui qui sépare les quatre premières bandes. Cette bande rouge indique que la résistance possède une tolérance de 2%.

Prenez une de ces résistances en dirigeant la bande rouge vers la droite. Les trois bandes de gauche indiquent la valeur de la résistance et la quatrième, (la plus rapprochée de la bande de tolérance), indique le nombre de zéros. Prenons, par exemple, une résistance possédant les bandes rouge-brun-gris-brun.

Les trois premières bandes correspondent à la valeur, égale à 218. Il faut lui ajouter un zéro (brun = 1). La valeur réelle de la résistance est donc de 2.180 ohms, soit 2,18 kohms. Pour convertir les ohms en kohms, il vous suffit de remplacer le point par la virgule décimale.

LECTURE D'UN DIAGRAMME SCHÉMATIQUE

Si les diagrammes schématiques vous paraissent compliqués au premier coup d'œil, vous verrez qu'avec un peu de pratique, ils sont en réalité relativement simples à comprendre. Ne vous découragez surtout pas si vos premiers pas sont hésitants. Cela est tout à fait normal. D'ici peu, vous serez capable de réaliser un montage en examinant simplement son diagramme schématique.

Les diagrammes schématiques illustrent la manière dont les électrons passent dans le circuit, et vous permettent de voir rapidement ce qui se produit lors d'un raccordement. Les diagrammes sont les cartes routières des circuits électroniques. Les ingénieurs et les techniciens en électronique réalisent des circuits entiers en se basant uniquement sur un diagramme schématique. Votre ensemble vous apprendra à faire comme eux.

Sur le diagramme schématique ci-dessous, vous remarquerez que certaines lignes se croisent et que, parfois, leur point de croisement est désigné par un point. Cela signifie que les deux fils, représentés par les lignes, sont raccordés entre eux à l'endroit indiqué par le point. Par contre, si le point de croisement de deux lignes n'est pas désigné par un point, vous ne devez pas raccorder les fils entre eux à ce niveau.

Les lignes sont raccordées / Les lignes ne sont pas raccordées

Souvent, les symboles de polarité (+ et −) des CI ne figurent pas sur les diagrammes schématiques pour faciliter leur lecture. Toutefois, comme les CI doivent toujours être raccordés à une source d'alimentation, nous avons illustré ces raccordements sur des diagrammes séparés, afin de vous faciliter la tâche. Les autres pièces sont déjà fixées sur la plaquette. Ne confondez pas le numéro de la borne à ressort indiqué à côté de chaque pièce avec le nombre de broches des CI.

Pour lire les diagrammes schématiques, aidez-vous du tableau en page suivante:

Symbol	Nom	Représentation	Description
	R	Résistance	S'oppose au passage des électrons
PNP NPN	Q	Transistor PNP	Modifie le passage du courant du collecteur à l'émetteur (et inversement dans le cas d'un transistor PNP) en fonction de l'intensité de la tension ajoutée à la base
 	C	Condensateur céramique Condensateur électrolytique	Stocke l'énergie électrique
	D	Diode de redressement Diode au germanium Diode au silicium	Permet le passage des électrons dans un seul sens
	ZD	Diode Zener	Permet le passage des électrons uniquement lorsque la tension est supérieure à un niveau déterminé
	U	CI 4011 (porte NON-ET)	Fournit une tension basse lorsque toutes les entrées sont élevées
	U	CI 4001 (porte NON-OU)	Fournit une tension basse lorsque l'une et/ou l'autre entrée est élevée
	U	CI 4029 (compteur)	Compte le nombre d'impulsions appliquées à l'entrée et fournit le résultat
	U	CI 4511 (décodeur BCD vers affichage à 7 segments)	Décode l'entrée décimale codée binaire et l'indique sur l'affichage LED
	U	CI 4027 (bascule)	Modifie la sortie quand une impulsion se produit en entrée
	U	CI BA546 (amplificateur basse fréquence)	Amplifie le signal basse fréquence
	U	CI BA10324 (amplificateur opérationnel)	Compare deux signaux d'entrée et fournit le résultat
	VR	Résistance semi-fixe	Résistance réglable

Symbol	Nom	Représentation	Description
	LD	Diode LED	S'illumine lorsqu'elle est traversée par le courant
	LD	Affichage numérique à diode LED	Affiche les chiffres ainsi que certaines lettres
	CdS	Cellule Cds	Modifie la valeur de la résistance en fonction de la quantité de lumière qui lui parvient
	SP	Haut-parleur	Convertit l'énergie électrique en sons audibles.
	EP	Ecouteur	Permet d'écouter les sons
		Bobine d'antenne	Capte les signaux radio
		Transformateur de sortie	Accorde la sortie du circuit au haut-parleur
	VC	Commande variable	Permet la syntonisation d'une fréquence déterminée
	VR	Bouton de commande	Permet de modifier les valeurs de la résistance
	SW	Interrupteur	Branche et débranche les circuits électriques
	S1	Manipulateur	Permet le passage des électrons sur appui du bouton
	T1, T2	Borne	Connecte des systèmes externes

PRÉPARATION

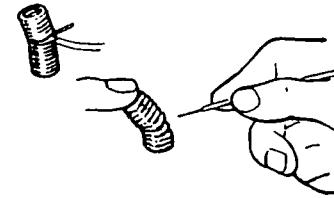
TRI DES PIÈCES

Afin de faciliter la réalisation de vos montages, nous vous conseillons de trier les pièces de votre ensemble en fonction notamment de leur nom et de leur valeur. Rangez chaque groupe de pièces dans une petite boîte ou dans un compartiment d'une grande boîte (notamment une boîte de décos de Noël ou une boîte de rangement à ayonnages). Apposez une étiquette avec le nom des pièces sur chaque boîte ou compartiment en vue de retrouver rapidement la pièce dont vous aurez besoin. Collez une étiquette intitulée "Résistances 6,8 kohms", par exemple.

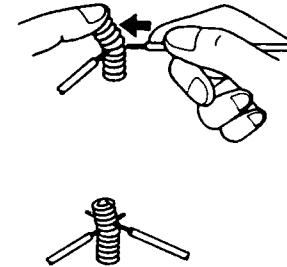
CONSEILS RELATIFS AUX RACCORDEMENTS

Votre ensemble possède une plaquette perforée extrêmement commode ainsi que des bornes à ressort spécialement conçues pour faciliter les raccordements. Lorsque vous raccordez des bornes, tenez compte des conseils ci-dessous et, si vous le désirez, entraînez-vous à effectuer des connexions avant de réaliser un montage.

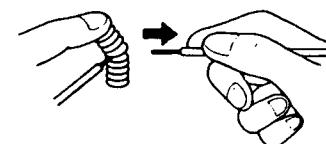
- ▶ Pour raccorder un fil aux bornes à ressort, courbez le ressort et insérez le fil dans l'ouverture ainsi pratiquée.



- ▶ Pour connecter plusieurs fils à une même borne à ressort sans débrancher le premier fil, courbez le ressort du côté opposé à celui auquel vous avez raccordé le premier fil.

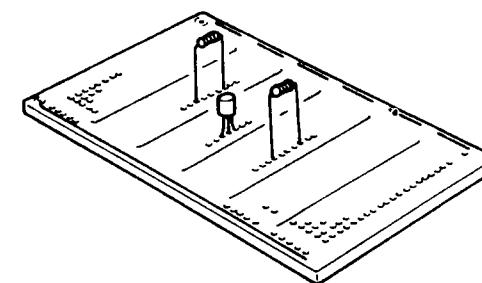


- ▶ Pour que le raccordement soit correct, n'insérez que la partie dénudée du fil dans la borne à ressort, car si vous insérez également l'isolant plastifié, le contact électrique ne se fera pas et le circuit ne pourra pas fonctionner.

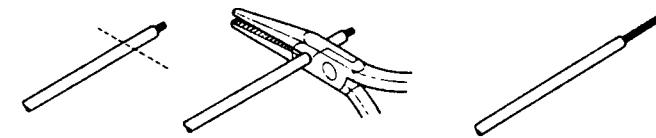


- ▶ Pour libérer les fils de la borne à ressort, courbez le ressort et retirez les fils de la borne.

- Pour insérer correctement les résistances, les condensateurs et les diodes dans la plaquette perforée, évitez que les broches se touchent entre elles. Si nécessaire, pliez les broches ou écartez-les afin d'atteindre le point de contact désiré.

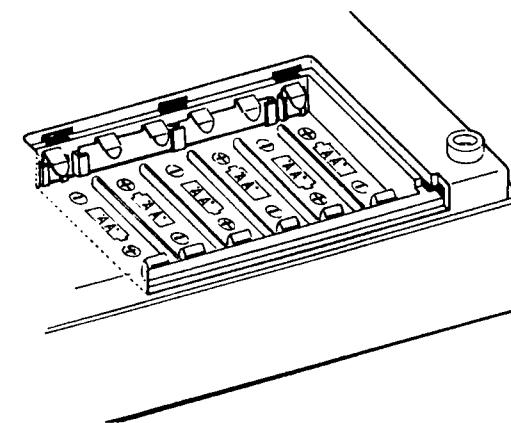


Après un usage intensif, l'extrémité dénudée de certains fils peut parfois se briser. A l'aide d'un canif ou d'une pince à dénuder (disponible dans votre magasin Tandy/Radio Shack habituel), ôtez alors un centimètre d'isolant plastifié au niveau de l'extrémité brisée, puis torsadez les brins.



MISE EN PLACE DES PILES

Pour alimenter votre ensemble, vous aurez besoin de six piles "crayon" (AA). Nous vous recommandons les piles Tandy/Radio Shack No. Cat.23-552 pour leur longévité exceptionnelle. Pour installer les piles, procédez de la manière suivante :



1. Appuyez sur le couvercle du compartiment pour piles, puis faites-le glisser dans le sens de la flèche.
2. Insérez les piles en respectant les polarités (+ et -) indiquées à l'intérieur du compartiment pour piles. La polarité positive (+) correspond à l'extrémité de la pile qui possède un petit capuchon métallique.
3. Replacez le couvercle du compartiment pour piles.

Si vous envisagez de ne pas utiliser votre ensemble pendant une semaine ou davantage, retirez les piles du compartiment. Ne laissez jamais des piles faibles ou à plat à l'intérieur de votre ensemble car elles risqueraient de couler et de l'endommager, même s'il s'agit de piles "étanches".

GETTING STARTED

In the following projects, we will take you step-by-step through the first few projects. Then, we will gradually let you discover how to build the projects using the schematic.

We recommend that you start at Project 1 and follow each project in numerical order. Otherwise, if you skip projects, you might miss valuable information. If you do choose to skip projects, be sure you complete Project 1 and 5.

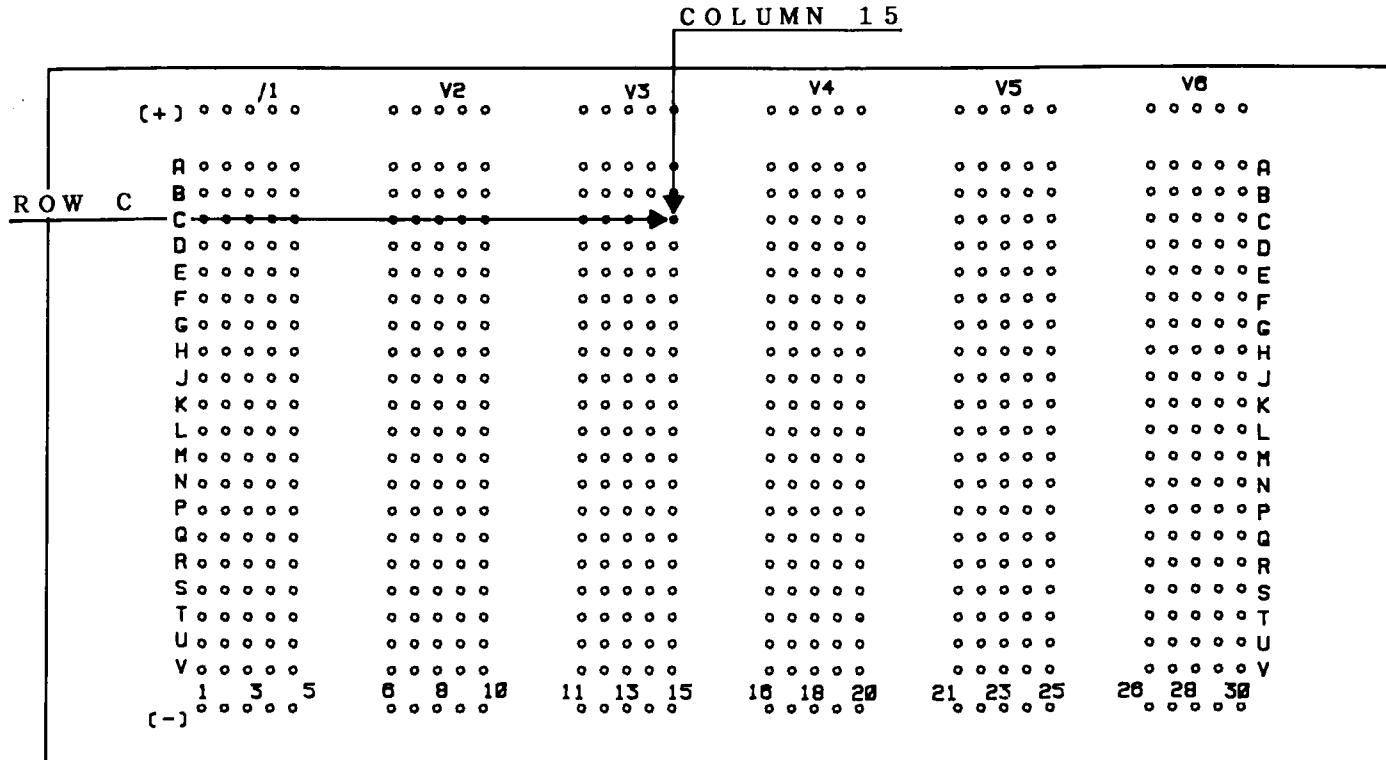
For easy reading, the rows and hole numbers are listed as row/hole number. For example, if the project requires a connection at Row **C**, hole number **15**, the instructions will say **C15**.

POUR COMMENCER

Au début, nous vous fournirons des instructions détaillées sur la manière de réaliser vos premiers montages. Ensuite, nous vous laissons progressivement découvrir la procédure à suivre pour réaliser les montages en vous basant sur leur diagramme schématique.

Nous vous recommandons donc de commencer par le montage 1 et de poursuivre dans l'ordre chronologique, car si vous sautez des montages, vous risquez de manquer des informations précieuses. Si malgré tout, vous décidez de sauter des montages, veillez toutefois à réaliser les montages 1 et 5.

Pour faciliter la lecture, les numéros des lignes et des trous apparaissent dans l'ordre ligne/trou. Autrement dit, l'indication **C15** signifie que vous devez raccorder une pièce au trou **15** de la ligne **C**.



INHOUD

Aan de slag

1) Pret en verrassing

1. Licht- en schemervogel	28
2. Een transistorradio	30
3. Geluidsversterker	31
4. Politiesirene	32
5. Digitale roulette	33
6. IC-orgel	34

2) En nu weer ernstig

7. Licht-telegraaf	34
8. Weerstanden voor beginners	35
9. Parallelle weerstanden	36
10. Hier komt de diode	37
11. De LED, een bijzondere diode	37
12. Elektronische benzinetank	38
13. In serie en parallel geschakelde condensatoren	39
14. Hier is de transistor	40
15. Transistors als schakelaars	41
16. PNP transistorschakelaar	41
17. NPN transistorschakelaar	42
18. Verdraagd licht	42
19. Nachtlampje	43
20. Elektronische schakelklok	43
21. Hoofdletterdisplay	44
22. Kleine-letterdisplay	44
23. Cijferdisplay	45

3) Elektronische "bouwstenen"

24. Invertorcircuit	45
25. De OR poort	46
26. De AND poort	46
27. Gebruik van de NOR poort	47
28. En ten slotte de NAND poort	47
29. Zo werkt een multivibrator	48
30. Eenmalige multivibrator	48
31. Een R-S flip flop	49
32. Een oscillator	49
33. Oscillatie wijzigen met condensator	50
34. Oscillatie wijzigen met voorwerpen	50
35. Meer over de oscillator	51
36. Trek-en-duw oscillator	51
37. Sinusgolf-oscillator met lage vervorming	52

4) Functionele elektronica

38. Stroboscooplamp	52
39. CdS-gestuurde oscillator	53
40. Frequentieverschuivingsoscillator	53
41. Elektronisch staand horloge	54
42. Elektronische metronoom	54
43. Bewegingsdetector	55

44. Deuralarm	55
45. Supersnel display	56
46. Morse oefenen	56
47. Dubbele-T audio-oscillator	57
48. Stroomschakelaar	57
49. Schieten in het donker	58
50. Variabele R-C oscillator	58
51. Tweetonige zoemer	59
52. Zaagtandgolf-oscillator	59
53. Veranderlijke multivibrator	60
54. Monostabiele multivibrator	60
55. Morse oefenen	61
56. Licht met klank	61
57. Hoorapparaatversterker	62
58. Morse oefenen met licht/geluid	62
59. Op licht reagerend inbraakalarm	63
60. DC-DC omzetter	63
61. Afteller	64
62. Frequentieverdubbelaar met transistor	64
63. Volle golf-gelijkrichter met één transistor	65

5) Radiocircuits

64. "Kristalontvanger"	66
65. Gekke transistorradio	67
66. Draadloze codezender	67
67. Waterpeildetector	68
68. IC radio	68
69. Morsecode-zender	69
70. MG/LG-zender	70
71. Orgeluitzending	71

6) Klankenkabinet en geluidsfabriek

72. Tweetonige politiesirene	71
73. Groeistimulator voor planten	72
74. Elektronische specht	72
75. Vissenlokker	73
76. Elektronische regendruppels	73
77. Grafietorgel	74
78. Elektronische motorfiets	74
79. Machinegeweer-impulsdetector	75
80. Elektronische sirene	75
81. Tsjilpende vogel	76
82. Elektronische kat	76
83. Elektronische vogel	77
84. "Griezelfilm"-geluidseffect	77
85. Elektronisch orgel	78
86. Geluidsmachine I	79
87. Geluidsmachine II	80
88. Veeltonige sirene	81
89. Digitaal ritme	81
90. Elektronisch orgel met 2 IC's	82

7) Elektronische besliszers

91. Logische meerderheidspoort	82
92. Elektronisch opgooien	83
93. Elektronisch opgooien II	84

94. Elektronisch opgooien III	84
95. Even of oneven	85
96. Wie drukt het snelst?	85
97. Links of rechts	86
98. BZW-tester	86
99. Fantasielicht	87
100. Schietspel	87
101. LED-stoet	88
102. Elektronische dobbelstenen	88
103. Elektronische roulette	89

8) Met de operationele versterker IC kan veel

104. Hier hebben we de VCO	89
105. Siliciumdiode-zonnecel	90
106. Geïntegreerde schakeling	90
107. Veranderlijke multivibrator met operationele versterker	91
108. Impulsgenerator	91
109. Comparator	92
110. Comparator-experiment	92
111. Comparator met hysterese	93
112. Constante stroombron door operationele versterker	93
113. Niet-omkerende opteller	94
114. Schmitt triggercircuit	94
115. Vertragingstimer	95
116. Impulsfrequentie-verdubbelaar	95
117. Tastschakelaar met operationele versterker	96
118. Vroege vogel	96
119. DC-DC omzetter	97
120. Inverterende versterker	97
121. Niet-inverterende versterker	98
122. Differentiële versterker	98
123. Differentiële outputversterker	99
124. Vermogensversterker met operationele versterker	99
125. Symmetrische versterker zonder transformator	100
126. Differentiële drietrapversterker	100
127. VCO met operationele versterker	101
128. Spanninggestuurde versterker	101
129. V-F omzetter	102
130. F-V omzetter	102
131. Witte-ruisgenerator	103
132. Schuifgenerator	103
133. IC-project met verschillende functies	104
134. Geluidsalarm	104
135. Lichtorgel	105
136. Vibrato-orgel	105

9) Op stap met de vermogensversterker-IC

137. IC-vermogensversterker	106
138. IC-vermogensversterker II	106
139. Oscillator met vermogensversterker-IC	107
140. CdS-gestuurde IC-oscillator	107
141. Faseverschuivingsoscillator	108
142. Intercom	108
143. Waterleidingbuisklank	109
144. Elektronische claxon	109
145. Audio-frequentieoscillator met groot bereik	110

10) Op reis naar Digitalië

146. Schakelcircuit	110
147. RTL-invertor	111
148. RTL-buffer	111
149. RTL OR poort	112
150. RTL AND poort	112
151. Transistor "OR" poort	113
152. Transistor "AND" poort	113
153. Transistor "XOR" poort	114
154. Speciale NAND poort	115
155. DTL OR poort	116
156. DTL AND poort	117
157. DTL NOR poort	117
158. DTL NAND poort	118
159. DTL exclusieve OR poort	118
160. C-MOS invertor	119
161. C-MOS buffer	120
162. C-MOS OR poort	121
163. C-MOS AND poort	121
164. C-MOS AND poort met 3 inputs	122
165. C-MOS NOR poort	122
166. C-MOS NOR poort met 4 inputs	123
167. C-MOS NOR poort met 4 inputs II	124
168. Theorema van De Morgan	125
169. Drempelexcitatie-experiment	125
170. NAND/NOR en transistorschakelaar	126

11) Nog meer avonturen in Digitalië

171. C-MOS XOR poort	127
172. C-MOS NAND doorlaatcircuit	127
173. C-MOS AND doorlaatcircuit	128
174. C-MOS OR doorlaatcircuit	128
175. Eenmalige NAND poort	129
176. C-MOS lijnkiezer	129
177. C-MOS gegevenskiezer	130
178. C-MOS R-S flip-flop	130
179. C-MOS R-S flip-flop II	131
180. Instel/terugstel-zoemer	131
181. Instel/terugstel-zoemer II	132
182. Instel/terugstel-zoemer III	132
183. Tuimelflip-flop met transistor	133
184. NAND tuimelflip-flop	133
185. J-K tuimelflip-flop	134
186. C-MOS veranderlijke multivibrator	134
187. C-MOS J-K flip-flop	135
188. C-MOS D flip-flop	135
189. C-MOS D flip-flop II	136
190. R-S-T flip-flop	136
191. Flip-flop van het T-type	137
192. C-MOS grendelcircuit	137
193. Schuifregister	138
194. Drukschakelaar met NAND poort	138
195. Halve teller	139
196. D-grendel	139
197. Elementair decodeercircuit	140
198. Vermenigvuldiger	140
199. Dubbele multiplexer met 2 inputs	141

200. Tweetraps frequentiedeler	141
--------------------------------------	-----

12) Circuits die tellen

201. Elementair telcircuit	142
202. Synchronische teller	142
203. Asynchronische teller	143
204. Teller met lineaire decodeerde	143
205. Deel-door-4 teller	144
206. Deel-door-4 teller met lineaire decodeerde	144
207. Hoe een lineaire decodeerde werkt	145
208. Veelvoudige teller	145
209. Binaire teller met aflezing	146
210. Deel-door-3 teller met aflezing	146
211. Deel-door-4 teller met aflezing	147
212. Op/afsteller	147
213. Afteller	148
214. Afteller van tien	148
215. Afteller van tien met display	149
216. Instelbare teller	149
217. Hexadecimale teller	150
218. Octale teller	150
219. Willekeurig display	151
220. Tot-tien-teller	151
221. BCD teller met aflezing	152
222. Octale teller met lineaire decodeerde	152
223. Octale teller met aflezing	153
224. Tot-tien-teller met aflezing	153
225. Tot-tien-teller met aflezing II	154

13) De computer komt dichterbij

226. BCD naar 7 segmenten decodeerde	154
227. Volledige opteller	155
228. Decimaal naar binair codeerde	155
229. Binair naar BCD	156
230. Octaal naar BCD	156
231. Hexadecimaal naar BCD	157
232. 3-bits schuifregister	157

14) Pret en verzet in Digitalië

233. VCO door NOR poort	158
234. Uitstelcircuit	158
235. NAND poort toongenerator	159
236. Transistor-timer	159
237. Ruis/signaal speurder	160
238. Impulsrekker	160
239. Tweerichtingsbuffer	161
240. Allerlei invertors	161
241. Elektronische schakelaar	162
242. Toongenerator	162
243. Digitale timer	163
244. Digitale timer II	163
245. Tien-tellen-zoemer	164
246. Wie drukt eerst?	164
247. Knipperend doelwit	165
248. Grijp de acht	165
249. SOS alarm	166

250. Rad van fortuin	166
251. Vier op een rij	167

15) Waar digitaal en analoge elkaar ontmoeten

252. PNM-lichtdimmer	167
253. PWM-lichtdimmer	168
254. DC-DC convertor met C-MOS oscillator	169
255. Absolute-waardeversterker	170
256. Raamcomparator	171
257. Digitale lichtdimmer	172
258. A/D omzetter	172
259. D/A omzetter	173
260. Lichtmeter met digitale aflezing	174

16) Opnieuw naar pret en verrassing

261. Experiment met magnetische inductie	174
262. Elektronische kaars	175
263. Circuit met constante stroom	175
264. De nepteller	176
265. Alfabetflitser	176
266. Twinkelende LED's	177
267. Twinkelende LED's II	177
268. Vertragingstimer II	178
269. Stemniveaumeter	178
270. Overweglichten	179
271. Octaaf-generator	179
272. Zoemende LED	180
273. Zoemende LED junior	180
274. Klanktimer	181
275. Klankstopper	181
276. Grote mond!	182
277. Klank of licht	182
278. Zelf multivibrator spelen	183
279. Anticiperen	184
280. Samen in, samen terug	184

17) Test- en meetcircuits

281. Continuiteit controleren in een circuit	185
282. Akoestische ohmmeter	185
283. Audio-signaalspeurder	186
284. Audio-signaalgenerator	186
285. Metaaldetector	187
286. Regendetector	188
287. Inbraakalarm	188
288. Temperatuurgevoelige audioversterker	189
289. Waterpeildetector	189
290. Batterijcontroletoestel	190
291. Geleidingstester	190
292. IC oscillator/onderdeeltester	191
293. Voltagedalingssalarm	191
294. Transistor-controletoestel	192
295. Stroomafsluitcircuit	192
296. 1 of 0 tester	193
297. 1 of 0 tester II	193
298. Drietraps waterpeilverklikker	194
299. Temperatuuralarm	194
300. Functiegenerator	195

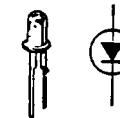
NLEIDING

Met deze "300-in-één" elektronische projectdoos van Maxitronix leer je verschillende elektrische onderdelen kennen, leer je hoe je een schema moet lezen en hoe je 300 projecten kunt opzetten zonder dat je gereedschap nodig hebt of moet solderen. En je zult zien: ze werken alle 300.

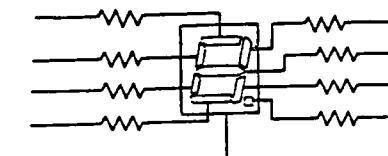
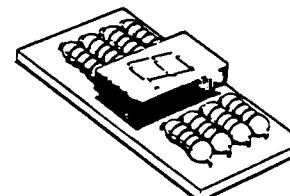
OVER DE ONDERDELEN VAN DE PROJECTDOOS

Ie hebt waarschijnlijk al gezien dat de projectdoos heel wat verschillende aansluitpunten, schakelaars en regelknoppen telt, plus een hoop gekleurde draden en onderdelen die je bij het opbouwen van de projecten zult nodig hebben. We gaan nu uitleggen waarvoor elk van die onderdelen dient, zodat je begrijpt wat elk onderdeel doet en waarom je het bij bepaalde projecten kunt gebruiken.

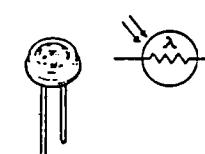
LED's — LED is de Engelse afkorting van "lichtgevende diode". De LED's zitten op de linker bovenhoek van de schakelplaat. Ze werken precies zoals andere dioden (zie volgend hoofdstukje), alleen geven LED's licht wanneer er elektronen doorheen stromen. De hele kit bevat acht LED's.



LED digitaal display — hierin zitten zeven kleine LED's, die we segmenten noemen. De zeven segmenten zijn zo geplaatst dat je er cijfers en enkele letters kunt mee vormen. De weerstanden van het display zijn reeds in de kit aangesloten. Het schemaatje tussen de veer-aansluitpunten naast het display laat zien hoe die weerstanden aangesloten zijn.



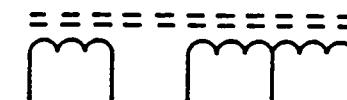
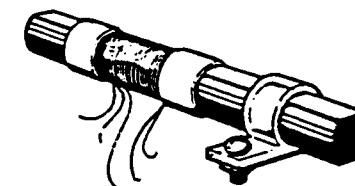
Cadmiumsulfide-cel (CdS-cel) — dit is een speciaal halfgeleidertje dat werkt zoals een regelknop, alleen verandert de weerstand van dit onderdeel volgens de hoeveelheid licht die erop valt. Om de weerstand van een gewone regelknop te veranderen, moet je eraan draaien; om de weerstand van een CdS-cel te veranderen laat je meer of minder licht op de voorkant van de cel vallen.



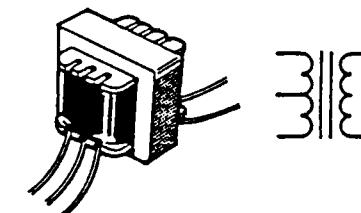
Luidspreker — zet elektrische energie om in geluid dat je kunt horen.



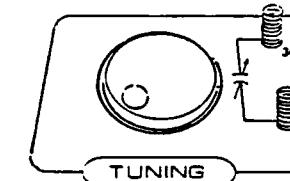
Antennespoel — dit is een spoel die bestaat uit draad die rond een donkere staaf gewonden is; de staaf is gemaakt uit ferriet, een bijzondere vorm van ijzer. Ze wordt in radiocircuits gebruikt om de signalen op te vangen. De antennespoel zit onder het raampje waar "ANTENNA" bij staat.



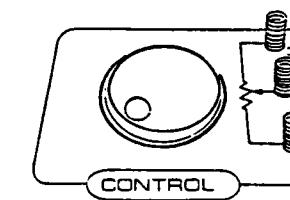
Uitgangstransformator — gemaakt uit plastic waar heel fijne koperdraad honderden keren omheen is gewonden. In het midden van het plastic zitten dunne metalen plaatjes tegen elkaar. De transformator wordt gebruikt om de uitgang van het circuit af te stemmen op de uitgang van de luidspreker of de oortelefoon.



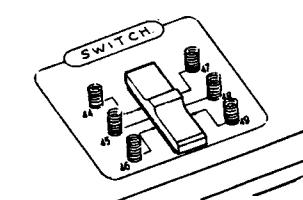
Afstemknop — dit is een condensator met een waarde die verandert wanneer je aan de knop draait. We noemen dit een variabele condensator. Hij wordt in radiocircuits gebruikt om af te stemmen op een bepaalde frequentie.



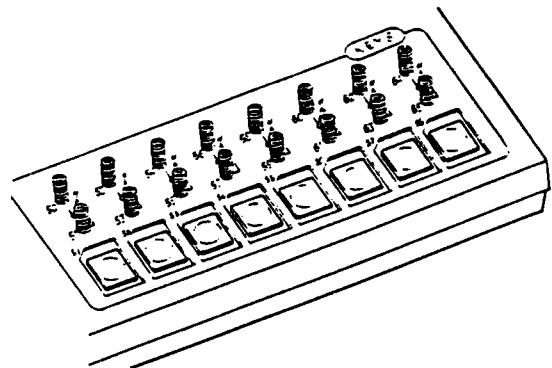
Regelknop — hiermee kun je weerstandswaarden veranderen, zodat je licht, geluidsvolume, beweging en nog veel meer kunt regelen.



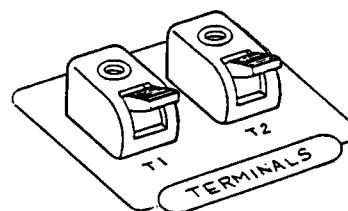
Schakelaar — open of sluit elektrische circuits. De schakelaar die wij gebruiken is tweepolig en dubbelwerkend. Hij kan twee verschillende circuits regelen en ze op twee verschillende manieren laten werken.



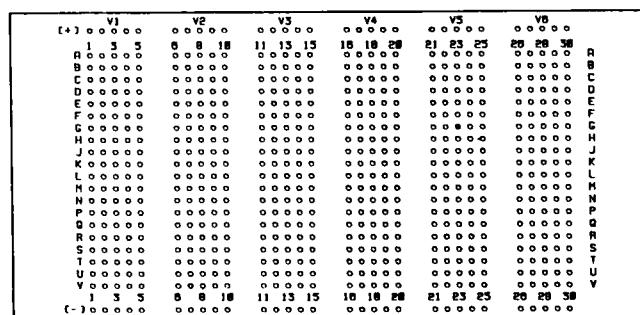
Toetsen — ook dit zijn een soort schakelaars die elektronen laten stromen wanneer je erop drukt. Zodra je de toets loslaat, valt de elektronenstroom stil. Deze kit bevat acht toetsen.



Contactpunten — hierop sluit je externe onderdelen voor deze kit aan, zoals een oortelefoon, antenne, aarding, enz. De kit heeft twee contactpunten, aangeduid met **T1** en **T2**.



Plank — hierop komen de onderdelen die je zult gebruiken om de 300 projecten uit te voeren. De bedrading voor de meeste projecten gebeurt op deze plank, die 665 gaatjes telt. De gaatjes zitten als volgt in horizontale en verticale rijen:



- De onderste rij is verbonden met de negatieve (-) kant van de batterijen. De bovenste rij is verbonden met de positieve (+) kant van de batterijen. Met de overige rijen kun je onderdelen met elkaar en met de onderste en/of bovenste rij verbinden om de projecten uit te voeren.

- Zes groepen van vijf verticale rijen (met uitzondering van de onderste, dus de negatieve (-) rij) geven verschillende aansluitingen, maar binnen elke groep vormen vijf gaatjes naast elkaar telkens eenzelfde aansluitpunt. Zo is binnen de eerste verticale groep het eerste gaatje in rij **A** elektrisch gezien hetzelfde als het tweede, derde, vierde en vijfde gaatje. Het zesde gaatje is anders, want het behoort tot de volgende verticale groep. Een voorbeeld: als je een onderdeel wil aansluiten op rij **B**, eerste groep, dan maakt het niet uit welk van de vijf gaatjes je daarvoor neemt.

- De rijen tussen de bovenste en de onderste zijn aangeduid van **A** tot en met **V** (zonder I en O), de gaatjes per rij zijn genummerd van **1** tot en met **30**.

- De bovenste rij is verdeeld in zes groepen: **V1 - V6**. Elke groep is verbonden met de positieve (+) kant van een batterij: **V1** is verbonden met de eerste batterij; **V2** is rechtstreeks verbonden met de tweede batterij, maar via de tweede ook met de eerste; **V3** is rechtstreeks verbonden met de derde batterij, maar via de derde ook met de tweede en de eerste, enzovoort. Elke batterij levert 1,5 volt. **V1** levert dus 1,5 volt, **V2** 3 volt, enzovoort. Bij het uitvoeren van de projecten zul je vaststellen dat sommige schema's verschillende voltages opgeven voor verschillende onderdelen van het schema. Zorg ervoor dat je dan de juiste voltagegroepen gebruikt.

- De onderste rij is aangeduid met een minteken (-) en een rechte lijn, die erop wijst dat alle gaatjes met hetzelfde punt verbonden zijn. Het maakt niet uit in welk gaatje je een aansluiting maakt.

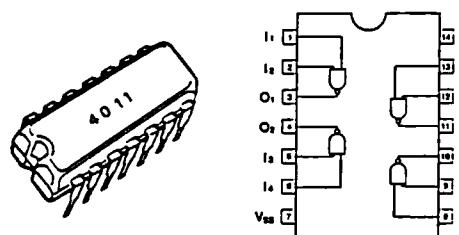
Het totaal aantal aansluitpunten van de plank bestaat dus uit 30 gaatjes in 6 groepen voor de positieve (+) stroomtoevoer, 35 gaatjes in 1 groep voor de negatieve (-) stroomtoevoer en 600 gaatjes in 100 groepen voor het monteren van onderdelen.

AFZONDERLIJKE ONDERDELEN HERKENNEN

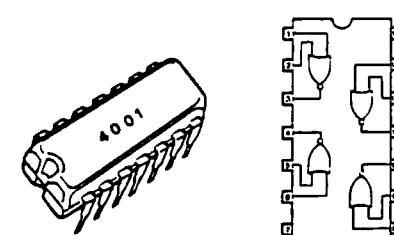
De kit bevat heel wat onderdeeltjes die je nodig hebt om projecten op te bouwen. Gebruik de hierna volgende verklaringen en de tabel in "Een schema lezen" om uit te maken wat de afzonderlijke onderdelen zijn en waarvoor ze dienen.

Geïntegreerde schakeling of IC — dit is een pakket van honderden andere onderdelen (transistors, dioden, weerstanden, enz.). Deze kit bevat zeven soorten IC's. Een IC kan niet werken zonder elektrische stroom. De inkeping op de IC toont de richting van de IC. De pen links van de inkeping is pen 1 van de IC. Tel vervolgens af voor de pennummers. Wanneer je het einde van de IC bereikt, ga je naar rechts en tel je op. Probeer dit tellen met de IC die het nummer 4011 draagt. Als je de pen rechts van de inkeping als pen 14 telt, heb je juist geteld. Onthou dat, want het is heel belangrijk dat je de IC pennummers kent. Aangezien de meeste IC's in de kit zeer gevoelig zijn voor statische elektriciteit, moet je de IC's in hun beschermende antistatische verpakking bewaren wanneer je ze niet gebruikt. Ook moet je de kit gebruiken op plaatsen waar geen statische elektriciteit heerst en raak voor je met een project begint een geaard metalen voorwerp in de buurt aan om statische elektriciteit te ontladen. Dit zijn de verschillende IC's:

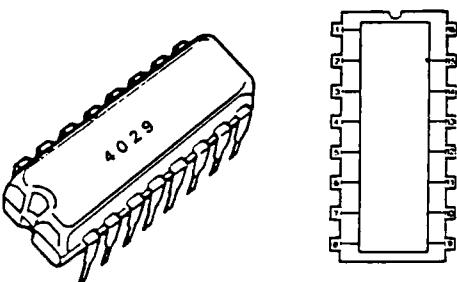
- **NAND IC** — draagt nummer 4011. (Voor of na dat nummer kunnen nog andere letters of cijfers staan, maar dat zijn codes voor IC-fabrikanten; voor onze projecten doen ze niet ter zake.) Deze IC en de NOR IC zijn de poort-IC's. Deze IC's veranderen de status van het outputsignaal volgens het niveau van de inputsignalen. De output van de NAND IC is laag (ongeveer 0 volt) wanneer alle inputs hoog zijn (ongeveer 5 volt). De NAND IC heeft vier NAND poorten. Zie het hierna volgende schema.



- **NOR IC** — draagt nummer 4001. De output van deze IC is laag wanneer één of beide inputs hoog (5 volt) zijn. Zie het hierna volgende schema. Ook deze IC heeft vier poorten.

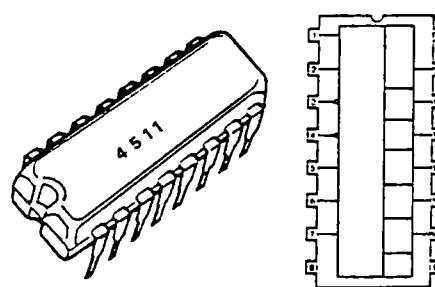


► **Teller-IC** — draagt nummer 4029. Deze IC telt het aantal impulsen dat de ingangspen ontvangt en voert het aantal tellingen uit. Hij telt op twee manieren: binair of binair gecodeerd decimaal (gewoonlijk afgekort tot BCD). De IC kan ook op- of aftellen.

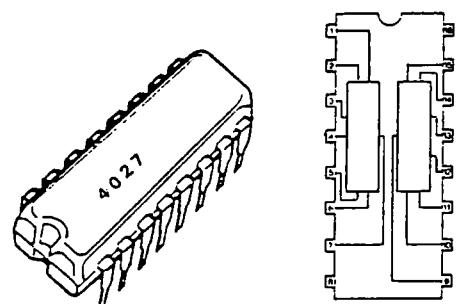


Om de IC te gebruiken als binaire teller moet pen 9 verbonden zijn met 6 volt. Om de IC te gebruiken als BCD-teller, moet pen 9 geaard zijn.

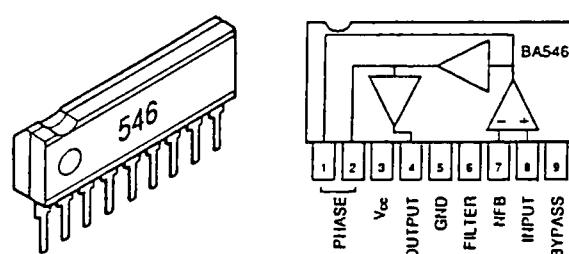
► **Decodeer-IC van BCD naar display** — draagt nummer 4511. Deze IC zet de BCD-input om in een normaal getal en geeft dat weer op het LED-display.



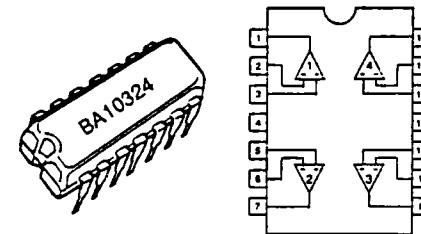
► **Flip-Flop IC** — draagt nummer 4027. Bij invoering van een impuls, verandert de output van de IC. Telkens wanneer hij een signaal ontvangt "flift" en "flopt" de output. Deze IC heeft twee onafhankelijke flip-flop circuits.



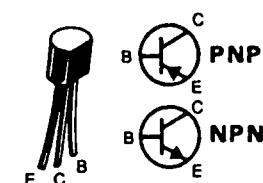
► **Audio-vermogensversterker IC** — is gemerkt met BA546. Deze IC vergroot (versterkt) het niveau van het audio-frequentiesignaal. Audio frequentiesignalen hebben een hoorbaar frequentieniveau.



● **Operationele versterker IC** — is gemerkt met BA10324. In deze kit zul je deze IC meestal gebruiken als vergelijkingsschakeling (comparator). Een comparator vergelijkt het niveau van de twee ingangssignalen. Wanneer het niveau aan het negatieve (−) aansluitpunt hoger is dan het niveau aan het positieve (+) aansluitpunt, wordt de output hoog.



Transistors — hebben drie pennen: de emissor, de collector en de basis, van links naar rechts wanneer de vlakke kant naar je toe is gericht. De transistor verandert de stroom van de collector naar de emissor naargelang van het voltage dat op de basis wordt aangelegd. Dank zij deze eigenschap kun je transistors gebruiken als schakelaar, versterker en oscillator.



Dioden (behalve zenerdiode) — laten elektronen door zich heen stromen in één richting. De elektronen stromen alleen van de cathode naar de anode. Dioden dragen strepen aan de cathode-kant. In schema's worden dioden voorgesteld als driehoekige pijlen. De elektronen stromen tegengesteld aan de richting van de pijl. In deze kit zitten vier soorten dioden:



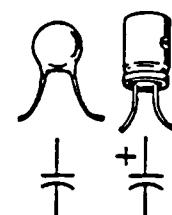
● **Zenerdiode** — heeft een ingesteld standaardvoltage. Wanneer het voltage dat wordt aangelegd in de richting die tegengesteld is aan die van de pijl, hoger is dan dit standaardvoltage, laat de diode de elektronen door. De zenerdiode is de kleinste. Diode van het glazen type. De kit bevat er slechts één.

● **Gelijkrichterdiode** — is zwart. Diode van het plastic type. De kit bevat er slechts één.

● **Germaniumdiode** — is de langste. Diode van het glazen type. De kit bevat er slechts één.

● **Siliciumdioden** — zijn anders dan de drie bovenstaande types. Dioden van het glazen type. De kit bevat er zes.

Condensatoren — dragen een nummer van drie cijfers waaruit je de waarde (elektrostatische capaciteit) kunt afleiden. De eerste twee cijfers duiden de waarde aan, het derde geeft aan hoeveel nullen daarop volgen. Een condensator waarop "104" staat heeft een waarde 10, gevuld door vier nullen. Het is dus een condensator van 100.000 pF (pF is de eenheid van elektrostatische capaciteit). Maar in schema's die je in deze gebruiksaanwijzing vindt, wordt een grotere eenheid gebruikt (μ F) om de waarde van de condensator aan te duiden. 1 μ F is gelijk aan 1.000.000 pF en 100.000 pF is dus 0,1 μ F. Er zijn twee soorten condensatoren:



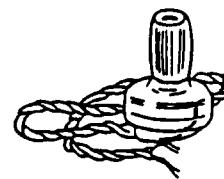
● **Elektrolytische condensatoren** – zijn buisvormig en blauw of grijs met een minteken (–) aan één kant. Bij het uitvoeren van een project moet je de negatieve (–) kant van een elektrolytische condensator juist aansluiten.

● **Keramische schijfcondensatoren** – zijn bruine schijfjes. Je kunt ze op om het even welke wijze aansluiten.

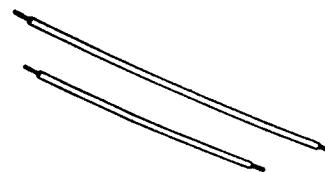
Halfvaste weerstand – regelbare weerstand die in deze kit gebruikt wordt om noten te stemmen.



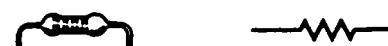
Oortelefoon – hiermee kun je naar geluiden luisteren in plaats van de luidspreker te gebruiken. Hij verbruikt ook minder elektriciteit dan de luidspreker.



Draden – om rijen of kolommen met elkaar te verbinden of om de plank aan te sluiten op een schakelaar of aansluitpunt. Er zijn draden van allerlei lengtes in vijf verschillende kleuren. Alle draden werken op dezelfde manier en verschillen alleen in lengte en kleur opdat je gemakkelijker het soort draad zou vinden dat je wil gebruiken.



Weerstanden – werken de elektronenstroom tegen. Het zijn bruine buisvormige onderdelen met gekleurde banden er omheen. De kleurbanden duiden de waarde van de weerstand aan. De waarde bepaalt hoe sterk de weerstand de elektronenstroom tegenwerkt. De waarde wordt gemeten in een eenheid die we ohm noemen. Voor meer informatie: zie "weerstanden gebruiken".



WEERSTANDEN GEBRUIKEN

Gebruik volgende tabel en verklaring om te leren welke waarde een kleurenband heeft en hoe je hem moet gebruiken.

Zwart	= 0	Groen	= 5
Bruin	= 1	Blauw	= 6
Rood	= 3	Violet	= 7
Oranje	= 3	Grijs	= 8
Geel	= 4	Wit	= 9

Er zijn twee soorten weerstanden: met vier banden en met vijf banden.

Zoek een weerstand met vier banden uit. Hou hem met de gouden band naar rechts. De eerste twee banden van links duiden de waarde aan. Zijn ze rood en rood, dan is de waarde 22. De derde band zegt hoeveel nullen er achter de waarde komen. Als die b.v. geel is, moeten er 4 nullen achter. Het is dan een weerstand van 220.000 ohm. Om die waarde korter weer te geven, gebruiken we het symbool k (=1.000); 220.000 ohm is dan gelijk aan 220k ohm. Zoek de waarde van weerstanden met volgende kleurenbanden:

1. oranje-oranje-rood
2. geel-violet-geel
3. rood-violet-bruin
4. bruin-zwart-groen

De oplossing is:

1. 3.300 ohm of 3,3k ohm
2. 470.000 ohm of 470k ohm
3. 270 ohm
4. 1.000.000 ohm (voor een miljoen gebruiken we een andere letter, nl. de M van Mega. Dit is dus 1M ohm.)

De gouden band wijst erop dat op de waarde een spelling of tolerantie van 5% zit. De eigenlijke weerstandswaarde kan maximaal 5% afwijken van de aangeduide waarde.

Zoek nu weerstanden met vijf banden. Aan één kant zit een rode band, en er zit meer ruimte tussen die rode band en de vier andere banden dan tussen die vier banden onderling. Deze rode band wijst erop dat op de weerstandswaarde een tolerantie van 2% zit.

Hou één van deze weerstanden met de rode tolerantieband naar rechts. Bij deze weerstanden geven de eerste drie banden van links de waarde aan en de vierde (die het dichtst bij de rode band zit) het aantal nullen.

Zo is één van deze weerstanden rood-bruin-grijs-bruin.

De eerste drie banden staan voor de waarde, die dus 218 is. Daar moet één nul bij (bruin is 1), zodat de eigenlijke waarde 2.180 ohm of 2,18k ohm is. (Om een waarde om te zetten naar k ohm moet je gewoon de punt vervangen door een komma.)

SCHEMA'S LEZEN

Elektrische schema's kunnen er op het eerste gezicht moeilijk uitzien, maar zodra je er wat oefening mee hebt zijn ze in feite vrij eenvoudig. Laat je niet ontmoedigen als het in het begin wat verwarring overkomt, want dat is normaal. Spoedig kun je een circuit opbouwen door gewoon naar het schema te kijken.

Op een schema zie je snel wat er precies gebeurt als de aansluiting gebeurd is en hoe de elektronen door het circuit stromen. Een schema is een soort wegenkaart voor elektronische circuits. Technici en ingenieurs elektronica kunnen hele circuits bouwen met alleen een schema als richtlijn. Tijdens het werken met deze kit kun je circuits leren maken op basis van een schema.

Op het hierna volgend schema zie je dat sommige lijnen elkaar kruisen met een stip op de kruising. Dat betekent dat de twee draden die door de lijnen worden voorgesteld, met elkaar verbonden zijn op de plaats van de stip. Twee lijnen die elkaar kruisen zonder stip, zijn draden die niet met elkaar verbonden zijn.

Draden met elkaar verbonden / Draden niet met elkaar verbonden

Vaak staat de stroombron (+en –) voor IC's niet op een schema, zodat het vlotter te lezen is. Zo zijn ook de schema's van deze kit gemaakt. En toch moeten de IC's altijd op een stroombron aangesloten zijn. Om je te tonen hoe dat moet, hebben we de stroomaansluitingen in een apart schemaatje ondergebracht. De andere onderdelen zijn al op de plaat gemonteerd. Zie het nummer van de veeraansluitpunten naast het onderdeel. Verwar dit nummer niet met de pennummers van de IC.

Gebruik volgende tabel om het schema te lezen.

Symbol	Naam	Fysisch	Beschrijving
	R	Weerstand	Werkt elektronenstroom tegen
	Q	PNP Transistor	Wijzigt de stroom van collector naar emissor, afhankelijk van de hoeveelheid spanning die op de basis wordt aangelegd, en omgekeerd (PNP)
		NPN Transistor	
	C	Keramische condensator	Slaat elektrische energie op
		Elektrolytische condensator	
	D	Gelijkrichterdiode Germaniumdiode Siliciumdiode	Laten elektronen slechts in één richting door zich heen stromen
	ZD	Zenerdiode	Laat de elektronen slechts door wanneer het voltage een bepaald niveau overschrijdt
	U	IC 4011 (NAND poort)	Voert laag voltage uit wanneer alle ingangen hoog zijn
	U	IC 4001 (NOR poort)	Voert laag voltage uit wanneer één of beide ingangen hoog zijn
	U	IC 4029 (Teller)	Telt het aantal impulsen aan de ingang en voert het aantal tellingen uit
	U	IC 4511 (Omzetter van BCD naar 7 segmenten)	Decodeert de BCD-input en geeft die weer op het LED-display
	U	IC 4027 (Flip Flop)	Verandert output wanneer de ingang een impuls krijgt
	U	IC BA546 (Audioversterker)	Versterkt het audio-frequentiesignaal
	U	IC BA10324 (Operationele versterker)	Vergelijkt twee ingangssignalen en voert het resultaat uit
	VR	Halfvaste weerstand	Regelbare weerstand

Symbol	Naam	Fysisch	Beschrijving
	LD	LED	Geeft licht wanneer er elektronen doorheen stromen
	LD	Digitaal display	Geeft cijfers of sommige letters weer
	CdS	Cds-cel	Wijzigt weerstandswaarde onder invloed van hoeveelheid licht die erop valt
	SP	Luidspreker	Zet elektrische energie om in hoorbaar geluid
	EP	Oortelefoon	Laat geluiden horen
		Antennespoel	Vangt de radiosignalen op
		Uitgangstransformator	Stemt de uitgang van het circuit af op de luidspreker
	VC	Afstemknop	Laat je afstemmen op een bepaalde frequentie
	VR	Regelknop	Laat je weerstandswaarden veranderen
	SW	Schakelaar	Schakelt elektrische circuits in en uit
	S1	Toets	Laat elektronen stromen wanneer je erop drukt
	T1, T2	Aansluitpunt	Verbindt externe onderdelen

VOORBEREIDING

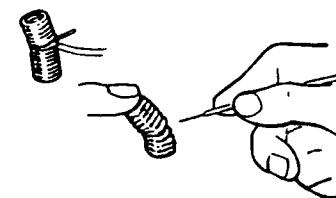
ONDERDELEN SORTEREN

Om het uitvoeren van de projecten te vergemakkelijken kun je best de verschillende onderdelen rangschikken volgens soort, waarde, enz. Gebruik daarvoor kleine doosjes of één doos met vakjes (b.v. een letterkast of een lade van een ijzerwarenrekje) voor elke groep onderdelen. Plak op elk doosje of vakje een etiket, zodat je vlot alles terugvindt. Voorbeeld van een etiket voor vak of doos: "Weerstanden 6,8k".

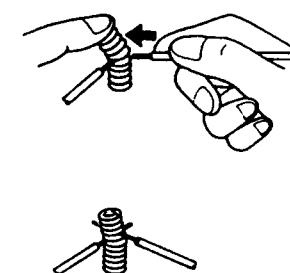
WENKEN VOOR AANSLUITINGEN

Deze projectdoos is voorzien van speciaal ontworpen veercontacten en een eenvoudige montageplank, zodat aansluitingen geen probleem vormen. Hier zijn een paar wenken voor het aansluiten van contacten. Misschien wil je vòòr je met een project begint wat oefenen met aansluitingen.

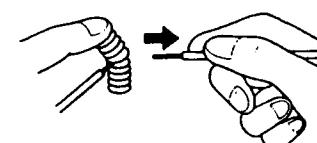
- Om een draad vast te maken aan een veercontact buig je de veer naar één kant en stop je de draad tussen twee windingen van de veer.



- Om meer dan één draad vast te maken aan een veercontact zonder de eerste draad los te maken, buig je de veer naar de kant waarin de eerste draad zit.

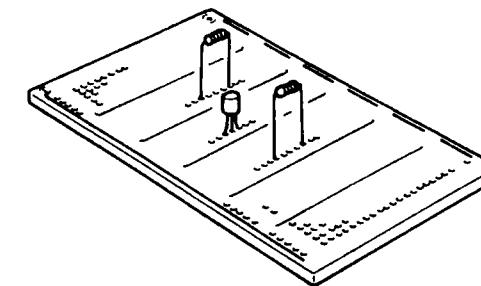


- Voor een goede aansluiting mag je alleen het blote (niet-geïsoleerde) deel van de draad in het veercontact steken. Als je de plastic isolatie vastklemt, krijg je geen elektrisch contact en zal het circuit niet werken.

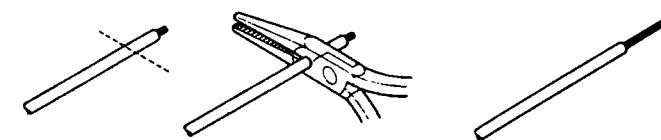


- Om draden uit een veercontact te verwijderen buig je de veer en trek je de draden eruit.

- Om weerstanden, condensatoren en dioden behoorlijk op de montageplank vast te maken moet je ervoor zorgen dat de draadjes van die onderdelen elkaar niet raken. Het kan zijn dat je die draadjes moet buigen of uit elkaar trekken om de vereiste contactpunten te bereiken.

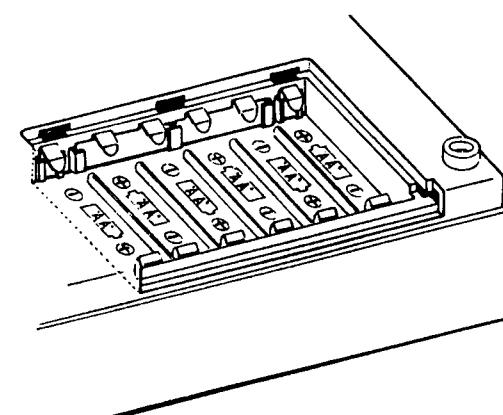


Als je de kit al enige tijd gebruikt hebt, kan het gebeuren dat stukjes blote draad afbreken. In dat geval strip je 1 cm isolatie van het afgebroken uiteinde en je draait de nieuwe blote draad in elkaar. De isolatie afstrippen kun je met een zakmes of met een draadstriptang (verkrijgbaar bij Tandy).



BATTERIJEN AANBRENGEN

De kit werkt op zes AA-batterijen. We raden aan batterijen van Tandy te gebruiken, met catalogusnummer 23-552, die gaan lang mee. Je moet de batterijen zo aanbrengen:



1. Duw op het deksel van het batterijvak en schuif het weg in de richting van de pijl.
2. Stop de batterijen in het vak: de + en - in het vak moeten overeenkomen met de + en - van de batterijen. De + kant van een batterij is de kant met het metalen topje.
3. Zet het deksel weer op z'n plaats.

Als je van plan bent de kit een week of nog langer niet te gebruiken, haal de batterijen er dan uit. Laat ook nooit zwakke of lege batterijen in de kit zitten. Daaruit kunnen immers gevaarlijke stoffen lekken, zelfs bij "lekvrije" batterijen.

DAAR GAAN WE DAN

In dit hoofdstukje gaan we je stap voor stap begeleiden bij de eerste projecten. Daarna laten we je geleidelijk ontdekken hoe je de projecten opbouwt op basis van een schema. Je begint best met project 1 en je gaat dan verder net de projecten zoals ze genummerd zijn. Als je projecten overslaat, mis je misschien belangrijke informatie die je later nodig hebt. Als je dan toch projecten wil overslaan, voltooii dan in elk geval projecten 1 tot en met 5.

Om het lezen te vergemakkelijken hebben we nummers van rijen en gaatjes genoteerd als "rij/gaatje". Stel dat je bij een bepaald project iets moet aansluiten in rij **C**, gaatje **15**, dan schrijven wij: **C15**.

		COLUMN 15					
ROW	C	/1	V2	V3	V4	V5	V6
[+]	1 3 5	8 8 10	11 13 15	18 18 20	21 23 25	28 28 30	
A	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ A
B	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ B
C	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ● C
D	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ D
E	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ E
F	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ F
G	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ G
H	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ H
J	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ J
K	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ K
L	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ L
M	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ M
N	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ N
P	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ P
Q	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ Q
R	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ R
S	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ S
T	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ T
U	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ U
V	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ V
	1 3 5	8 8 10	11 13 15	18 18 20	21 23 25	28 28 30	
[-]	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	

PROJECT 1: LIGHT-CONTROLLED BIRD

Here's an electronic bird that will sing for you from morning till night... but his singing changes as it gets near sundown.

Follow the sections one at a time and step-by-step.

Parts You Need

For this project, you need the following:

One 10k Resistor
One 1K Resistor
One PNP Transistor (Axxx)
One $0.47\ \mu F$ Ceramic Capacitor
One $100\ \mu F$ Electrolytic Capacitor
One $0.1\ \mu F$ Ceramic Capacitor
15 Wires

Connecting Components

Follow these steps or the schematic to make this project.

1. Insert the 10K Resistor in **F11** and **L11**.
2. Insert the 1K Resistor in **G13** and **L13**.
3. Insert the negative side of the electrolytic capacitor in **G15** and the positive side in **J16**.
4. Insert the $.1\ \mu F$ ceramic capacitor in **K17** and **N17**.
5. Insert the $.047\ \mu F$ ceramic capacitor in **L19** and **N19**.
6. Insert the PNP transistor's emitter pin in **J20**, the collector pin in **K20**, and the base pin in **L20**. (The flat side of the transistor faces left).

Connecting Wires

Connect the wires between the holes as indicated or between the hole and terminal. For example, **+V3 - 48** means that you connect a wire to the third section of the positive row of holes and to spring terminal **48**. Connect this wire as instructed.

V10 - (-) means that you connect a wire between Row **V**/Hole **10** and any hole in the last row of holes, which is marked with the negative sign. (**V10** does not have a + sign in front of it so you know it is the Row **V**, Hole **10**, and not the top row of holes). Connect this wire as instructed.

Make the rest of the connections as follows.

A11 - 36, V6 - 40, V8 - 37, V11 - 43, T11 - 42, L15 - L16, A15 - 25, F15 - 26, K16 - 41, N16 - 39, T15 - 27, V15 - 28, J19 - 47.

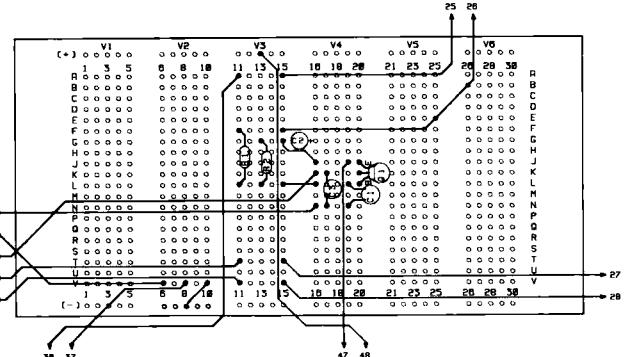
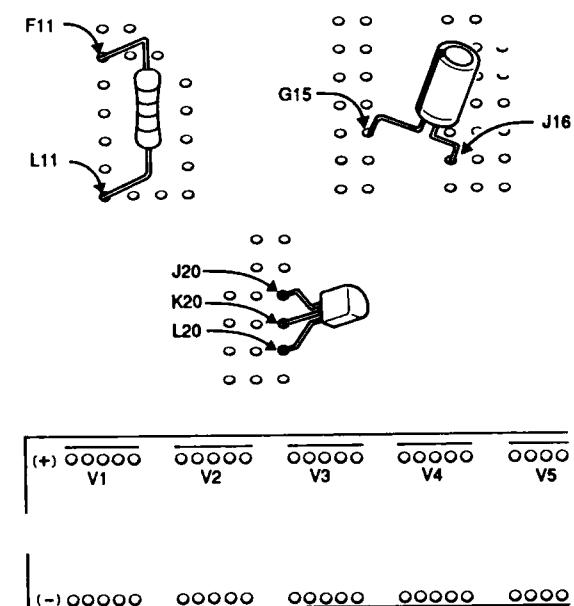
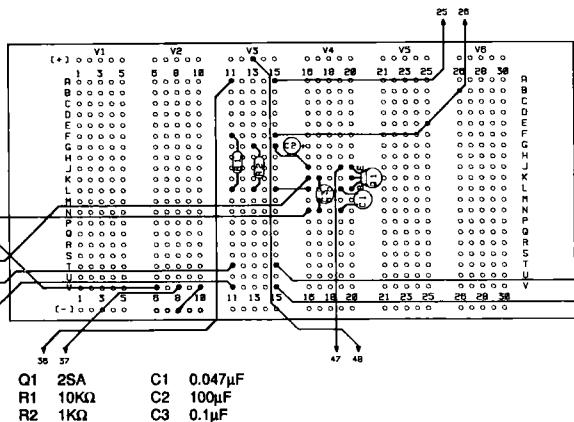
The project should look like the following diagram.

Turning on the Project

Now that you have finished all connections, press the switch toward the word **SWITCH**. This turns on the power. The sound of a chirping bird comes from the **speaker**.

Try varying the amount of light that falls on the **CdS** cell—cover it with your hand or shine a flashlight on it. Notice the chirping becomes faster in bright light. You can also alter the chirping rate by turning **CONTROL**.

If the project does not work as it should, check all connections and see "Tips for Connections."



MONTAGE 1: OISEAU QUI CHANTE AVEC LA LUMIERE

Cet oiseau électronique chantera pour vous du matin au soir, mais modifiera son chant à l'approche du crépuscule.

Suivez les sections de ce montage une à une et pas à pas.

Pièces requises

Pour réaliser ce montage, vous avez besoin des pièces suivantes :

Une résistance de 10 kohms
Une résistance de 1 kohm
Un transistor PNP (Axxx)
Un condensateur céramique de $0,047\ \mu F$
Un condensateur électrolytique de $100\ \mu F$
Un condensateur céramique de $0,1\ \mu F$
15 fils

Raccordement des composants

Pour réaliser ce montage, reportez-vous au diagramme schématique ou suivez la procédure ci-dessous.

1. Insérez la résistance de 10 kohms en **F11** et **L11**.
2. Insérez la résistance de 1 kohm en **G13** et **L13**.
3. Insérez le pôle négatif du condensateur électrolytique en **G15** et son pôle positif en **J16**.
4. Insérez le condensateur céramique de $0,1\ \mu F$ en **K17** et **N17**.
5. Insérez le condensateur céramique de $0,047\ \mu F$ en **L19** et **N19**.
6. Insérez l'émetteur du transistor PNP en **J20**, le collecteur en **K20** et la base en **L20** (en dirigeant le côté plat du transistor vers la gauche).

Raccordement des fils

Raccordez les fils entre les trous de la manière indiquée ou raccordez-les entre le trou et la borne. **+V3 - 48**, par exemple, signifie que vous devez raccorder un fil entre la troisième section de la ligne positive des trous et la borne à ressort **48**. Raccordez donc le fil de la manière indiquée.

V10 - (-) signifie que vous devez connecter un fil entre la ligne **V**/trou **10** et un trou quelconque de la dernière ligne de trous désignée par le signe moins **(-)**. (Comme **V10** ne possède pas de signe + devant lui, vous savez que vous devez raccorder le fil à la ligne **V**, trou **10** et non à la ligne de trous du haut.) Raccordez donc le fil de la manière indiquée.

Effectuez les autres raccordements de la manière suivante : **A11 - 36, V6 - 40, V8 - 37, V11 - 43, T11 - 42, L15 - L16, A15 - 25, F15 - 26, K16 - 41, N16 - 39, T15 - 27, V15 - 28, J19 - 47.**

Votre montage doit en principe ressembler au diagramme ci-dessous.

Mise sous tension du montage

A présent que vous avez terminé tous les raccordements, appuyez sur l'interrupteur pour le faire basculer vers le mot **SWITCH** afin de mettre le montage sous tension. Le **haut-parleur** reproduit le chant d'un oiseau.

Essayez de faire varier la quantité de lumière qui parvient à la cellule **CdS** —en la cachant entre vos mains ou en dirigeant le faisceau d'une lampe de poche sur la cellule. Vous remarquez que le chant de l'oiseau s'accélère en présence d'une lumière intense. Vous pouvez aussi modifier la cadence du chant de l'oiseau en tournant la commande (**CONTROL**).

Si votre montage ne fonctionne pas correctement, vérifiez tous les raccordements et reportez-vous à la section "CONSEILS RELATIFS AUX RACCORDEMENTS".

PROJECT 1: LICHT- EN SCHEMEROVOGEL

Deze elektronische vogel zingt voor jou zolang het klaar is... maar naar zonsondergang toe zingt hij anders.

Voer één gedeelte per keer uit en doe dat stap voor stap.

Benodigde onderdelen

Voor dit project heb je het volgende nodig:

Eén weerstand van 10k
Eén weerstand van 1k
Eén PNP transistor (Axxx)
Eén keramische condensator van $0,047\ \mu F$
Eén elektrolytische condensator van $100\ \mu F$
Eén keramische condensator van $0,1\ \mu F$
15 draden

Onderdelen aansluiten

Volg de beschrijving hieronder of het schema om het project op te bouwen.

1. Steek de weerstand van 10k in **F11** en **L11**.
2. Steek de weerstand van 1k in **G13** en **L13**.
3. Steek de negatieve kant van de elektrolytische condensator in **G15** en de positieve kant in **J16**.
4. Steek de keramische condensator van $0,1\ \mu F$ in **K17** en **N17**.
5. Steek de keramische condensator van $0,047\ \mu F$ in **L19** en **N19**.
6. Steek de emissordaad van de PNP transistor in **J20**, de collectordraad in **K20** en de basisdraad in **L20**. (De platte kant van de transistor staat naar links.)

Draden aansluiten

Sluit de draden aan tussen de opgegeven gaatjes of tussen een gaatje en een veercontact. Zo betekent **+V3 - 48** dat je een draad moet aanbrengen in de derde groep van de positieve rij gaatjes en het andere uiteinde in veercontact nr. **48**. Sluit deze draad aan zoals beschreven.

V10 - (-) betekent dat je een draad moet aanbrengen tussen rij **V**/gaatje **10** en om het even welk gaatje van de onderste rij, die gemerkt is met het minteken. (Voor **V10** staat geen plusteken, zodat je weet dat het om rij **V**, gaatje **10** gaat, en niet om de bovenste rij gaatjes.) Sluit ook deze draad aan.

Breng nu ook de volgende aansluitingen tot stand:

A11 - 36, V6 - 40, V8 - 37, V11 - 43, T11 - 42, L15 - L16, A15 - 25, F15 - 26, K16 - 41, N16 - 39, T15 - 27, V15 - 28, J19 - 47.

Het hele project zou er moeten uitzien zoals op de tekening links.

Aanzetten

Zodra alle aansluitingen gemaakt zijn, duw je de schakelaar naar het woord **SWITCH** toe. Daardoor krijgt het project stroom. Uit de **luidspreker** komt het geluid van een tjilpende vogel.

Luister wat er gebeurt als je de hoeveelheid licht die op de **CdS**-cel valt verandert: bedek de cel met je hand of schijn erop met een zaklamp. De "vogel" gaat sneller tjilpen in fel licht. Je kunt de tjilpsnelheid ook veranderen door aan de knop **CONTROL** te draaien. Als het project niet naar behoren werkt, moet je alle aansluitingen nog eens controleren. Zie "Wenken voor aansluitingen".

How It Works

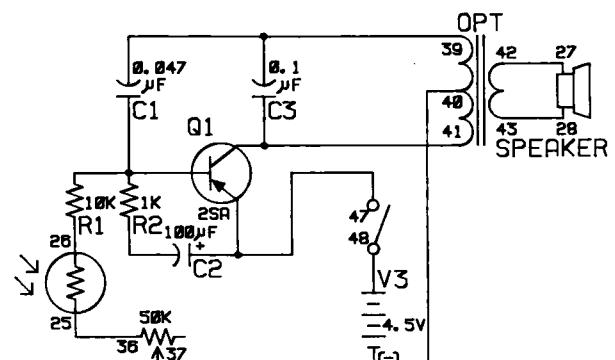
Now it works
First compare your connections to the wiring diagram. Then, compare your connections to the schematic. Notice the different shapes for each component. (See "Reading Schematics").

You see that on the schematic all the parts seem to be connected to each other. So, if you used the schematic to make connections, you would connect the parts so they would connect to each other through the breadboard. For example, find the .047 μ F ceramic capacitor on the schematic by its symbol and C1. Follow the line coming from the top of the capacitor's symbol. You see that C1 connects to the C3 capacitor, terminals **39**, **40**, and **41**, the transistor, all of the resistors, the electrolytic capacitor, terminal **47** and so on.

How can it be connected to all these parts when you only connect it in one place? Remember that all five holes on the same row and same group connect to the same point. For example, if you connect one pin of a resistor to the same row as a capacitor's pin, you are connecting the resistor to the capacitor. Furthermore, if the resistor's other pin connects to a row with a wire that connects to a terminal, you automatically connected the terminal to the resistor and the capacitor.

Now look at the kit. Terminal **25** is a terminal for the **CdS cell** and terminal **36** is a terminal for **CONTROL**. You connected the **CdS cell** to the control. When you turn the **control**, it sends a signal to the **CdS cell** which alters the chirping sound.

Now look at the other parts on the schematic and look at the project you built to see how the parts are connected to each other. This way, you can see how the signals travel from one part to another.



Fonctionnement du montage

Fonctionnement du montage
Comparez d'abord vos raccordements avec le schéma de câblage, puis comparez-les avec le diagramme schématique. Examinez les différentes formes de chaque composant. (Voir "LECTURE D'UN DIAGRAMME SCHEMATIQUE").

Vous remarquez que sur le diagramme schématique, toutes les pièces semblent raccordées les unes aux autres. Autrement dit, si vous aviez effectué vos raccordements conformément au diagramme schématique, vous auriez raccordé les pièces de façon à les connecter entre elles sur la plaque perforée. Retrouvez, par exemple, le condensateur céramique de 0,047 μ F sur le diagramme schématique à l'aide de son symbole et de l'indication C1. Ensuite, suivez la ligne provenant du dessus du symbole du condensateur. Vous remarquez que C1 est raccordé au condensateur C3, aux bornes **39**, **40** et **41**, au transistor, à toutes les résistances, au condensateur électrolytique, à la borne **47**, etc.

Comment peut-il être raccordé à toutes ces pièces alors que vous ne l'avez connecté qu'à un seul endroit? Rappelez-vous que les cinq trous d'une même ligne et d'un même groupe possèdent un point de raccordement identique. Par exemple, si vous raccordez une broche d'une résistance à la même ligne que la broche d'un condensateur, vous raccordez la résistance au condensateur. En outre, si l'autre broche de la résistance est raccordée à une ligne avec un fil connecté à une borne, vous raccordez automatiquement la borne à la résistance et au condensateur.

Examinez à présent votre ensemble de montage. La borne 25 est réservée à la **cellule CdS** et la borne 36, à la commande (**CONTROL**). Vous avez donc raccordé la **cellule CdS** à la commande. Quand vous tournez la **commande**, elle envoie un signal à la **cellule Cds** qui modifie le chant de l'oiseau.

Examinez maintenant les autres pièces du diagramme schématique ainsi que le montage que vous venez de réaliser, de façon à comprendre comment les pièces sont connectées entre elles. Vous voyez comment les signaux voyagent d'une pièce à une autre.

Zo werkt het

Zo werkt het
Vergelijk eerst jouw aansluitingen met de bedradingstekening. Vergelijk ze dan met het schema. Je ziet dat elk onderdeel een andere vorm heeft. (Zie "Schema's lezen".)

Je ziet dat alle onderdelen op het schema met elkaar verbonden lijken te zijn. Als je dus het schema zou gebruiken om aansluitingen te maken, zou je de onderdelen zo aansluiten dat ze met elkaar verbonden zijn via de montageplaat. Zoek b.v. op het schema de keramische condensator van $0,047\mu F$ aan de hand van zijn symbool en C1. Volg de lijn die vertrekt van de bovenkant van het condensatorsymbool. Je ziet dat C1 verbonden is met de C3 condensator, met contactpunten **39**, **40** en **41**, met de transistor, met alle weerstanden, de elektrolytische condensator, contactpunt **47** enzovoort.

Hoe kan hij nu met al die punten verbonden zijn? Jij hebt hem immers maar op één plaats aangesloten! Denk eraan dat de vijf gaten binnen dezelfde groep van een rij verbonden zijn met hetzelfde punt. Als je b.v. één draad van een weerstand aansluit in een gaatje van de rij waarin al een draadje van een condensator zit, verbind je de weerstand met de condensator. En als het andere draadje van de weerstand aangesloten is op een rij waarin al een draad zit die naar een contactpunt loopt, dan heb je dat contactpunt automatisch verbonden met de weerstand en de condensator.

Bekijk nu de projectdoos. Contactpunt **25** is een contactpunt voor de **CdS-cel** en contactpunt **36** is een contactpunt voor de **CONTROL**-knop. Je hebt de **CdS-cel** met de regelknop verbonden. Wanneer je aan de **regelknop** draait, stuurt hij een signaal naar de **CdS-cel**, waardoor het tijlullen verandert.

Bekijk nu de andere delen van het schema en vergelijk ze met het opgebouwde project om na te gaan hoe de onderdelen met elkaar verbonden zijn. Zo kun je zien hoe de signalen van het ene onderdeel naar het andere gaan.

PROJECT 2: A TRANSISTOR RADIO

This project shows you how to make electronic devices from simple basic circuits. This circuit catches the radio frequency, converts it to the sound you can hear, and feeds it to a transistor amplifier.

Parts You Need

One 22k Resistor
One 470k Resistor
One 2.2k Resistor
One PNP Transistor (Axxx)
One 0.01 μ F Ceramic Capacitor
One Germanium Diode
14 Wires

Connecting Components

Follow these steps or the schematic to make this project.

1. Insert the 22K Resistor in **J7** and **G12**.
2. Insert the 470K Resistor in **H13** and **N13**.
3. Insert the 2.2K Resistor in **H12** and **(-)**.
4. Insert the 0.01 μ F ceramic capacitor in **J10** and **J11**.
5. Insert the PNP transistor's emitter pin in **G15**, the collector pin in **H15**, and the base pin in **J15**. (The flat side of the transistor faces left).
6. Insert the cathode pin of the Germanium Diode in **J3**, anode pin in **J6**.
7. Connect the green antenna wire to terminal **33**.
8. Connect the one wire of earphone to the terminal marked **T1** and the other wire to the terminal marked **T2**.
9. Connect the other long green wire between terminal **35** and an earth ground such a cold water pipe.

Connecting Wires

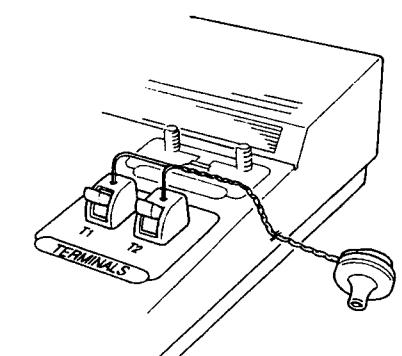
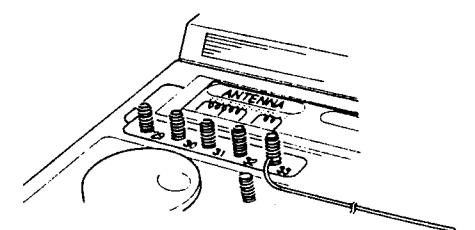
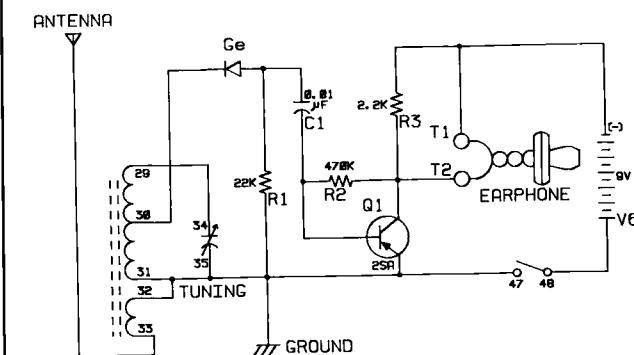
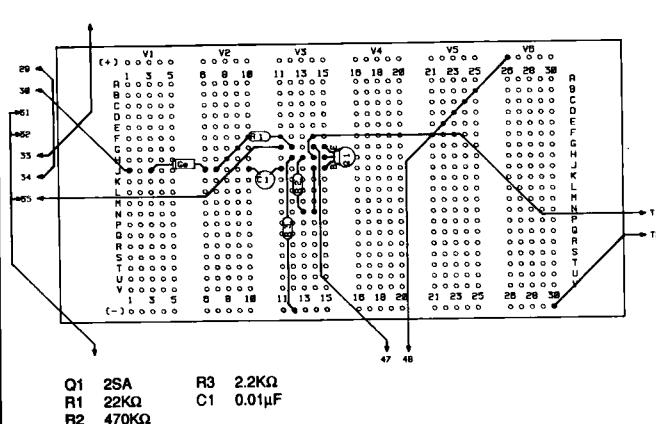
J14 - N14, J1 - 30, G11 - 35 - 32 - 31 - ground, 29 - 34, G14 - 47, H14 - T1, (-) - T2, +V6 - 48.

Turning On the Project

Press the switch toward the word **SWITCH**. This turns on the power. Put the earphone to your ear and slowly rotate the tuning capacitor. You will be able to hear some of the AM broadcast stations in your area.

How it Works

The amplifier in this project amplifies the sound you hear in the earphone. It does not make the radio more sensitive (able to pick up weaker station). More complex radios have circuits which amplify the radio signals before they're changed to the sound.



MONTAGE 2: RADIO A TRANSISTOR

Ce montage va vous montrer comment réaliser des appareils électroniques à partir de simples circuits de base. Ce circuit capte la fréquence d'une station de radio, puis la convertit en sons audibles avant de l'acheminer vers un amplificateur à transistor.

Pièces requises

Une résistance de 22 kohms
Une résistance de 470 kohms
Une résistance de 2,2 kohms
Un transistor PNP (Axxx)
Un condensateur céramique de 0,01 μ F
Une diode au germanium
14 fils

Raccordement des composants

Pour réaliser ce montage, suivez le diagramme schématique ou la procédure ci-dessous.

1. Insérez la résistance de 22 kohms en **J7** et en **G12**.
2. Insérez la résistance de 470 kohms en **H13** et en **N13**.
3. Insérez la résistance de 2,2 kohms en **H12** et **(-)**.
4. Insérez le condensateur céramique de 0,01 μ F en **J10** et en **J11**.
5. Insérez l'émetteur du transistor PNP en **G15**, le collecteur en **H15** et la base en **J15** (en dirigeant le côté plat du transistor vers la gauche).
6. Insérez la cathode de la diode au germanium en **J3** et l'anode en **J6**.
7. Raccordez le fil d'antenne vert à la borne **33**.
8. Raccordez un fil de l'écouteur à la borne **T1** et l'autre fil, à la borne **T2**.
9. Raccordez l'autre long fil vert entre la borne **35** et un point de mise à la masse tel qu'une conduite d'eau froide.

Raccordement des fils

J14 - N14, J1 - 30, G11 - 35 - 32 - 31 - masse, 29 - 34, G14 - 47, H14 - T1, (-) - T2, +V6 - 48.

Mise sous tension du projet

Appuyez sur l'interrupteur pour le faire basculer vers le mot **SWITCH**, afin de mettre le montage sous tension. Insérez l'écouteur dans votre oreille et tournez lentement le condensateur variable. Vous devez en principe entendre les programmes diffusés par certaines stations OM de votre région.

Fonctionnement du montage

L'amplificateur de ce montage amplifie les sons reproduits dans l'écouteur. Il ne rend pas la radio plus sensible (pour lui permettre de capter des stations plus faibles). Les radios plus complexes sont équipées de circuits qui amplifient les signaux radio avant de les transformer en sons audibles.

PROJECT 2: EEN TRANSISTORRADIO

Dit project laat je zien hoe je elektronische toestellen maakt met eenvoudige basiscircuits. Dit circuit vangt de radiofrequentie op, zet die om in hoorbaar geluid en stuurt ze naar een transistorversterker.

Benodigde onderdelen

Eén weerstand van 22k
Eén weerstand van 470k
Eén weerstand van 2,2k
Eén PNP transistor (Axxx)
Eén keramische condensator van 0,01 μ F
Eén germaniumdiode
14 draden

Onderdelen aansluiten

Volg de beschrijving of het schema om dit project op te bouwen.

1. Steek de weerstand van 22k in **J7** en **G12**.
2. Steek de weerstand van 470k in **H13** en **N13**.
3. Steek de weerstand van 2,2k in **H12** en **(-)**.
4. Steek de keramische condensator van 0,01 μ F in **J10** en **J11**.
5. Steek de emissordraad van de PNP transistor in **G15**, de collectordraad in **H15** en de basisdraad in **J15**. (De platte kant van de transistor staat naar links.)
6. Steek de kathodendraad van de germaniumdiode in **J3** en de anodedraad in **J6**.
7. Sluit de groene antennendraad aan op contactpunt **33**.
8. Sluit één draad van de oortelefoon aan op het contactpunt **T1** en de andere draad op het contactpunt **T2**.
9. Leg de andere lange groene draad aan tussen contactpunt **35** en een aardingspunt, b.v. een koudwaterleiding.

Draden aansluiten

J14 - N14, J1 - 30, G11 - 35 - 32 - 31 - aarde, 29 - 34, G14 - 47, H14 - T1, (-) - T2, +V6 - 48.

Aanzetten

Druk de schakelaar naar het woord **SWITCH**. Daardoor krijgt het project stroom. Stop de oortelefoon in je oor en draai langzaam aan de afstemcondensator. Je zult enkele MG/LG zenders uit jouw gebied kunnen horen.

Zo werkt het

De versterker in dit project versterkt het geluid dat je in de oortelefoon hoort. Hij maakt de radio niet gevoeliger (d.w.z. in staat om zwakkere zenders op te vangen). Complexere radio's hebben extra circuits om de radiosignalen te versterken voor ze in geluid worden omgezet.

PROJECT 3: SOUND SCOOPER

Here's a different sort of amplifier. This one lets you listen through your earphone to sounds you send through the **speaker**. Therefore, the **speaker** acts as a microphone.

Parts You Need

One 220k Resistor
 One 1k Resistor
 One 100 ohm Resistor
 One 22k Resistor
 One 470k Resistor
 One 2.2k Resistor
 One NPN Transistor (Cxxx)
 One PNP Transistor (Axxx)
 One 3.3 µF Electrolytic Capacitor
 One 0.1 µF Ceramic Capacitor
 One 100 µF Electrolytic Capacitor
 15 Wires

Connecting Components

Follow these steps or the schematic to make this project.

1. Insert 220K Resistor in **D8** and **H8**.
2. Insert 1K Resistor in **D10** and **G12**.
3. Insert 100 ohm Resistor in **K8** and **P8**.
4. Insert 22k Resistor in **K10** and **N11**.
5. Insert 470k Resistor in **J12** and **N12**.
6. Insert 2.2k Resistor in **N14** and **S14**.
7. Insert the negative side of the 3.3 µF electrolytic capacitor in **G5** and the positive side in **H7**.
8. Insert the 0.1 µF ceramic capacitor in **J10** and **J11**.
9. Insert the negative side of the 100 µF electrolytic capacitor in **G10** and the positive side in **G11**.
10. Insert the NPN transistor's emitter pin in **K6**, the collector pin in **J6**, and the base pin in **H6**. (The flat side of the transistor faces.)
11. Insert the PNP transistor's emitter pin in **G15**, the collector pin in **H15**, and the base pin in **J15**. (The flat side of the transistor faces left.)
12. Insert one wire of earphone to the terminal marked **T1** and the other wire to the terminal marked **T2**.

Connecting Wires

G1 - 41, P6 - 39, P10 - S11, S12 - (-), T16 - 42, V16 - 43, G14 - 47, N15 - T1, S15 - T2, T20 - 27, V20 - 28, +V6 - 48, G9 - P9, D7 - J7, H13 - N13.

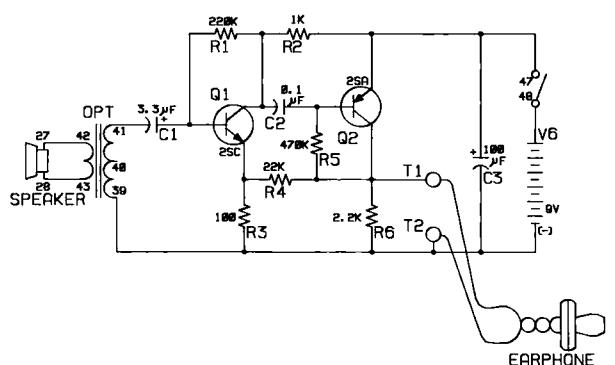
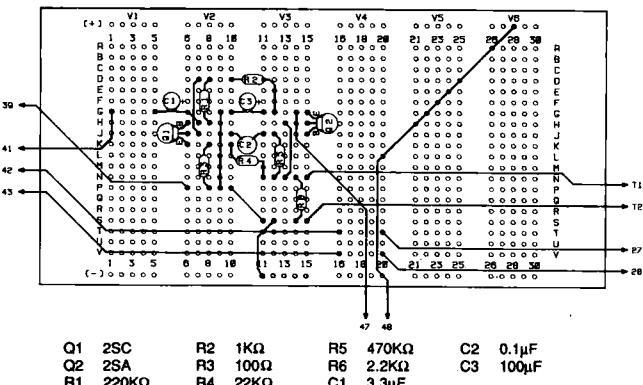
Turning On the Project

Press the switch toward the word **SWITCH**. Put the earphone to your ear. Now rub your fingers across the speaker and tap the front of the **speaker**. What do you hear?

How it Works

We know a speaker gives off sounds, but did you know that it can also work as a microphone? It can because the magnet in the speaker gives off weak electric currents whenever sound waves strike it.

Normally a speaker doesn't make a good microphone. But in this circuit we have enough amplification to make a microphone. Notice that we use two transistors in this project for increased amplification.



MONTAGE 3: L'ÉCOUTEUR QUI PARLE

Cet autre type d'amplificateur vous permet d'entendre dans l'écouteur les sons captés par le **haut-parleur** qui fait ainsi office de micro.

Pièces requises

Une résistance de 220 kohms
 Une résistance de 1 kohms
 Une résistance de 100 ohms
 Une résistance de 22 kohms
 Une résistance de 470 kohms
 Une résistance de 2,2 kohms
 Un transistor NPN (Cxxx)
 Un transistor PNP (Axxx)
 Un condensateur électrolytique de 3,3 µF
 Un condensateur céramique de 0,1 µF
 Un condensateur électrolytique de 100 µF
 15 fils

Raccordement des composants

Pour réaliser ce montage, suivez le diagramme schématique ou la procédure ci-dessous.

1. Insérez la résistance de 22 kohms en **D8** et en **H8**.
2. Insérez la résistance de 1 kohms en **D10** et en **G12**.
3. Insérez la résistance de 100 ohms en **K8** et en **P8**.
4. Insérez la résistance de 22 kohms en **K10** et en **N11**.
5. Insérez la résistance de 470 kohms en **J12** et en **N12**.
6. Insérez la résistance de 2,2 kohms en **N14** et en **S14**.
7. Insérez le pôle négatif du condensateur électrolytique de 3,3 µF en **G5** et son pôle positif en **H7**.
8. Insérez le condensateur céramique de 0,1 µF en **J10** et en **J11**.
9. Insérez le pôle négatif du condensateur électrolytique de 100 µF en **G10** et son pôle positif en **G11**.
10. Insérez l'émetteur du transistor NPN en **K6**, le collecteur en **J6** et la base en **H6** (en dirigeant le côté plat du transistor vers la droite).
11. Insérez l'émetteur du transistor PNP en **G15**, le collecteur en **H15** et la base en **J15** (en dirigeant le côté plat du transistor vers la gauche).
12. Insérez un fil de l'écouteur dans la borne **T1** et l'autre fil, dans la borne **T2**.

Raccordement des fils

G1 - 41, P6 - 39, P10 - S11, S12 - (-), T16 - 42, V16 - 43, G14 - 47, N15 - T1, S15 - T2, T20 - 27, V20 - 28, +V6 - 48, G9 - P9, D7 - J7, H13 - N13.

Mise sous tension du montage

Appuyez sur l'interrupteur pour le faire basculer vers le mot **SWITCH**, puis insérez l'écouteur dans votre oreille. Ensuite, tapez du doigt la face avant du **haut-parleur**. Qu'entendez-vous?

Fonctionnement du circuit

Vous savez que les haut-parleurs émettent des sons, mais savez-vous qu'ils peuvent aussi faire office de micro? Cela est dû à l'aimant du haut-parleur qui libère de petits courants électriques dès que des ondes sonores le frappent.

En principe, un haut-parleur ne remplace pas un bon micro mais ce circuit possède une amplification suffisante pour constituer un micro. Vous remarquerez aussi que nous avons utilisé deux transistors dans ce montage afin d'accroître l'amplification.

PROJECT 3: GELUIDSVERSTERKER

Dit is een ander soort versterker, die je via de oortelefoon geluiden laat beluisteren die je door de **luidspreker** stuurt.

Benodigde onderdelen

Eén weerstand van 220k
 Eén weerstand van 1k
 Eén weerstand van 100 ohm
 Eén weerstand van 22k
 Eén weerstand van 470k
 Eén weerstand van 2,2k
 Eén NPN transistor (Cxxx)
 Eén PNP transistor (Axxx)
 Eén elektrolytische condensator van 3,3µF
 Eén keramische condensator van 0,1µF
 Eén elektrolytische condensator van 100µF
 15 draden

Onderdelen aansluiten

Volg de beschrijving of het schema om het project op te bouwen.

1. Steek de weerstand van 220k in **D8** en **H8**.
2. Steek de weerstand van 1k in **D10** en **G12**.
3. Steek de weerstand van 100 ohm in **K8** en **P8**.
4. Steek de weerstand van 22k in **K10** en **N11**.
5. Steek de weerstand van 470k in **J12** en **N12**.
6. Steek de weerstand van 2,2k in **N14** en **S14**.
7. Steek de negatieve kant van de elektrolytische condensator van 3,3µF in **G5** en de positieve kant in **H7**.
8. Steek de keramische condensator van 0,1µF in **J10** en **J11**.
9. Steek de negatieve kant van de elektrolytische condensator van 100µF in **G10** en de positieve kant in **G11**.
10. Steek de emissordaad van de NPN transistor in **K6**, de collectordaad in **J6** en de basisdraad in **H6**. (De platte kant van de transistor staat naar rechts.)
11. Steek de emissordaad van de PNP transistor in **G15**, de collectordaad in **H15** en de basisdraad in **J15**. (De platte kant van de transistor staat naar links.)
12. Steek één draad van de oortelefoon in het contactpunt **T1** en de andere draad in het contactpunt **T2**.

Draden aansluiten

G1 - 41, P6 - 39, P10 - S11, S12 - (-), T16 - 42, V16 - 43, G14 - 47, N15 - T1, S15 - T2, T20 - 27, V20 - 28, +V6 - 48, G9 - P9, D7 - J7, H13 - N13.

Aanzetten

Duw de schakelaar naar het woord **SWITCH**. Stop de oortelefoon in je oor. Wrijf nu met je vingers over de **luidspreker** en tik op de voorkant van de **luidspreker**. Wat hoor je?

Zo werkt het

We weten dat uit een luidspreker geluid komt, maar wist je ook dat een luidspreker als microfoon kan werken? Dat komt doordat de magneet in de luidspreker zwakke elektrische stroomjes opwekt wanneer er geluidsgolven op terechtkomen.

Normaal gezien is een luidspreker geen denderende microfoon. Maar in dit circuit hebben we voor voldoende versterking gezorgd om toch een goede microfoon te krijgen. Merk op dat we twee transistors gebruiken om een grotere versterking te bereiken.

PROJECT 4: AMERICAN PATROL CAR SIREN

Wouldn't you like to make a siren of your own that sounds just like the patrol car siren? This project lets you use your creative mind to produce the sound of a real police car siren.

Parts you need

Two 1K Resistors
 Two 22K Resistors
 One 270 ohm Resistor
 One 47K Resistor
 One 27K Resistor
 One 470 ohm Resistor
 Four NPN Transistors
 Two 0.047 μ F Ceramic Capacitors
 One 0.01 μ F Ceramic Capacitor
 One 10 μ F Electrolytic Capacitor
 One 100 μ F Electrolytic Capacitor
 14 Wires

Connecting Components

Follow these steps or the schematic to make this project.

1. Insert 1K Resistor in **B17** and **H17**.
2. Insert 1K Resistor in **L10** and **S11**.
3. Insert 22K Resistor in **G18** and **N18**.
4. Insert 22K Resistor in **G23** and **N23**.
5. Insert 270 ohm Resistor in **B19** and **B23**.
6. Insert 47K Resistor in **M14** and **S14**.
7. Insert 27K Resistor in **S17** and (-).
8. Insert 470 ohm Resistor in **J11** and **L8**.
9. Insert the 0.047 μ F ceramic capacitor in **H20** and **L19**.
10. Insert the 0.047 μ F ceramic capacitor in **G20** and **H21**.
11. Insert the 0.01 μ F ceramic capacitor in **M12** and **S12**.
12. Insert the negative side of the 100 μ F electrolytic capacitor in (-) and the positive side in **N22**.
13. Insert the negative side of the 10 μ F electrolytic capacitor in **M13** and the positive side in **J13**.
14. Insert the NPN transistor's emitter pin in **J16**, the collector pin in **H16**, and the base pin in **G16**. (The flatside of the transistor faces right.)
15. Insert the NPN transistor's emitter pin in **J25**, the collector pin in **H25**, and the base pin in **G25**. (The flatside of the transistor faces right.)
16. Insert the NPN transistor's emitter pin in **N25**, the collector pin in **P25**, and the base pin in **Q25**. (The flatside of the transistor faces left.)
17. Insert the NPN transistor's emitter pin in **U20**, the collector pin in **T20**, and the base pin in **S20**. (The flatside of the transistor faces right.)

Connecting Wires

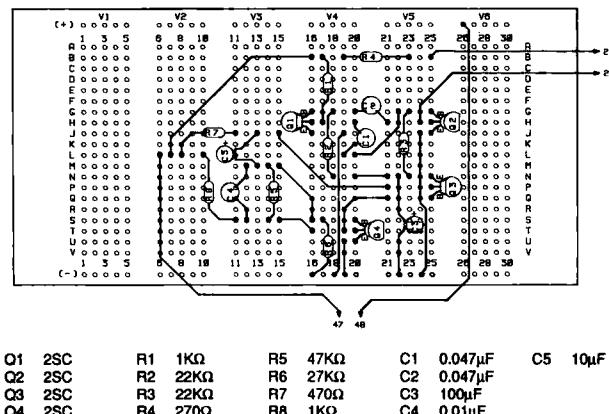
(+)V6-48,J19-(-),J24-(-),U19-(-),B16-L7,B25-27,G22-L20, H24-28,J15-P21,L6-47,M15-S16,N20-21,Q21-T19,S15-T16.

Turning On the Project

Press the switch toward the word SWITCH. Then you can hear the siren sound.

How it Works

The siren sound is produced by a circuit called astable multivibrator. You will learn more on this circuit in the later section of this manual.



PROJECT 5: DIGITAL ROULETTE

Let's make an electronic roulette wheel that can display one of the numbers 0 - 9, using a counter IC and a 7-segment **LED display**.

Parts you need

Two 100K Resistors
One 0.1 μ F Ceramic Capacitor
One C-MOS IC 4011
One C-MOS IC 4029
One C-MOS IC 4511
40 Wires

read...

Connecting Components

1. Insert 100K Resistor in **P2** and **V2**.
2. Insert 100K Resistor in **Q1** and **V1**.
3. Insert the 0.1 μ F ceramic capacitor in **U7** and **V5**.
4. Insert the C-MOS 4011's pin1 in **N5** and pin 8 in **U6**.
5. Insert the C-MOS 4029's pin1 in **B5** and pin 9 in **J6**.
6. Insert the C-MOS 4511's pin1 in **B15** and pin 9 in **J16**.

Connecting Wires

(+)V3 - 48, (-) - 50, J12 - (-), U4 - (-), B4 - D4, B10 - D11, B11 - G10, B17 - D14, C3 - G11, C9 - S9, C11 - D10, C20 - 17, D3 - E3, D13 - E13, D20 - 20, E2 - F2, E4 - E7, E8 - F8, E11 - H10, E20 - 18, F3 - J3, F12 - 21, F14 - J14, F20 - 19, G2 - H11, G20 - 24, H8 - N8, H20 - 23, J4 - J7, J10 - J11, J20 - 22, N4 - P4, N7 - P7, N10 - 47, P8 - Q8, Q3 - S3, R4 - T7, S4 - T4, T8 - U8, V3 - 51.

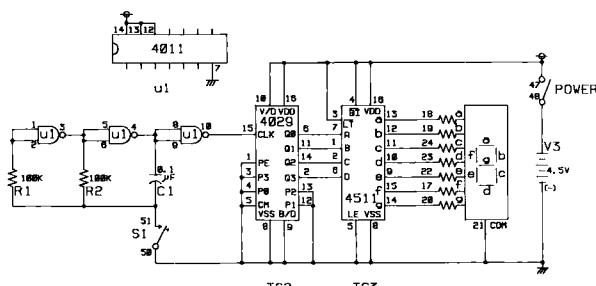
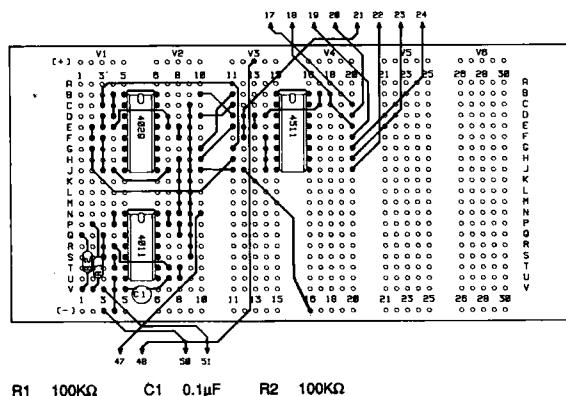
Turning On the Project

Press the switch toward the word **SWITCH**. This turn on the power. Then press the **S1** key. You can see to start moving the 7-segment **LED display**.

How It Works

The roulette wheel starts turning at a very high speed. What is the number on the display? It looks like "8", doesn't it? Actually, the numbers 0 - 9 appear in order, very rapidly. Press **S1**, and display stops at one number.

You can enjoy playing this electronic roulette as many times as you want. Release **S1** and press it again.



MONTAGE 5: ROULETTE NUMÉRIQUE

Voici comment fabriquer une roulette électronique capable d'afficher un chiffre compris entre 0 et 9, à l'aide d'un circuit intégré compteur et de l'**affichage LED** à 7 segments.

Pièces requises

Deux résistances de 100 kohms
Un condensateur céramique de 0,1 μ F
Un CI C-MOS 4011
Un CI C-MOS 4029
Un CI C-MOS 4511
40 fils

Raccordement des composants

1. Insérez une résistance de 100 kohms en **P2** et en **V2**.
2. Insérez une résistance de 100 kohms en **Q1** et en **V1**.
3. Insérez le condensateur céramique de 0,1 μ F en **U7** et en **V5**.
4. Insérez la broche 1 du CI C-MOS 4011 en **N5** et la broche 8 en **U6**.
5. Insérez la broche 1 du CI C-MOS 4029 en **B5** et la broche 9 en **J6**.
6. Insérez la broche 1 du CI C-MOS 4511 en **B15** et la broche 9 en **J16**.

Raccordement des fils

(+)V3 - 48, (-) - 50, J12 - (-), U4 - (-), B4 - D4, B10 - D11, B11 - G10, B17 - D14, C3 - G11, C9 - S9, C11 - D10, C20 - 17, D3 - E3, D13 - E13, D20 - 20, E2 - F2, E4 - E7, E8 - F8, E11 - H10, E20 - 18, F3 - J3, F12 - 21, F14 - J14, F20 - 19, G2 - H11, G20 - 24, H8 - N8, H20 - 23, J4 - J7, J10 - J11, J20 - 22, N4 - P4, N7 - P7, N10 - 47, P8 - Q8, Q3 - S3, R4 - T7, S4 - T4, T8 - U8, V3 - 51.

Mise sous tension du projet

Appuyez sur l'interrupteur pour le faire basculer vers le mot **SWITCH**, afin de mettre le montage sous tension. Ensuite, appuyez sur le manipulateur **S1**. Vous remarquez que l'**affichage LED** à 7 segments commence à bouger.

Fonctionnement du montage

La roulette commence à tourner très rapidement. Quel chiffre apparaît sur l'affichage? N'est-ce pas le "8"? En réalité, tous les chiffres compris entre 0 et 9 apparaissent très rapidement et dans l'ordre sur l'affichage. Appuyez sur le manipulateur **S1**. L'affichage s'arrête sur un chiffre.

Vous pouvez jouer avec cette roulette électronique autant de fois que vous le désirez. Il vous suffit de relâcher le manipulateur **S1** puis de l'enfoncer à nouveau.

PROJECT 5: DIGITALE ROULETTE

Laten we nu een elektronisch roulettewiel maken dat één van de cijfers 0 - 9 kan weergeven. We gebruiken een teller-IC en een **LED-display** met 7 segmenten.

Benodigde onderdelen

Twee weerstanden van 100k
Eén keramische condensator van 0,1 μ F
Eén C-MOS IC 4011
Eén C-MOS IC 4029
Eén C-MOS IC 4511
40 draden

Onderdelen aansluiten

1. Steek een weerstand van 100k in **P2** en **V2**.
2. Steek een weerstand van 100k in **Q1** en **V1**.
3. Steek de keramische condensator van 0,1 μ F in **U7** en **V5**.
4. Steek pen 1 van de C-MOS 4011 in **N5** en pen 8 in **U6**.
5. Steek pen 1 van de C-MOS 4029 in **B5** en pen 9 in **J6**.
6. Steek pen 1 van de C-MOS 4511 in **B15** en pen 9 in **J16**.

Draden aansluiten

(+)V3 - 48, (-) - 50, J12 - (-), U4 - (-), B4 - D4, B10 - D11, B11 - G10, B17 - D14, C3 - G11, C9 - S9, C11 - D10, C20 - 17, D3 - E3, D13 - E13, D20 - 20, E2 - F2, E4 - E7, E8 - F8, E11 - H10, E20 - 18, F3 - J3, F12 - 21, F14 - J14, F20 - 19, G2 - H11, G20 - 24, H8 - N8, H20 - 23, J4 - J7, J10 - J11, J20 - 22, N4 - P4, N7 - P7, N10 - 47, P8 - Q8, Q3 - S3, R4 - T7, S4 - T4, T8 - U8, V3 - 51.

Aanzetten

Druk de schakelaar naar het woord **SWITCH**. Daardoor krijgt het project stroom. Druk dan op toets **S1**. Je kunt zien hoe het **LED-display** begint te bewegen.

Zo werkt het

Het roulettewiel begint zeer snel te draaien. Welk cijfer zie je op het display? Het lijkt wel een "8", niet? In feite verschijnen de cijfers 0 - 9 zeer snel na elkaar. Druk op **S1**, en het display stopt bij één cijfer.

Je kunt met deze elektronische roulette zo vaak spelen als je wil. Laat **S1** los en druk er opnieuw op.

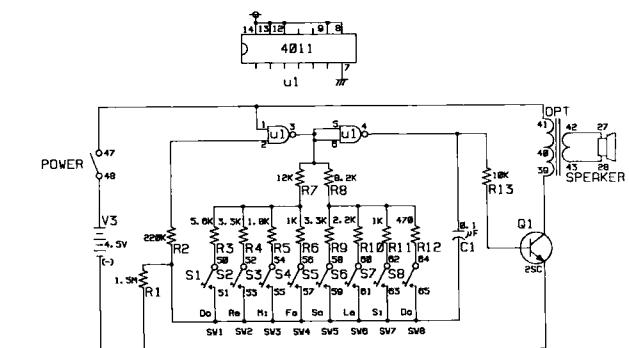
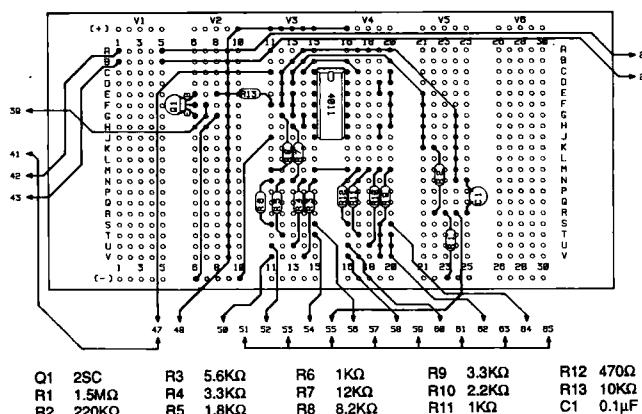
PROJECT 6: IC ORGAN

From this project on, we will show you only the schematic diagram and the wiring diagram. If you feel uncertain, refer back to previous projects and get the knack on how to do the wiring.

We'll now make an electronic organ that can produce a sound over a full octave, using three ICs. The sound is amplified by transistor Q1 so you can hear.

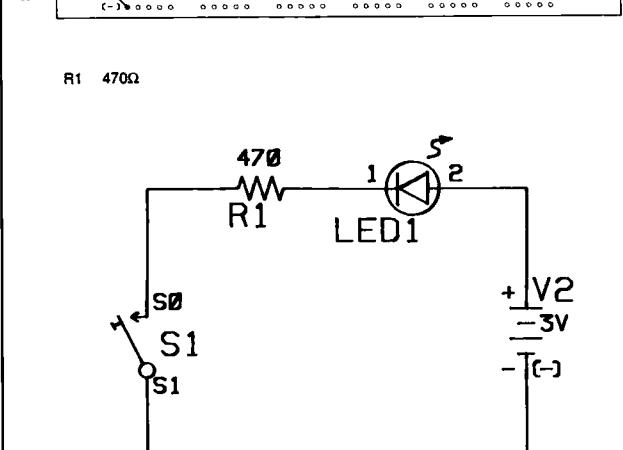
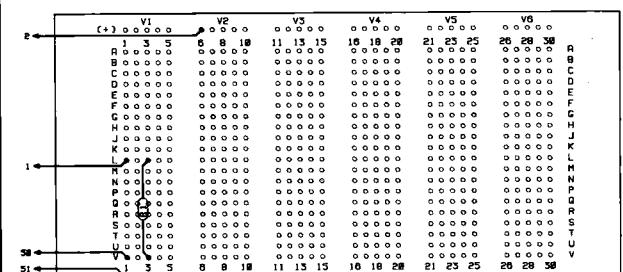
The diagrams might seem a little complex, but try building it anyway -- you will find it is not so difficult as you expected. Yes, the electronics are not too difficult as you would have imagined: even the sophisticated computer is the combination of many simple basic circuits.

When you finish wiring up the project, switch power ON and press the keys in turn from S1 to S2, S3 ... and the organ plays the scale from do, re, mi, fa, and so on. Don't press two switches at a time; the organ makes an entirely different sound.



PROJECT 7: LIGHT TELEGRAPH

When you finish the wiring, press S1. The **LED 1** lights. It is simple enough, but it points out a couple of interesting things. When the key is open (upright position) the electrons cannot flow. This is called an open circuit. When the key is pressed down, the gap is closed and electrons can flow through the project. This is called a closed circuit. You can trace the flow of electrons in a circuit by looking at the schematic. In this project, you can see electrons flow from the negative side of the batteries through the key. They then go through the resistor, **LED** and back to the batteries at the positive side.



MONTAGE 6: ORGUE ELECTRONIQUE

A partir de ce montage, vous ne disposerez plus que du diagramme schématique et du plan de câblage. Si vous n'êtes pas certain de pouvoir mener à bien ce montage, reportez-vous aux montages précédents et apprenez à réaliser un câblage.

Nous allons à présent réaliser un orgue électrique capable de produire un son sur toute une octave, à l'aide de trois circuits intégrés. Le transistor Q1 amplifie les sons pour que vous puissiez les entendre.

Même si les diagrammes schématiques vous semblent relativement complexes, essayez malgré tout de réaliser ce montage -- vous verrez que ce n'est pas si difficile que cela en a l'air. En réalité, l'électronique n'est pas aussi compliquée que vous l'imaginez. Même les ordinateurs les plus sophistiqués ne sont que des combinaisons de nombreux circuits de base très simples.

Une fois le câblage du montage terminé, placez l'interrupteur sur la position de marche et appuyez successivement sur les manipulateurs S1, S2, S3, ... afin que l'orgue reproduise la gamme de notes do, ré, mi, fa, etc. Evitez d'appuyer simultanément sur deux manipulateurs, sinon l'orgue produit un son totalement différent.

PROJECT 6: IC-ORGEL

Vanaf dit project krijg je alleen nog het schema en het bedradingsschema. Als je je niet zeker voelt, ga dan even terug naar vorige projecten om het bedraden onder de knie te krijgen.

Nu maken we een elektronisch orgel waarmee je een heel octaaf noten kunt spelen. We gebruiken daarvoor drie IC's. Het geluid wordt versterkt door transistor Q1, zodat je het kunt horen.

De diagrammen zien er misschien ingewikkeld uit, maar probeer het orgel toch maar te bouwen -- je zult ondervinden dat het niet zo moeilijk is als je verwachtte. Jaja, elektronica is niet té moeilijk, wat je misschien gedacht had: zelfs de meest gesofistikeerde computer is een combinatie van heel wat elementaire circuits.

Zodra de bedrading klaar is, zet je de stroom aan en druk je achtereen volgens op de toetsen S1, S2, S3... Het orgel speelt een heel octaaf: do, re, mi, fa, etc. Enzovoort. Druk niet op twee toetsen tegelijk; het orgel maakt dan een totaal ander geluid.

PROJECT 7: LICHT-TELEGRAAF

Zodra de bedrading klaar is, druk je op **S1**. **LED 1** gaat branden. Doodeenvoudig, maar je leert er een paar interessante dingen mee. Wanneer de toets omhoog staat, kunnen de elektronen niet stromen. Dat noemen we een open circuit. Wordt de toets ingedrukt, dan sluiten we de opening en kunnen de elektronen door het project stromen. Dat noemen we een gesloten circuit. De elektronenstroom in een circuit kun je volgen door naar het schema te kijken. In dit project zie je dan dat elektronen van de negatieve kant van de batterijen door de toets lopen. Vandaar gaan ze door de weerstand, de **LED** en via de positieve kant weer naar de batterijen.

MONTAGE 7: TELEGRAPHE LUMINEUX

Une fois le câblage terminé, appuyez sur **S1**. La diode **LED 1** s'allume. Bien que ce montage soit relativement simple, il permet de mettre en évidence plusieurs principes intéressants. Quand le manipulateur est ouvert (position levée), les électrons ne circulent pas. Le circuit est ouvert. Quand le manipulateur est en position abaissée, l'ouverture est fermée et les électrons peuvent circuler dans le montage. Le circuit est alors fermé. Vous pouvez suivre le flux d'électrons dans un circuit en examinant son diagramme schématique. Dans ce montage, les électrons circulent du pôle négatif des piles vers le manipulateur. Ensuite, ils passent dans la résistance et la diode **LED** avant de rejoindre le pôle positif des piles.

PROJECT 8: INTRODUCING THE RESISTOR

We've been using resistors in almost all of the projects up to this point. But we've never mentioned exactly what resistors do in a circuit. Here's an experiment to let us find out.

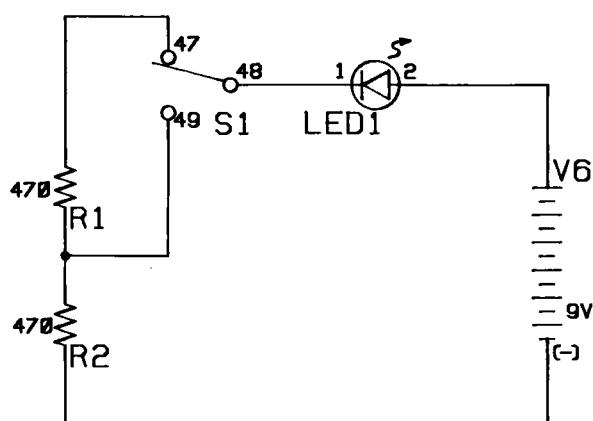
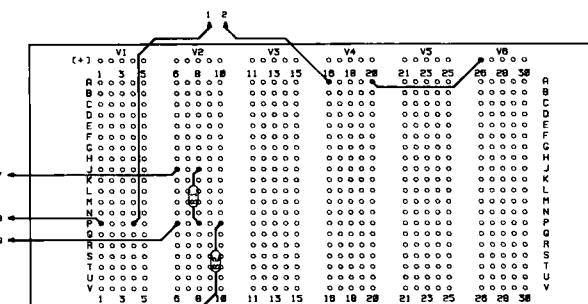
One clue to what resistors do is found in their name - they resist (oppose) the flow of electrons. This makes them handy for reducing voltages down to a desired value, for example.

Very often you'll see two or more resistors connected together in different ways in circuits. Notice in the schematic for this project that the resistors are connected one after another. You can see that the electrons flow from one resistor to the other. This is called a series connection.

Set the **select switch** to down position (toward terminal 49) and note the brightness of **LED**. Now look carefully at the schematic. What do you think would happen if the **select switch** is sent to up position (toward terminal 47)? Are you sure of your answer? Then set the **select switch** to up position (toward terminal 47) and let's find out!

The **LED** becomes darker than you saw when the **select switch** is down (toward terminal 49). This is because when resistors are connected in series, the total resistance increases. To find the total resistance, all you have to do is add the value of each resistor.

Resistors, by the way, are measured in a unit called the ohm. Larger resistors are measured in kilohms, which is often abbreviated simply as k. A kilohm is 1000 ohms. In our schematic, the two resistors are both 470 ohms. In series, they add up to 940 ohms.



MONTAGE 8: PRESENTATION DE LA RESISTANCE

Nous avons utilisé des résistances dans la plupart des montages réalisés jusqu'ici, mais sans jamais décrire avec précision le rôle qu'elles jouent dans un circuit. Voici à présent un montage qui vous permettra de le découvrir.

Le premier indice réside dans le nom même de la résistance - elle résiste (s'oppose) au flux d'électrons et est donc très pratique pour ramener des tensions à un niveau désiré, par exemple.

Dans la plupart des circuits utilisés pour réaliser vos montages, vous verrez que deux résistances ou davantage sont raccordées entre elles de plusieurs façons différentes. Sur le diagramme schématique de ce montage, les résistances sont connectées les unes à la suite des autres pour permettre aux électrons de passer d'une résistance à l'autre. Ce type de connexion porte le nom de raccordement en série.

Placez le **sélecteur** sur la position abaissée (vers la borne 49) et examinez l'intensité de la diode **LED**. Ensuite, examinez attentivement le diagramme schématique. Selon vous, que se passera-t-il si le **sélecteur** est placé sur la position levée (vers la borne 47)? Êtes-vous certain de connaître la réponse exacte? Alors, placez le **sélecteur** sur la position levée (vers la borne 47) et voyez ce qui se produit!

La diode **LED** est plus sombre que lorsque le **sélecteur** était sur la position abaissée (vers la borne 49). Cela est dû au fait que le raccordement des résistances en série augmente la résistance totale. Pour connaître celle-ci, il vous suffit d'additionner la valeur de chaque résistance.

L'unité de mesure des résistances est l'ohm. Les grandes résistances sont mesurées en kilohms, souvent désignés sous l'abréviation kohms. Un kilohm correspond à 1000 ohms. Votre diagramme schématique comporte deux résistances de 470 ohms qui, lorsqu'elles sont raccordées en série, fournissent une résistance de 940 ohms.

PROJECT 8: WEERSTANDEN VOOR BEGINNERS

Tot nu toe hebben we al in bijna elk project weerstanden gebruikt. Maar we hebben nog nooit precies vermeld wat zo'n weerstand in een circuit doet. In dit experiment zul je dat gauw ontdekken.

De naam "weerstand" zegt natuurlijk al iets over hun werking: ze "weerstaan" (werken tegen) de elektronenstroom. Daardoor zijn ze bruikbaar om b.v. een voltage te verminderen tot een gewenste waarde.

Vaak zie je dat twee of meer weerstanden op verschillende manieren met elkaar verbonden zijn in circuits. Op het schema voor dit project zie je dat de weerstanden na elkaar komen: de elektronenstromen van de ene weerstand naar de andere. We noemen dat een serieschakeling - de weerstanden zijn "in serie geschakeld".

Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden (naar contactpunt 49 toe) en zie hoe helder de **LED** brandt. Bekijk nu zorgvuldig het schema. Wat gaat er volgens jou gebeuren als je de **keuzeschakelaar** omhoog zet (naar contactpunt 47 toe)? Ben je zeker van je antwoord? Zet de **keuzeschakelaar** dan omhoog (naar contactpunt 47 toe) en kijk toe!

De **LED** wordt zwakker dan wanneer de keuzeschakelaar naar beneden stond (naar contactpunt 49 toe). Dat komt doordat de totale weerstand vergroot wanneer weerstanden in serie geschakeld zijn. Om de totale weerstand te berekenen moet je enkel de waarden van de weerstanden optellen.

Weerstand wordt gemeten in een eenheid die "ohm" heet. Grote weerstanden worden gemeten in kilohm, vaak eenvoudigweg afgekort tot k. Eén kilohm is 1000 ohm. In ons schema zien we twee weerstanden van 470 ohm. In serie geschakeld leveren ze een totale weerstand van 940 ohm op.

PROJECT 9: PARALLEL RESISTOR

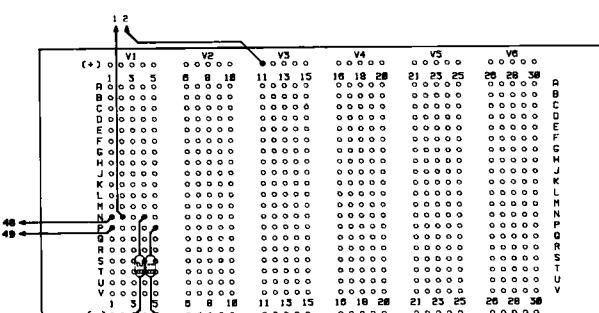
You might think from our last project that you always increase the resistance in a circuit whenever you add another resistor. Not so - in fact, you can even decrease the resistance in a circuit by adding another resistor.

Let's take a look at this project and see if we can figure out how this happens. In the schematic, note that the two resistors are side by side, not one after the other. This side by side arrangement is called a parallel connection. When you set the select switch to up position, only 470 ohm resistor is in the circuit. Setting the **select switch** to down position adds another 470 ohm resistor.

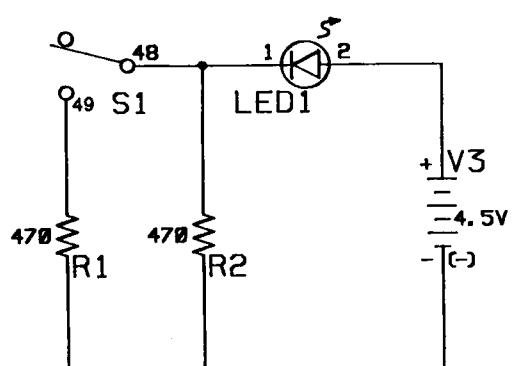
Set the **select switch** down and note the brightness of **LED**. Then change the select switch to up position and compare the **LED** brightness.

More electrons flowed in the circuit with the extra resistor. Seems impossible, but look at the schematic for this project. In a parallel arrangement, only a part of the total electric current flows to each resistor. In fact, the total resistance in a parallel circuit is always less than the lowest value resistor connected in parallel.

Curious to know how to calculate total resistance? Well, it's not too simple as was in series connection. Multiply the each value of resistors and divide the product by the sum of the values. In this project, the total resistance is $(470 \times 470) / (470 + 470) = 235$ ohms.



R1 470Ω
R2 470Ω



MONTAGE 9: RESISTANCE PARALLELE

En vous référant uniquement au montage précédent, vous pourriez croire qu'il est toujours possible d'augmenter la résistance d'un circuit en lui ajoutant simplement une résistance supplémentaire. Ce n'est pas vrai. En réalité, vous pouvez même diminuer la résistance d'un circuit en lui ajoutant une autre résistance.

Pour comprendre ce principe, il vous suffit d'examiner brièvement le montage que voici. Sur le diagramme schématique, vous remarquez que les deux résistances sont placées l'une à côté de l'autre et non pas l'une à la suite de l'autre. Cette disposition est appelée raccordement en parallèle. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée, une seule résistance de 470 ohms agit sur le circuit. Quand vous le placez sur la position abaissée, vous ajoutez l'autre résistance de 470 ohms.

Placez donc le **sélecteur** sur la position abaissée et examinez l'intensité de la diode **LED**. Ensuite, comparez-la avec celle obtenue lorsque vous placez le **sélecteur** sur la position levée.

L'ajout d'une résistance permet de faire circuler davantage d'électrons dans le circuit. Incroyable, n'est-ce-pas? Examinez donc le diagramme schématique de ce montage. Dans une disposition en parallèle, seule une partie du courant électrique passe dans chaque résistance. En réalité, la résistance totale d'un circuit parallèle est toujours inférieure à la valeur de la plus petite résistance raccordée en parallèle.

Cette fois, le calcul de la résistance totale n'est pas aussi simple que celui d'un raccordement en série. Vous devez multiplier la valeur de chaque résistance, puis diviser le produit ainsi obtenu par la somme des valeurs. Autrement dit, dans ce montage, la résistance totale est égale à $(470 \times 470) / (470 + 470) = 235$ ohms.

PROJECT 9: PARALLELE WEERSTANDEN

Met project 8 nog in je achterhoofd denk je misschien dat je de weerstand altijd vergroot wanneer je een weerstand toevoegt. Fout! In feite kun je de weerstand in een circuit zelfs verkleinen door een weerstand toe te voegen.

Laten we dit project eens bekijken en zien of we kunnen uitvissen hoe dat mogelijk is. In het schema zie je de twee weerstanden naast elkaar staan, niet na elkaar. Dat naast elkaar staan noemen we een parallele schakeling. Wanneer de **keuzeschakelaar** omhoog staat, zit slechts één weerstand van 470 ohm in het circuit. Staat de schakelaar naar beneden, dan komt daar de tweede weerstand van 470 ohm bij.

Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden en kijk hoe helder de **LED** brandt. Zet de **schakelaar** dan omhoog: hoe helder brandt de **LED** nu?

Met een extra weerstand in het circuit, stromen er toch meer elektronen. Het lijkt onmogelijk, maar kijk nog eens naar het schema. Bij een parallele schakeling gaat slechts een deel van de elektrische stroom door elke weerstand. In feite is de totale weerstand in een parallel circuit altijd lager dan de kleinste parallel geschakelde weerstand.

Wil je weten hoe je die totale weerstand precies berekent? Tja, dat ligt niet zo simpel als bij een seriële schakeling. Vermenigvuldig de weerstandswaarden met elkaar en deel het product door de som van de waarden. In dit project bedraagt de totale weerstand $(470 \times 470) : (470 + 470) = 235$ ohm.

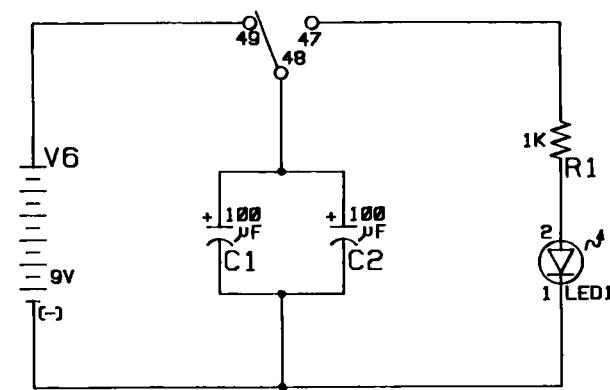
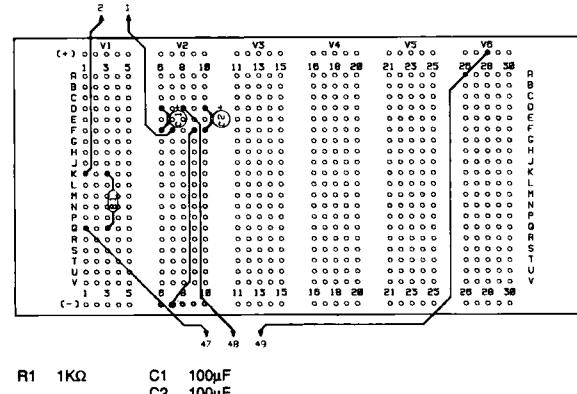
PROJECT 12: THE ELECTRONIC GAS TANK

This project lets you see how these "electronic gas tanks" work. Before you make the final wiring connection, be sure the **select switch** is set to down position. Look at the schematic and you can see that in this position current flows from the batteries through two 100 μF capacitors connected in parallel. Now set the **select switch** up. What does **LED 1** do?

As you saw, **LED 1** glows for a few seconds and then goes out. This happens because **LED 1** draws electrons from the capacitors until all the charge stored in them is exhausted. To recharge the capacitors, set the **select switch** down for a few seconds. When you again set the **select switch** up, **LED 1** again lights.

Do you think **LED 1** stays on longer if you let the capacitors charge longer? Try different charging times and find out. Do you think there is a limit to how many electrons a capacitor can hold?

We've used " μF " to describe capacitors. That's short for microfarads. Farads are the units we use to measure capacitors (like we use ohms for resistors). Farads indicated how much electricity a capacitor can store. But farads are too big for use with electronic circuits, so most capacitors are measured in microfarads (μF), which is one-millionth of a farad, or picofarads (pF), which is a millionth of a microfarad (now that's what you call a small charge!).



MONTAGE 12: LE RESERVOIR A ESSENCE ELECTRONIQUE

Ce montage vous permettra de comprendre le fonctionnement des "réservoirs à essence électroniques". Avant de procéder au dernier raccordement électrique, assurez-vous que le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée. Sur le diagramme schématique, vous remarquerez que lorsque le sélecteur se trouve sur cette position, le courant provenant des piles traverse deux condensateurs de 100 μF raccordés en parallèle. Placez à présent le **sélecteur** sur la position levée. Quelle est la réaction de la diode **LED 1**?

La diode **LED 1** brille pendant quelques secondes puis s'éteint. En réalité, elle tire les électrons des condensateurs jusqu'à ce que ceux-ci soient complètement déchargés. Pour recharger les condensateurs, placez le **sélecteur** en position abaissée pendant quelques secondes. Dès que vous le replacez sur la position levée, la diode **LED 1** s'illumine à nouveau.

Pensez-vous que la diode **LED 1** demeurera allumée plus longtemps si vous chargez davantage les condensateurs? Essayez différentes durées de charge et observez les réactions. A votre avis, la quantité d'électrons susceptible d'être emmagasinée par un condensateur est-elle limitée?

Nous utilisons toujours le symbole " μF ", abréviation de microfarad, pour décrire les condensateurs. Le Farad, qui est l'unité de mesure du condensateur, est à l'ohm ce que l'ampère est à la résistance, correspond à l'unité de mesure du condensateur. Il indique la quantité d'électricité que ce dernier peut emmagasiner. Toutefois, comme le Farad représente une valeur trop grande pour les circuits électroniques, la valeur de la plupart des condensateurs est exprimée en microfarads (μF), qui correspondent à des millions de farads, ou en picofarads (pF), équivalant à des millions de microfarads. C'est vraiment ce qu'on peut appeler une charge faible!

PROJECT 12: ELEKTRONISCHE BENZINETANK

We beelden ons in dat stroom benzine is: als ze op is, brandt de lamp niet meer. Voor je de laatste draden aanbrengt moet de **keuzeschakelaar** naar beneden staan. Bekijk het schema. Je ziet dat met de schakelaar naar beneden er stroom van de batterijen door twee parallel geschakelde condensatoren gaat. Zet de **schakelaar** omhoog, en wat doet **LED 1**?

Je hebt het gezien: **LED 1** brandde een paar seconden en doofde dan uit. Dat komt doordat **LED 1** elektronen uit de condensatoren haalt tot de hele lading die daarin was opgeslagen, opgebruikt is. Om de condensatoren weer op te laden zet je de **schakelaar** weer een paar seconden naar beneden. Zet je hem weer omhoog, dan gaat **LED 1** opnieuw branden.

Denk je dat **LED 1** langer blijft branden als je de condensatoren langer laat opladen? Laat ze telkens wat langer opladen en zoek het uit. Denk je dat het aantal elektronen dat een condensator kan bevatten beperkt is?

Voor de beschrijving van condensatoren gebruiken we " μF ", de afkorting van microfarad. Farad is de eenheid voor condensatoren (zoals ohm voor weerstanden). Farads duiden aan hoeveel elektriciteit een condensator kan opslaan. Maar farads zijn te groot om in elektronische circuits te worden gebruikt; daarom worden de meeste condensatoren gemeten in microfarad (μF), een miljoenste van een farad, of picofarad (pF), een miljoenste van een microfarad - dat is pas een kleine lading!

PROJECT 13: CAPACITORS IN SERIES AND PARALLEL

Capacitors might be the handiest items in your kit. They can store electrons, smooth out pulsing electricity into a steady flow and let AC flow while blocking DC. This project lets you hear the effect of capacitors in series and parallel.

When you finish wiring this project, set the select switch down. You hear a sound from the speaker. In this case electrons are flowing through $0.01\text{ }\mu\text{F}$ capacitor (refer to the schematic diagram while we talk about this). Now press the key. What happens?

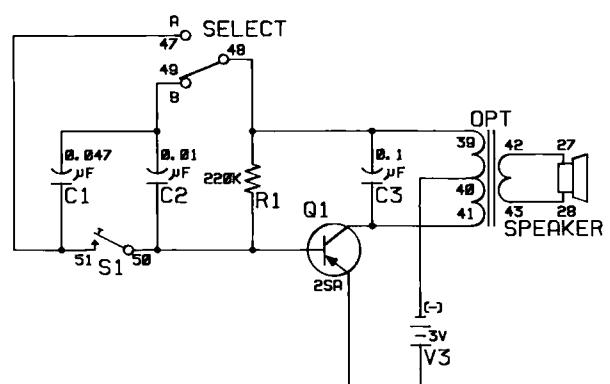
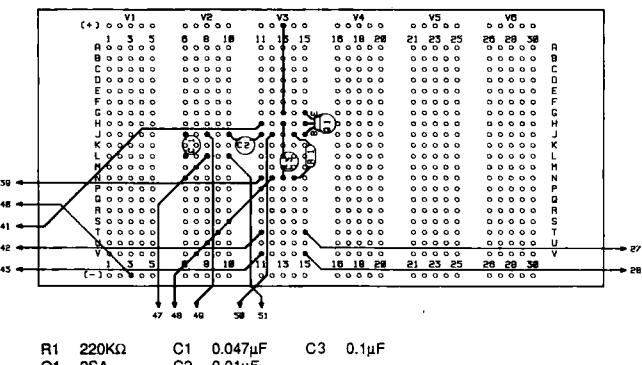
You hear a lower-pitched sound from the **speaker**. This is because the $0.047\text{ }\mu\text{F}$ capacitor has been added in parallel to the first. What do you think happens to the total capacitance when you connect two capacitors in parallel?

You might have guessed wrong. When two capacitors are connected in parallel, the total capacitance increases!

Now release the key and set the **select switch** from down to up... What do you hear? Do not press the key while select switch is set to up position. The transistor can be damaged. You hear a high-pitched sound from the **speaker**. This is because $0.047\text{ }\mu\text{F}$ and $0.01\text{ }\mu\text{F}$ capacitors are now connected in series. This means the total capacitance in the circuit is now less than the smallest capacitor making up the series connection.

You can see now that the connecting capacitors in series and parallel has the opposite effect of connecting resistors in the same way. Be careful - it's easy to get confused about which one increases or decreases.

You might be wondering how the circuit on the right side of the schematic works. It is called an oscillator, and you will learn how it works in later section.



MONTAGE 13: CONDENSATEURS EN SERIE ET EN PARALLELE

Les condensateurs sont probablement les composants les plus pratiques que vous puissiez trouver dans votre ensemble. Ils peuvent emmagasiner les électrons, régulariser la tension ou laisser passer le courant alternatif tout en bloquant le courant continu. Ce montage vous permettra d'entendre les effets des condensateurs montés en série et en parallèle.

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez le sélecteur sur la position abaissée. Un son vous parvient du haut-parleur, ce qui vous confirme que les électrons traversent le condensateur de $0.01\text{ }\mu\text{F}$. (Consultez le diagramme schématique tout en suivant nos explications.) Appuyez sur le manipulateur. Que se passe-t-il?

Un son plus grave vous parvient du **haut-parleur**, car le condensateur de $0.047\text{ }\mu\text{F}$ est venu s'ajouter en parallèle au premier condensateur. A votre avis, quelle influence la mise en parallèle de deux condensateurs a-t-elle sur la capacité totale?

Vous avez peut-être deviné juste. Lorsque deux condensateurs sont raccordés en parallèle, la capacité totale augmente.

Relâchez à présent le manipulateur et placez le **sélecteur** sur la position levée. Qu'entendez-vous? N'appuyez pas sur le manipulateur aussi longtemps que le sélecteur se trouve sur la position levée car vous risqueriez d'endommager le transistor. Le **haut-parleur** émet un son très aigu. En effet, les condensateurs de $0.047\text{ }\mu\text{F}$ et de $0.01\text{ }\mu\text{F}$ sont à présent raccordés en série. La capacité totale du circuit est cette fois inférieure à la valeur du plus faible condensateur de la série.

Vous pouvez donc maintenant constater que les résistances et les condensateurs ont des effets opposés selon qu'ils sont raccordés en série ou en parallèle. Soyez prudent, la confusion est facile entre augmentation et diminution de capacitance!

Vous vous demandez peut-être comment fonctionne le circuit qui se trouve à droite du diagramme schématique. Il s'agit d'un oscillateur et nous en reparlerons plus tard.

PROJECT 13: IN SERIE EN PARALLEL GESCHAKELDE CONDENSATOREN

Condensatoren zijn misschien wel de handigste dingetjes in heel de kit. Ze kunnen elektronen opslaan, pulserende elektriciteit uitvlakken tot een gelijkmataige stroom, en AC laten stromen terwijl ze DC tegenhouden. In dit project hoor je hoe in serie en parallel geschakelde condensatoren werken.

Zodra de bedrading klaar is zet je de keuzeschakelaar naar beneden. Uit de luidspreker komt een geluid. In dit geval stromen elektronen door de condensator van $0.01\text{ }\mu\text{F}$ (hou het schema in de gaten terwijl we het hierover hebben). Druk nu op de toets. Wat gebeurt er?

Je hoort een lager geluid uit de **luidspreker**. Dat komt doordat de condensator van $0.047\text{ }\mu\text{F}$ parallel met de eerste werd toegevoegd. Wat gebeurt er volgens jou met de totale capaciteit wanneer je twee condensatoren parallel schakelt?

Misschien heb je fout geraden. Wanneer twee condensatoren parallel geschakeld worden, verhoogt de totale capaciteit!

Laat nu de toets los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog... Wat hoor je? Druk niet op de toets terwijl de keuzeschakelaar omhoog staat - de transistor kan beschadigd raken. Uit de **luidspreker** komt een hoog geluid. Dat komt doordat de condensatoren van $0.047\text{ }\mu\text{F}$ en $0.01\text{ }\mu\text{F}$ nu in serie geschakeld zijn. Dit betekent dat de totale capaciteit in het circuit nu kleiner is dan die van de kleinste condensator in de serieschakeling.

Je kunt dus vaststellen dat condensatoren parallel en in serie schakelen precies het omgekeerde effect heeft in vergelijking met dezelfde schakeling bij weerstanden. Opgelet, want je kunt beide gemakkelijk verwarren.

Je vraagt je misschien af hoe het circuit aan de rechterkant van het schema werkt. Dat is een oscillator, en hoe die werkt leer je in een andere deel van onze reeks projecten.

PROJECT 14: MEET THE TRANSISTOR

You've heard about transistors for a long time - but what are they and how do they work? This project lets you find out!

Look at the schematic symbol for a transistor. You notice that there are three parts: an emitter (the line with the arrow), the base (the heavy vertical line) and the collector (the normal line). Notice that some transistors have the emitter's arrow pointing toward the base - these are PNP transistors. Other have the arrow pointing away from the base, and these are NPN transistors. We've included two circuits here using both types.

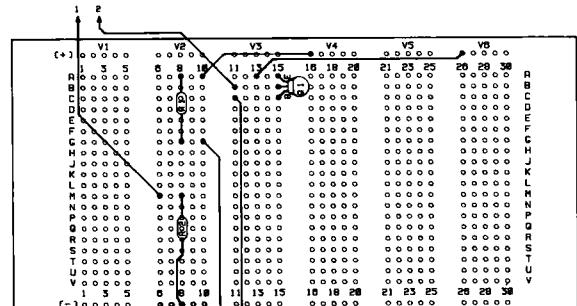
Look carefully at schematic 1. You see there are two paths for the current: one from base to emitter and another from the collector to emitter. The transistor is a PNP type. Notice the base-to-emitter path is open until you press the key.

When you finish wiring the circuit shown in schematic 1 the **LED** does not light. Press the key, and see what happens. Can you explain what you saw?

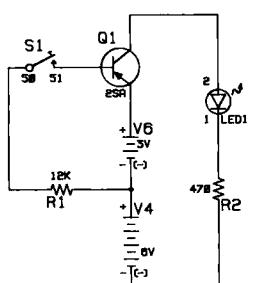
The secret to a PNP transistor is that a small change in the current from base to emitter causes a big change in the current flowing from collector to emitter. Here a large current flowed from collector to emitter once you let current flow from base to emitter by pressing the key.

Schematic-2 shows a similar arrangement using a NPN transistor. However, with the NPN transistor a small change in the current flowing from emitter to base can make a big change in the current flowing from emitter to collector (notice the different current flow directions in PNP and NPN transistors?)

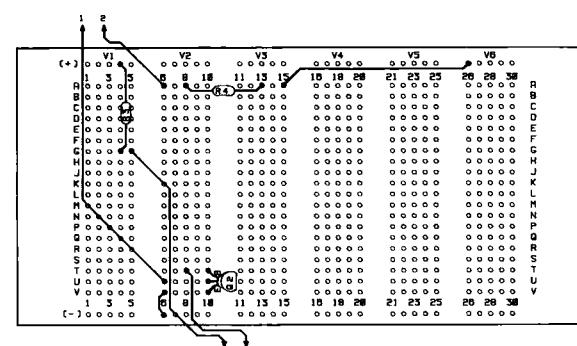
The ability of the emitter/base current to control the collector/emitter current is called amplification. It's just like we took a weak current and made it bigger. Amplification is something transistors do very well indeed!



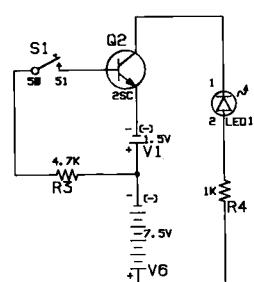
Q1 2SA R3 4.7kΩ
R4 1kΩ



Schematic-1



Q2 2SC R3 4.7kΩ
R4 1kΩ



Schematic-2

MONTAGE 14: PRESENTATION DU TRANSISTOR

Vous avez déjà entendu parler des transistors depuis longtemps, mais qui sont-ils et comment fonctionnent-ils? C'est ce que vous allez découvrir dans ce montage.

Si vous examinez le symbole du transistor sur le diagramme schématique, vous remarquez qu'il se compose de trois parties: un émetteur (désigné par un trait terminé par une flèche), une base (trait vertical plein) et un collecteur (trait normal). Quand la flèche de l'émetteur est pointée vers la base, elle désigne un transistor PNP. Quand elle est pointée dans la direction opposée à la base, elle désigne un transistor NPN. Ce montage comprend deux circuits qui utilisent les deux types de transistor.

Examinez soigneusement le diagramme schématique 1. Vous remarquez que le courant emprunte deux chemins différents, à savoir de la base vers l'émetteur et du collecteur vers l'émetteur. Le transistor utilisé est de type PNP. Enfin, le chemin base-émetteur demeure ouvert jusqu'à ce que vous enfoncez le manipulateur.

Une fois terminé le câblage du circuit illustré sur le diagramme schématique 1, la **diode électroluminescente** demeure éteinte. Enfoncez le manipulateur et observez les réactions. Pouvez-vous expliquer ce qu'il se passe?

Une modification insignifiante du courant qui circule de la base vers l'émetteur d'un transistor PNP entraîne une importante variation du courant allant du collecteur à l'émetteur. Ici, l'enfoncement du manipulateur provoque la libération du courant qui circule de la base à l'émetteur, et entraîne une augmentation de la quantité de courant allant du collecteur à l'émetteur.

Le diagramme schématique 2 illustre une disposition semblable avec un transistor NPN. Dans celui-ci, une petite variation du courant allant de l'émetteur à la base entraîne une modification importante du courant allant de l'émetteur au collecteur. (Vous remarquerez aussi que le courant circule dans des sens opposés selon qu'il s'agit d'un transistor NPN ou PNP.)

Le phénomène de contrôle du courant collecteur/émetteur par le courant émetteur/base est appelé amplification. Son rôle consiste à augmenter les courants faibles. D'ailleurs, les transistors sont extrêmement performants en matière d'amplification!

PROJECT 14: HIER IS DE TRANSISTOR

Transistors ken je nu al een hele tijd - maar wat zijn ze precies en hoe werken ze? In dit project verneem je daar meer over.

Bekijk het schema-symbool voor een transistor. Je ziet drie delen: een emissor (de lijn met de pijl), de basis (de dikke verticale lijn) en de collector (de gewone lijn). Bij sommige transistors wijst de emissorpijl naar de basis: dat zijn PNP-transistors. Bij andere wijst de emissorpijl van de basis weg: dat zijn NPN-transistors. We hebben hier gezorgd voor twee circuits, zodat elk type aan bod komt.

Bekijk zorgvuldig schema 1. Je ziet dat de stroom twee wegen kan volgen: één van de basis naar de emissor en één van de collector naar de emissor. Het is een PNP-transistor. De weg van basis naar emissor staat open wanneer je op de toets drukt.

Zodra de bedrading van schema 1 klaar is, zal de **LED** niet branden. Maar druk op de toets, en kijk wat er gebeurt. Kun je verklaren wat je ziet?

Het geheim van een PNP-transistor is dat een kleine verandering in de stroom van basis naar emissor een grote verandering in de stroom van collector naar emissor veroorzaakt. Hier vloeide een grote stroom van collector naar emissor zodra je, door op de toets te drukken, stroom liet vloeien van de basis naar de emissor.

Schema 2 geeft een gelijkaardige opstelling, maar dan met een NPN-transistor. Bij de NPN-transistor kan een kleine verandering in de stroom van emissor naar basis een grote verandering toewegen in de stroom van emissor naar collector (let op het verschil in stroomrichting tussen PNP en NPN).

Het vermogen van de emissor/basis stroom om de collector/emissor stroom te regelen noemen we versterking. Het is alsof we een zwakke stroom sterker maken. Versterking is iets waar transistors héél goed in zijn!

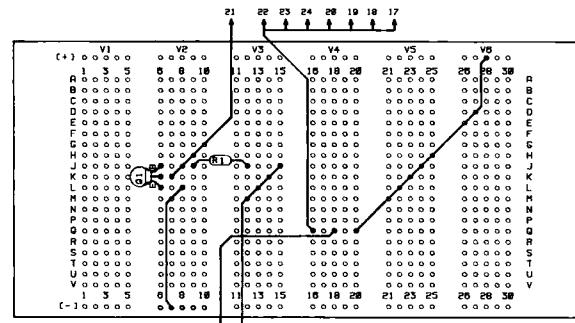
PROJECT 15: TRANSISTORS AS SWITCHES

Transistors do more than just amplify - they can also be used as switches. Can you think of how they could be used this way? (No air peeking at the answer below!)

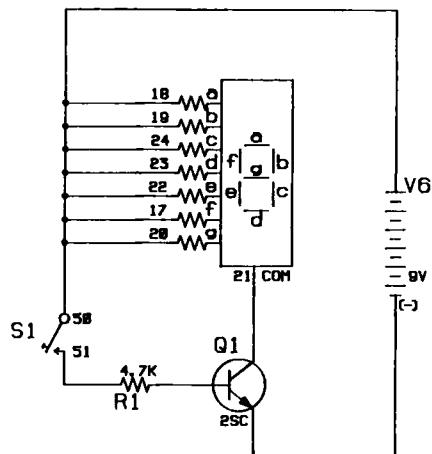
As you press the key, you see the **LED digital display** shows an **8**. Release the key and the display becomes dark again. Look at the schematic for this project - do you see what is going on?

In our project 14, "Meet The Transistor", we saw how a small change in the emitter-to-base current can cause a big change in the emitter-to-collector current. But did you realize that in most NPN transistor circuits there can't be any emitter-to-collector current flow unless the emitter-to-base current is at a certain level? The emitter-to-collector current can be shut off in the NPN transistor circuit just by lowering the emitter-to-base current. (Or turn it on by increasing the emitter-to-base current.)

In future projects, watch for transistors being used as switches. And when you build circuits on your own, think of ways you can make use of a transistor's switching ability.



Q1 2SC
R1 4.7kΩ



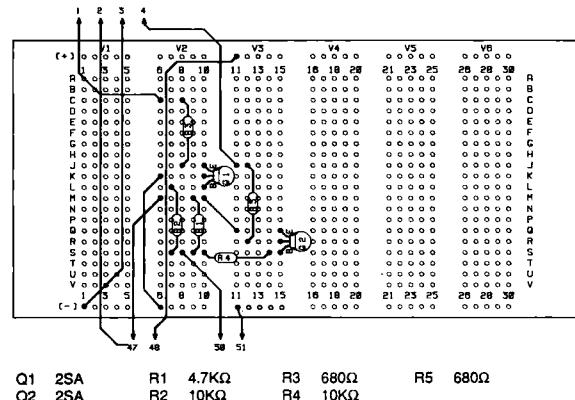
PROJECT 16: PNP TRANSISTOR SWITCH

We're all familiar with mechanical switches like the power switch; the transistor can do the same as we saw in last projects. These are called electronic switches.

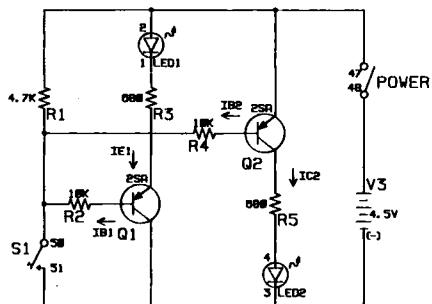
First let's try an electronic switch using two PNP transistors. The schematic shows you that the **LEDs** are connected to the emitter of Q1 and to the collector of Q2. Let's see how these transistors work as switches.

When you finish wiring up the circuit, switch power ON. Do any of the **LEDs** light up? They don't, do they? Now press **S1**, and both **LEDs** light up. I_b1 and I_b2 flowing at this time to **S1** are very small, but can switch the large currents I_e1 and I_e2 that flow to light the **LEDs**.

Oh, by the way, we expressed the base-to-emitter current for each transistor as I_{b1} and I_{b2} , and the collector-to-emitter current as I_{e1} and I_{e2} . The **I**'s are the conventional symbol for current, and we added suffix **b** for current flowing from base, **e** for current flowing into emitter. We will use more of such expressions in this manual, so get used to it. Anyway, I_b1 is far better than "base-to-emitter current for Q1," isn't it?



Q1 2SA
Q2 2SA
R1 4.7kΩ
R2 10kΩ
R3 680Ω
R4 10kΩ
R5 680Ω



MONTAGE 15: DES TRANSISTORS QUI FONT OFFICE D'INTERRUPEURS

Les transistors ne se contentent pas d'amplifier, ils peuvent également faire office d'interrupteurs. Pouvez-vous imaginer une application possible? (Ne trichez pas en regardant la réponse ci-dessous!)

Si vous enfoncez le manipulateur, l'**affichage numérique à diodes électroluminescentes** fait apparaître un **"8"**. Relâchez le manipulateur et l'affichage s'éteint à nouveau. Examinez le diagramme schématique de ce montage - voyez-vous ce qu'il se passe?

Dans le montage 14 "Présentation du transistor", nous avons vu comment une légère modification du courant circulant entre l'émetteur et la base pouvait intensifier le courant allant de l'émetteur au collecteur. Mais avez-vous réalisé que dans la plupart des circuits à transistor NPN, aucun courant ne circule entre l'émetteur et le collecteur aussi longtemps que le courant allant de l'émetteur à la base n'atteint pas un niveau déterminé? Autrement dit, il est possible de couper le courant allant de l'émetteur au collecteur d'un transistor NPN en diminuant simplement le courant qui circule de l'émetteur à la base. (Tout comme il est possible de remettre ce circuit en marche en augmentant le courant circulant de l'émetteur à la base.)

Dans les montages ci-dessous, nous utiliserons les transistors comme interrupteurs. Lorsque vous réaliserez vos propres circuits, imaginez des applications possibles dans lesquelles vous utiliserez les transistors comme interrupteurs.

MONTAGE 16: INTERRUPEUR A TRANSISTOR PNP

Nous connaissons tous très bien les interrupteurs mécaniques tels que les interrupteurs de mise sous tension. Comme nous l'avons vu dans les derniers montages ci-dessus, les transistors peuvent aussi faire office d'interrupteurs. Il s'agit dans ce cas d'interrupteurs électroniques.

Essayons d'abord de fabriquer un interrupteur électrique à l'aide de deux transistors PNP. Le diagramme schématique montre que les **diodes électroluminescentes** sont raccordées à l'émetteur du transistor Q1 et au collecteur du transistor Q2. Voyons à présent comment ces transistors peuvent fonctionner comme des interrupteurs.

Une fois le câblage du circuit terminé, placez l'interrupteur sur la position de marche. Les **diodes électroluminescentes** s'allument-elles? Non. À présent, appuyez sur **S1**. Les deux diodes LED s'allument. Les courants I_b1 et I_b2 qui circulent vers **S1** sont très faibles mais peuvent néanmoins permettre les grands courants I_e1 et I_e2 qui font briller les diodes LED.

Nous omettons de vous signaler que I_b1 et I_b2 désignent les courants de chaque transistor allant de la base vers l'émetteur tandis que I_e1 et I_e2 se rapportent aux courants qui circulent du collecteur vers l'émetteur. La lettre **I** est l'abréviation standard du mot "courant", à laquelle nous avons ajouté la lettre **b** pour désigner le courant provenant de la base, et la lettre **e** pour désigner celui qui vient de l'émetteur. Nous vous conseillons de vous familiariser avec ces abréviations car nous en utiliserons encore beaucoup d'autres dans ce manuel. Après tout, n'est-il pas plus facile de dire " I_b1 " plutôt que "courant Q1 allant de la base vers l'émetteur"?

PROJECT 15: TRANSISTORS ALS SCHAKELAARS

Transistors kunnen meer dan gewoon versterken: ze kunnen ook als schakelaar gebruikt worden. Kun je vermoeden hoe ze op die manier kunnen gebruikt worden? (Niet naar het antwoord hieronder gluren hoor!)

Als je op de toets drukt, zie je op het **LED digitaal display** een **8**. Laat de toets los en het display wordt weer donker. Bekijk het schema voor dit project - zie je wat er gebeurt?

In project 14 (Hier is de transistor) zagen we hoe een kleine verandering in de stroom van emissor naar basis een grote verandering kan veroorzaken in de stroom van emissor naar collector. Heb je dan beseft dat in de meeste NPN transistorcircuits geen sprake kan zijn van een stroom van emissor naar collector als de stroom van emissor naar basis niet een bepaald niveau haalt? De stroom van emissor naar collector kan in een NPN transistorcircuit afgesloten worden door de stroom van emissor naar basis gewoon te verlagen. (Of schakel hem weer in door de stroom van emissor naar basis te vergroten.)

In latere projecten moet je uitkijken naar transistors die als schakelaar gebruikt worden. En ook wanneer je zelf circuits gaat maken, moet je er altijd aan denken dat je het schakelvermogen van een transistor kunt benutten.

PROJECT 16: PNP TRANSISTORSCHAKELAAR

Mechanische schakelaars kennen we natuurlijk allemaal, b.v. om het licht aan te knippen. Zoals we in het vorige project zagen, kan een transistor hetzelfde doen. We spreken dan van elektronische schakelaars.

Laten we eerst een elektronische schakelaar uitproberen met twee PNP transistors. Op het schema zie je dat de **LED's** verbonden zijn met de emissor van Q1 en de collector van Q2. Laten we maar eens kijken hoe deze transistors als schakelaars werken.

Zodra de bedrading van het circuit klaar is, zet je de stroom aan. Gaat één van de **LED's** branden? Nee, nietwaar? Druk nu op **S1** - dan branden ze beide. I_b1 en I_b2 die nu naar **S1** stromen zijn zeer klein, maar ze schakelen wel de grote stromen I_e1 en I_e2 in die naar de **LED's** vloeien en ze doen branden.

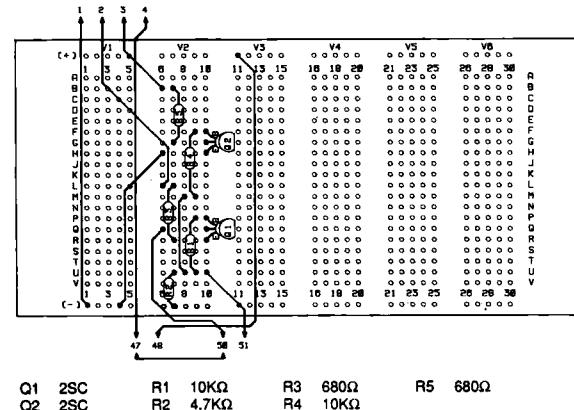
Tussen haakjes: we gaven de stroom van basis naar emissor voor elke transistor weer als I_b1 en I_b2 , en de stroom van collector naar emissor als I_e1 I_e2 . De **I**'s zijn het gebruikelijk symbol voor stroom, en we hebben daaraan een **b** toegevoegd voor stroom die vanuit de basis vloeit en een **e** voor stroom die naar de emissor vloeit. We zullen in dit handboekje nog meer van die formules gebruiken - je went er dus best aan. In elk geval is I_b1 een stuk vlotter dan "stroom van basis naar emissor voor Q1", of niet soms?

PROJECT 17: NPN TRANSISTOR SWITCH

The experiment in this project shows you how an electronic switch using two NPN transistors works. Note that this circuit is very much alike to previous one, but the direction of current flow is opposite.

As you can see in the schematic, the **LEDs** are connected to the emitter of Q1 and to the collector of Q2. We'll see how these transistors work as switches.

When you finish wiring up the connections, switch power ON and see if any of the **LEDs** lights up. None of them light up, do they? Turn S1 ON and you see that both **LEDs** light up. This means that Ib1 and Ib2 flowing to S1 are very small; but they can switch the flow of the large currents Ie1 and Ie2 to turn the **LEDs** ON.



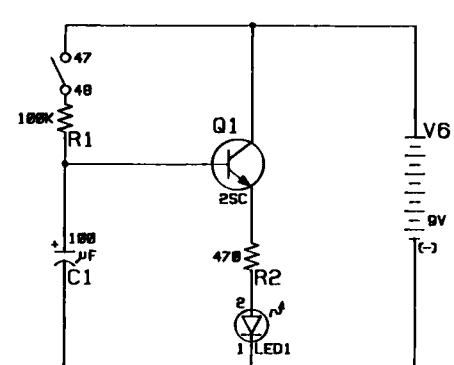
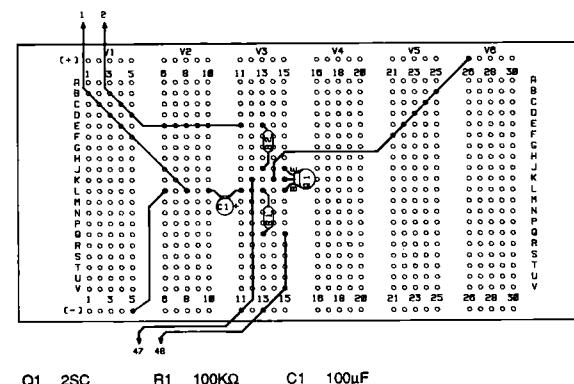
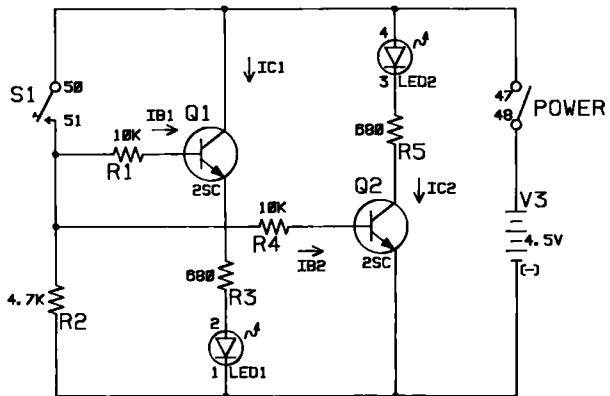
PROJECT 18: DELAY LIGHT

When you finish the wiring connections, set the **select switch** down. Then quickly set it to up position. You then see **LED 1** slowly begin to light up. After a few moment **LED 1** reaches maximum brightness and glows with a steady light. When that happens, set the select switch down. **LED 1** starts to gradually fade out, and finally goes out.

Take a look at the schematic. Can you figure out how this project works? Give it your best shot and then turn this manual upside-down for the answer.

With the select switch up, current flows from the batteries to charge the 100 μF capacitor. As this capacitor builds its charge the 100 μF capacitor, it begins to operate and lights the LED. When the select switch is set to down position, current does not flow through the capacitor; it begins to discharge, and the current for the transistor gradually becomes weak. Finally, the capacitor can no longer provide enough current for the transistor and the LED goes out.

See - there was nothing hard about that. (Unless, of course, you tried to read it without turning the manual upside-down!)



MONTAGE 17: INTERRUPEUR A TRANSISTOR NPN

Ce montage illustre le fonctionnement d'un interrupteur électronique fabriqué à l'aide de deux transistors NPN. Vous remarquerez que ce circuit est très semblable à celui du montage précédent, à la différence toutefois que le courant circule dans le sens opposé.

Comme vous pouvez le constater sur le diagramme schématique, les diodes **LED** sont raccordées à l'émetteur du transistor Q1 et au collecteur du transistor Q2. Voyons à présent comment ces transistors peuvent faire office d'interrupteurs.

Une fois le câblage terminé, placez l'interrupteur sur la position de marche et voyez si les diodes **LED** s'allument. Elles demeurent éteintes, n'est-ce-pas? Placez le manipulateur S1 sur la position de marche. Les diodes **LED** s'allument. Bien que l'intensité des courants Ib1 et Ib2 allant vers S1 soit faible, elle permet toutefois de laisser passer les courants intenses Ie1 et Ie2 de façon à allumer les diodes **LED**.

PROJECT 17: NPN TRANSISTORSCHAKELAAR

Het experiment in dit project laat je zien hoe een elektronische schakelaar met twee NPN transistors werkt. Merk op dat dit circuit zeer sterk gelijkt op het vorige, maar de stroomrichting is omgekeerd.

Zoals je op het schema kunt zien zijn de **LED's** verbonden met de emissor van Q1 en de collector van Q2. We zullen zien hoe die transistors als schakelaar werken.

Zodra de bedrading klaar is, zet je de stroom aan en controleer je of er **LED's** branden. Geen enkele, nietwaar? Zet **S1** aan en je ziet dat beide **LED's** branden. Dit betekent dat Ib1 en Ib2 die naar **S1** vloeien zeer klein zijn, maar toch de grote stromen Ie1 en Ie2 kunnen inschakelen om de **LED's** te doen branden.

MONTAGE 18: ECLAIRAGE DIFFERE

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez le **sélecteur** sur la position abaissée, puis sur la position levée. La diode **LED 1** commence à s'illuminer lentement. Après quelques instants, elle atteint son intensité maximum et brille de manière constante. À ce moment, placez le sélecteur sur la position abaissée. La diode **LED 1** s'affaiblit progressivement et finit par s'éteindre.

Examinez brièvement le diagramme schématique. Comprenez-vous le fonctionnement de ce montage? Examinez de plus près le diagramme, puis retournez ce mode d'emploi pour connaître la réponse.

Quand le sélecteur est en position levée, le courant des piles crée une tension suffisante pour charger le condensateur de 100 μF. Pendant que ce condensateur charge, il permet au transistor de fonctionner et d'écarter la diode LED. Par contre, quand le **sélecteur** est placé sur la position abaissée, le courant ne traverse plus le condensateur. Celui-ci commence alors à se décharger, et entraîne une diminution progressive de l'intensité du courant qui alimente le transistor. Au bout d'un certain temps, le courant devient assez faible pour que la diode LED s'affaiblisse, le courant ne traverse plus le condensateur. Celui-ci continue à se décharger, et entraîne une diminution progressive de l'intensité du courant qui alimente le transistor. Au bout d'un certain temps, le courant devient assez faible pour que la diode LED s'éteigne.

Vous voyez, il n'y a rien de compliqué dans tout cela. (A moins bien sûr que vous n'ayez essayé de lire la réponse sans retourner le mode d'emploi!)

PROJECT 18: VERTRAAGD LICHT

Zodra de bedrading klaar is, zet je de **keuzeschakelaar** naar beneden, maar zet hem dan snel weer omhoog. **LED 1** begint langzaam te branden. Na enkele ogenblikken bereikt **LED 1** zijn hoogste helderheid en blijft dan gelijkmatig branden. Zodra dat een feit is, zet je de keuzeschakelaar naar beneden. **LED 1** begint dan geleidelijk te doven en brandt ten slotte niet meer.

Bekijk het schema. Kun je uitvissen hoe dit project werkt? Waag een gokje en draai dan deze gebruiksaanwijzing ondersteboven om het antwoord te lezen.

Als de keuzeschakelaar omhoog staat, loopt er stroom van de batterijen naar de condensator van 100 μF. Wanneer die opgeladen wordt, maakt de condensator zijn laadingsopbouw, stelt hij de transistor in stand te werken en doet hij de LED branden. Stel hem dan weer terug en de LED gaat uit. De keuzeschakelaar heeft een diode voor de transistor, en de LED is een negatieve gelieddiode zwakker. Uiteindelijk kan de stroom voor de transistor door de condensator gaan, omdat de laadende condensator veel meer stroom heeft dan de LED. De keuzeschakelaar heeft een diode voor de transistor, en de LED is een negatieve gelieddiode zwakker. Uiteindelijk kan de stroom voor de transistor door de condensator gaan, omdat de laadende condensator veel meer stroom heeft dan de LED.

Zie je wel, zo moeilijk was dat niet. (Tenzij je natuurlijk het antwoord trachtte te lezen zonder het boekje om te draaien!)

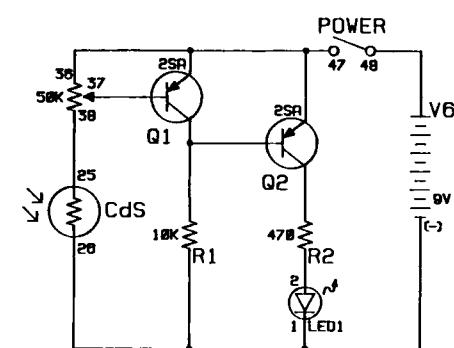
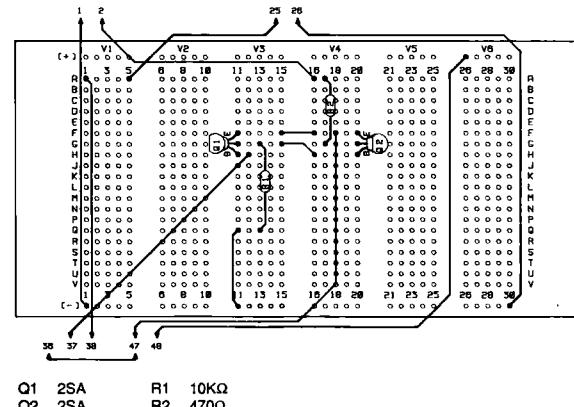
PROJECT 19: NIGHT LIGHT

The **CdS cell** has a characteristic that its resistance increases as the light falling on it becomes darker. One very practical use for a **CdS cell** is to turn lights or other devices on or off at sunset or sunrise. Here's a circuit that lights up the **LED** at night.

While you build this project, take a good look at where the **CdS cell** is placed in the circuit. Do you have any idea why it is placed there instead of at some other point? (If you do, make a note ... because we'll soon find out.)

Now switch power ON and carefully adjust the 50K control until you reach the point where the **LED** lights. Once you reach this point, reduce the **control** setting until the **LED** goes out.

Once you get this project "set" to the right **control** setting, it lights the **LED** once the light surrounding your kit dims. You can find a more complex version of this circuit in some street light.



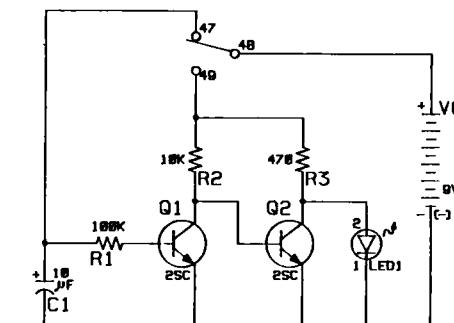
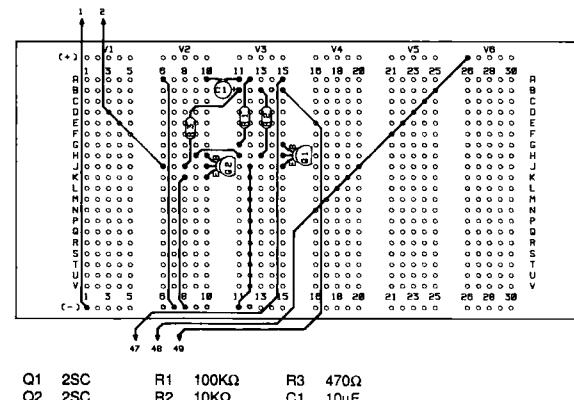
PROJECT 20: ELECTRONIC TIMER

You saw in project 18 how a capacitor can store and discharge electrons. You probably noticed that capacitors take a certain amount of time to charge and discharge. Some of you were probably thinking that this fact could be put to some good use in a timer circuit of some sort--and it happens you are right.

Before you finish the wiring, set the **select switch** up. When you finish the wiring, let the **select switch** remain at the up position for a few seconds. Then slide it down. The **LED** comes on for a few seconds and then goes off. Does it stay on longer if you let the **select switch** remain at the up position for more than a few seconds?

You should have no difficulty in figuring out how this circuit works. Actually this is a combination of projects 17 and 18. You might want to try replacing the 10 µF capacitor with a 100 µF one and see what happens (be sure to get the + connection right!).

What do you think happens now? You might try adding other capacitors in series and parallel and seeing what effect they have on circuit performance. Be sure to keep notes of what happens - do you see any patterns in the results?



MONTAGE 19: ÉCLAIRAGE NOCTURNE

La **cellule CdS** possède la particularité d'augmenter sa résistance au fur et à mesure que diminue la lumière qui lui parvient. Une utilisation pratique de la **cellule CdS** est l'allumage et l'extinction de lampes ou d'autres appareils au coucher et au lever du soleil. Voici un circuit qui permet d'allumer la **diode électroluminescente** la nuit.

Tout en réalisant ce montage, examinez soigneusement l'emplacement de la **cellule CdS** au sein du circuit. Savez-vous pourquoi elle est placée à cet endroit plutôt qu'à un autre? (Si vous avez une idée, notez-la ... car nous en connaîtrons vite la raison.)

A présent, placez l'interrupteur sur la position de marche, puis réglez soigneusement la commande de 50 kohms de manière à ce que la diode **LED** s'allume. Diminuez ensuite le réglage de la **commande** jusqu'à ce que la diode **LED** s'éteigne.

Dès que la commande est réglée sur le niveau adéquat, elle permet d'allumer la diode **LED** une fois que l'éclairage ambiant diminue. Certains éclairages publics utilisent une version plus complexe de ce type de circuit.

PROJECT 19: NACHTLAMPJE

Een eigenschap van de **CdS-cel** is dat haar weerstand vergroot naarmate het licht dat erop valt verminderd. Een heel praktische toepassing voor een **CdS-cel** is dat ze lampen of andere toestellen aan of uit kan zetten bij zonsopgang of zonsondergang. Hier hebben we een circuit dat een **LED** doet branden in het donker.

Terwijl je dit project opbouwt, moet je eens goed kijken waar de **CdS-cel** in het circuit geplaatst is. Enig idee waarom ze precies daar zit en niet ergens anders? (Schrijf je vermoeden op... we zullen het gauw achterhalen.)

Zet nu de stroom aan en stel de 50k regelknop zorgvuldig af tot je juist het punt bereikt waarop de **LED** gaat branden. Zodra je dat punt bereikt hebt, draai je de **regelknop** terug tot de **LED** dooft.

Als je de **regelknop** eenmaal juist hebt ingesteld, zal het project de **LED** doen branden zodra het licht rond de projectdoos verzwakt. Een complexere versie van dit principe vind je in sommige straatlantaarns.

MONTAGE 20: RYTHMEUR ELECTRONIQUE

Au montage 18, nous avons vu que les condensateurs peuvent emmagasiner et décharger des électrons. Vous avez probablement remarqué que la charge et la décharge durent un certain temps. Si vous avez pensé que ce principe pouvait être appliqué à un circuit rythmateur, vous ne vous êtes pas trompé.

Avant de terminer le câblage, placez le **sélecteur** sur la position levée. Une fois le câblage terminé, laissez-le sur cette position pendant quelques secondes. Ensuite, placez-le sur la position abaissée. La diode **LED** s'illuminera pendant quelques instants, puis s'éteindra. Reste-t-elle plus longtemps allumée si vous laissez le **sélecteur** en position levée pendant un laps de temps plus long?

Le fonctionnement de ce circuit ne doit en principe pas être difficile à comprendre. En réalité, il s'agit d'une combinaison des montages 17 et 18. Si vous le souhaitez, vous pouvez remplacer le condensateur de 10 µF par un de 100 µF et voir l'effet que cela produit. (Veuillez à raccorder correctement le pôle positif (+).)

A votre avis, que va-t-il se passer? Vous pourriez aussi ajouter d'autres condensateurs montés en série ou en parallèle et voir l'influence qu'ils exercent sur les performances du circuit. N'oubliez pas de noter tous les résultats de vos expériences. Pouvez-vous établir un lien entre les différents résultats obtenus?

PROJECT 20: ELEKTRONISCHE SCHAKELKLOK

Bij project 18 heb je gezien hoe een condensator elektronen kan opslaan en weer afstaan. Je hebt dan waarschijnlijk opgemerkt dat condensatoren wat tijd nodig hebben om zich op te laden en te ontladen. Misschien heb je dan wel gedacht dat die eigenschap nuttig kon gebruikt worden in een tijdschakeling of iets dergelijks. Juist gedacht!

Voor je de bedrading afwerkt zet je de **keuzeschakelaar** omhoog. Zodra de bedrading klaar is, laat je de keuzeschakelaar nog een paar seconden omhoog staan. Schuif hem dan naar beneden. De **LED** brandt een paar seconden lang en dooft dan weer. Brandt hij langer als je de **keuzeschakelaar** langer dan een paar seconden omhoog laat?

De werking van dit circuit uitleggen mag geen probleem meer zijn. In feite is dit een combinatie van project 17 en 18. Je kunt misschien de condensator van 10 µF vervangen door één van 100 µF en kijken wat er gebeurt - de +kant moet wel juist aangesloten zijn hoor!

Wat gebeurt er nu volgens jou? Je kunt nog meer condensatoren in serie of parallel toevoegen en nagaan welke invloed dat heeft op de prestaties van het circuit. Schrijf je bevindingen keurig op - teken zelfs in de resultaten een bepaald patroon af?

PROJECT 21: CAPITAL LETTER DISPLAY

Let's see how the display in your kit can be used in different circuits - and how it works.

The **LED digital display** is actually seven small **LEDs** in the same package. You notice in the schematic that there are resistor symbols connected to the display symbol. These resistances are actually "built in" the display to protect the segments from damage from too much current.

You can form different letters on the display by wiring the segments together in various ways. In this project, the display shows either "J" or "H" depending on the setting of the **select switch**.

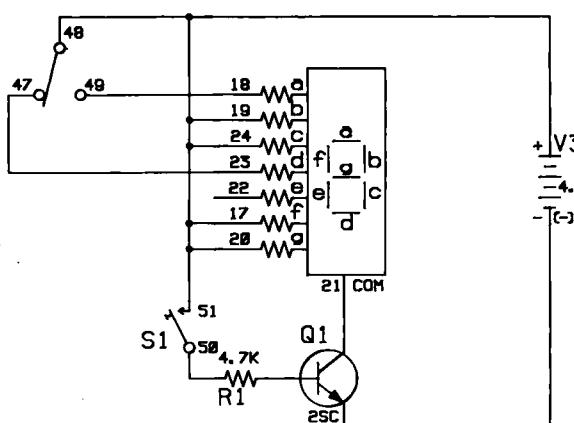
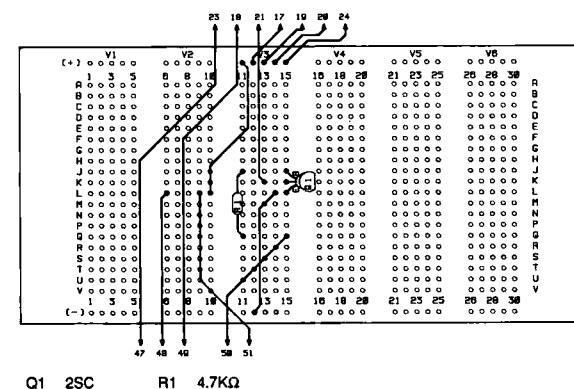
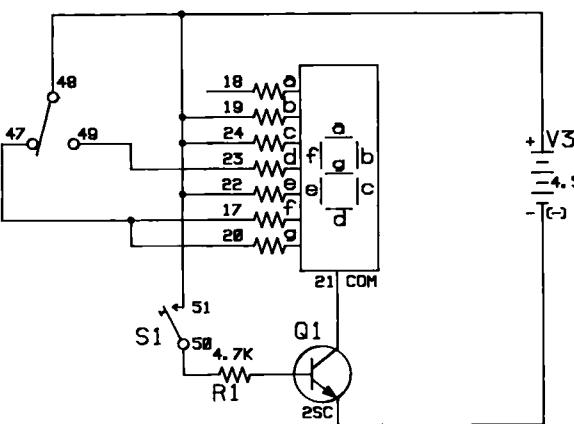
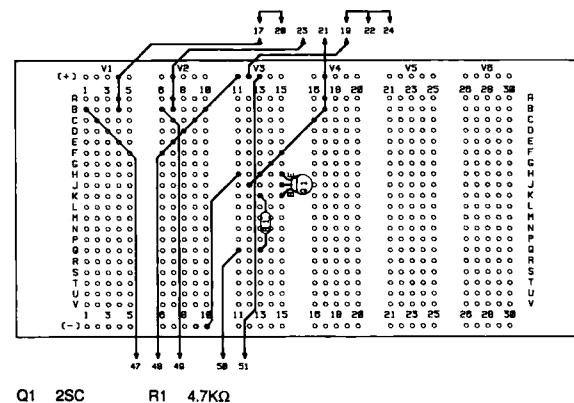
But those aren't the only capital letters that your kit can display. By simply changing the wiring connections at the display, you can get it to show **A, E, C, F, G, I, S** or **U**. But we're not going to tell you how to display these letters... just play around with this project a while and you'll soon find out how for yourself.

Once you do discover how to make these letters, be sure to make notes about how you did it - include the wiring sequences too. You'll find this information handy when you start cooking up your own circuits!

PROJECT 22: SMALL LETTER DISPLAY

The digital display can also be used to show small letters, as this project demonstrates. As you change the setting of the **select switch**, either "q" or "y" is shown on the display.

By changing the wiring connections to the display, you can display **a, c, b, d, e, g, h** or **o**. Be sure to keep notes for use in your own circuits.



MONTAGE 21: AFFICHAGE DES MAJUSCULES

Ce montage illustre le fonctionnement de l'affichage de votre ensemble ainsi que son utilisation dans différents circuits.

L'affichage numérique à diodes électroluminescentes se compose en réalité de sept petites diodes LED reliées les unes aux autres. Sur le diagramme schématique, vous remarquerez la présence de symboles de résistance à côté de l'affichage. Ces résistances sont en fait "incorporées" à l'affichage pour protéger les segments contre toute surtension.

Vous pouvez faire apparaître différentes lettres sur l'affichage, en reliant les segments entre eux de différentes façons. Ce montage permettra de reproduire la lettre "J" ou "H" selon la position du **sélecteur**.

Bien entendu, vous pouvez faire apparaître d'autres lettres majuscules sur l'affichage. En effet, il vous suffit de modifier le câblage de l'affichage pour qu'il reproduise les lettres **A, E, C, F, G, I, S** ou **U**. Toutefois, nous ne vous expliquerons pas comment y parvenir. Vous le découvrirez vous-même en vous entraînant un peu à partir de ce montage.

Dès que vous êtes parvenu à afficher une lettre, n'oubliez pas de noter la procédure que vous avez suivie ainsi que l'ordre de câblage. Vous disposerez ainsi de précieux renseignements à l'heure de réaliser vos propres circuits!

PROJECT 21: HOOFDLETTERDISPLAY

Laten we eens nagaan hoe het display van je projectdoos in verschillende circuits kan gebruikt worden - en hoe het werkt.

Het **LED digitaal display** bestaat in feite uit zeven kleine **LED's** bijeen. Op het schema zie je dat met het displaysymbool weerstandssymbolen verbonden zijn. Die weerstanden zijn in het display "ingegebouwd" om de segmenten te beschermen tegen te veel stroom.

Door de segmenten op allerlei manieren te verbinden kun je verschillende letters vormen. In dit project komt op het display een **J** of een **H**, naar gelang van de stand van de **keuzeschakelaar**.

Dat zijn echter niet de enige hoofdletters die de kit kan laten zien. Door eenvoudig de draadverbindingen aan het display te wijzigen kun je **A, E, C, F, G, I, S** of **U** krijgen. Hoe je daaraan geraakt, zeggen we niet: probeer een tijdje de verschillende mogelijkheden van dit project, en je zult gauw ontdekken hoe het moet.

Zodra je ontdekt hebt hoe je bepaalde letters krijgt, moet je noteren hoe je zover geraakt bent - vergeet de bedrading volgorde niet. Die gegevens komen pas wanneer je ooit eigen circuits gaat maken!

PROJECT 22: KLEINE-LETTERDISPLAY

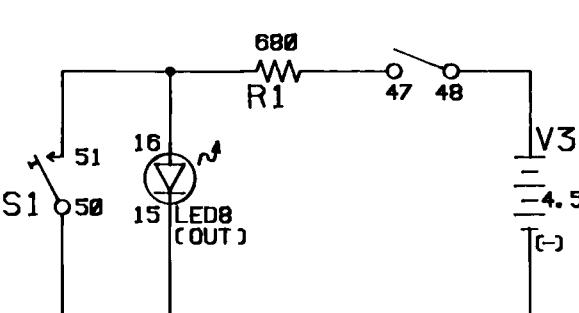
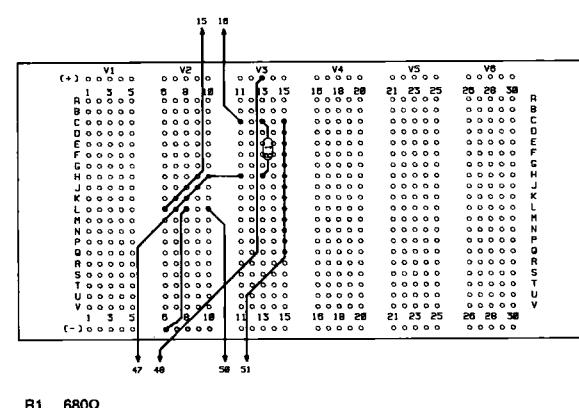
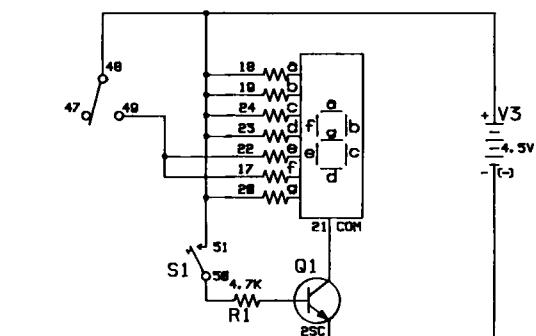
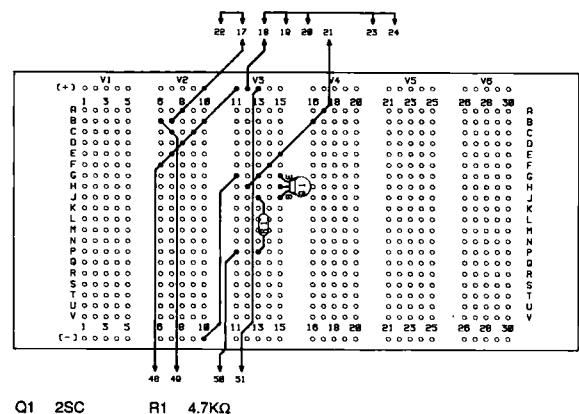
Het digitaal display kan ook gebruikt worden voor kleine letters, zoals je in dit project kunt zien. Door de stand van de **keuzeschakelaar** te wijzigen krijg je **q** of **y** op het display.

Door de draadverbindingen naar het display te wijzigen kun je ook nog **a, c, b, d, e, g, h** of **o** krijgen. Vergeet niet te noteren hoe, voor later.

PROJECT 23: NUMBER DISPLAY

You might suppose, the **LED digital display** also can display numbers. You're right! This project displays either **3** or **8** when you press the key depending on the setting of the **select switch**.

By changing the wiring connections on the display, you can also display all the numbers from **0** to **9**. Be sure to keep notes of what you discover.



PROJECT 24: AN INVERTOR CIRCUIT

We are now going to enter for digital electronic circuit, but what does the term mean? Digital circuits are also known as logic circuits. They are "logical" because they can make decisions.

When we talk about digital circuits, we sometimes use the numbers **0** and **1**. Number zero means the circuit is off. All digital circuits are based on the simple fact that a circuit can be on or off.

Let's start out by exploring an invertor circuit. An invertor is a circuit that takes an input (an input is something that goes "into" a digital circuit) and "reverses" it.

When you finish the wiring, switch power ON. **LED 8** lights. This can be called **1**. When you press the key, **LED 8** goes out. This is **0**.

But notice how the invertor "reverses" the input. When there is no input (you don't press the key), there is an output (**LED 8** is lit). But if there is an input (you press the key) there is no output (**LED 8** goes out).

By the way, an output is something that "comes out of" a digital circuit.

Since an invertor reverses an input, what do you think the appropriate number would be if the key is not pressed? If the key is pressed? (No fair peeking at the answer!).

If the key is not pressed, that's **0** since the output (**LED 8** being lit) is **1**. And if the key is pressed, that's **1** since the output is **0**. Remember that the invertor reverse an input! (Or you might say it turns night into day!).

MONTAGE 23: AFFICHAGE DES CHIFFRES

Comme vous pouvez le supposer, l'**affichage numérique à diodes électroluminescentes** de votre ensemble peut aussi reproduire des chiffres. Dans ce montage, l'appui du manipulateur permet d'afficher le chiffre "**3**" ou "**8**" selon la position du **sélecteur**.

En modifiant le câblage de l'affichage, vous pourrez aussi afficher tous les chiffres compris entre **0** et **9**. N'oubliez pas de noter vos découvertes.

PROJECT 23: CIJFERDISPLAY

Je denkt nu wellicht dat **het display ook cijfers** kan weergeven - en gelijk heb je! Bij dit project krijg je een **3** of een **8** als je op de toets drukt, afhankelijk van de stand van de **keuzeschakelaar**.

Door de draadverbindingen naar het display te wijzigen kun je alle cijfers van **0** tot en met **9** krijgen. Vergeet niet je ontdekkingen te noteren.

PROJECT 24: INVERTORCIRCUIT

Een digitaal elektronisch circuit nu, maar wat betekent die term? Digitale circuits worden ook wel "logische circuits" genoemd. Logisch noemen we ze omdat ze beslissingen kunnen nemen.

Wanneer we het over digitale circuits hebben, gebruiken we soms de cijfers **0** en **1**. Cijfer **0** betekent dat het circuit uit staat. Alle digitale circuits zijn gebaseerd op het eenvoudige feit dat een circuit uit of aan kan staan.

Laten we maar eens beginnen met het ontdekken van een invertorcircuit. Een invertor is een circuit dat een "input" (d.w.z. iets dat "in" een digitaal circuit wordt gebracht) opneemt en "omkeert".

Zodra de bedrading klaar is, zet je de stroom aan. **LED 8** gaat branden. Dit kunnen we **1** noemen. Druk je nu op de toets, dan gaat **LED 8** uit. Dit is **0**.

Maar merk op hoe de invertor de input "omkeert": wanneer er geen input is (je drukt niet op de toets), is er wel output (**LED 8** brandt); is er daarentegen wel een input (je drukt op de toets), dan is er geen output (**LED 8** dooft).

O ja, "output" is iets wat uit een digitaal circuit komt.

Aangezien een invertor een input omkeert, wat is dan volgens jou het juiste cijfer als de toets niet ingedrukt is? En als de toets ingedrukt is? (Niet naar het antwoord kijken!).

Als de toets niet ingedrukt is, is dat **0** aangezien de output (**LED 8** brandt) **1** is. En als de toets ingedrukt is, is dat **1** aangezien de output dan **0** is. Vergeet niet dat de invertor de input omkeert - van niets iets maakt, zeg maar.

PROJECT 27 : JSING THE NOR GATE

Here's another circuit that gives you a clue to how it works by its name. Think you can figure it out? Try and see how close you come!

As you build this project, make sure the **select switch** is set to the low position. What does **LED 1** do? Now press the key. Is there any change in **LED 1**? Release the key and set the **select switch** up. What happens now? Now press the key again while the **select switch** is at the up position. Is there any change in **LED 1**?

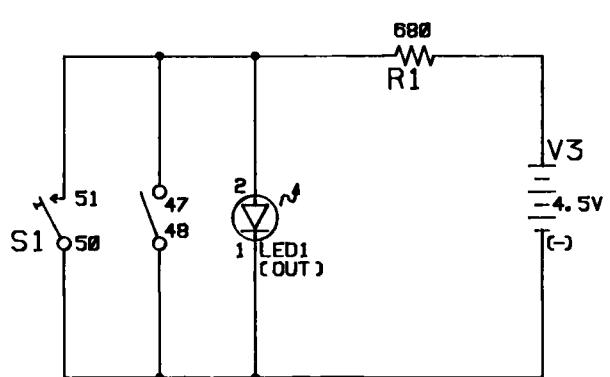
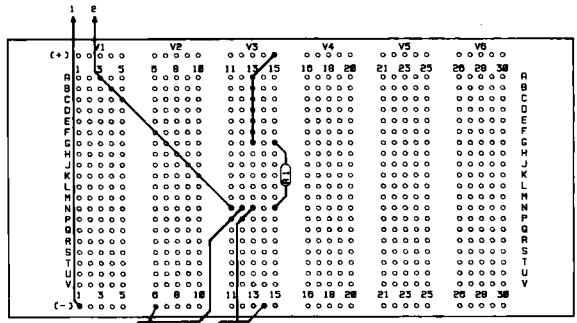
As you can see, a NOR gate does the opposite of what an OR gate does. A NOR gate normally has an output (or, as electronics engineers like to say, it's at 1). But whenever one or both inputs are activated, the output goes off (or becomes 0).

Now think a second... what does this NOR gate remind you do?

We hope you said project 24, where we met the inverter circuit. You can see that a NOR gate is really an inverter circuit with more than one input. If all of the inputs are 1, then the output becomes 0!

Where would you suppose they came up with this name from? How about "not" "or" (or in other words an inverted OR).

Can you think of how NOR circuits could be used in electronic devices?



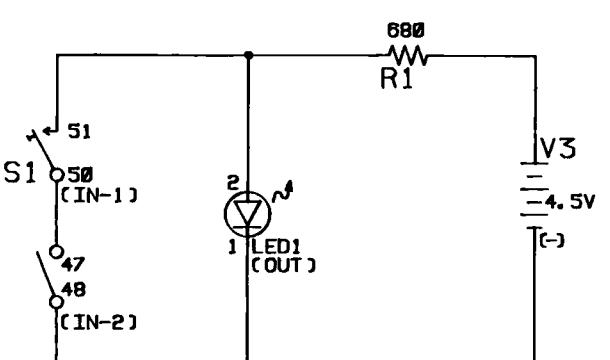
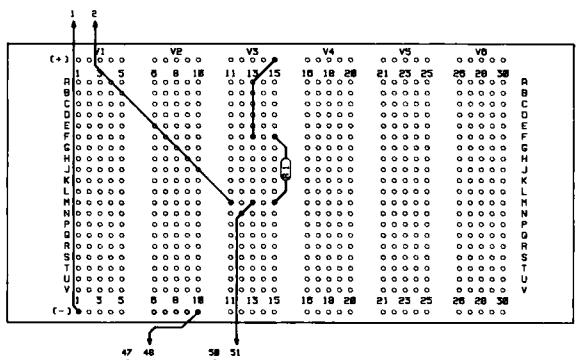
PROJECT 28 : MEET THE NAND GATE

Were you able to figure out what a NOR gate did by its name? If so, it ought to be a cinch to guess how a NAND gate works. Make a mental note of how you think it works before building this project.

While you're making the wiring connections, set the **select switch**. What does **LED 1** do? Now set the **select switch** up. Any change in **LED 1**? Now press the key while the **select switch** is at the up position. Anything different now?

As you probably suspected, a NAND gate turns off its output when all of its inputs are on. Or - to use some fancy electronic engineer's talk - the output of a NAND gate turns to 0 when all inputs are at 1. And you can also see that this is another type of inverter circuit.

Now look for the Integrated Circuit in the parts box of your kit. Two of them are labeled 4011: these are the ICs called "Quad 2-Input NAND IC". What do you think there's a NAND gate (or maybe several NAND gates) inside that tiny little part? Make notes of what you think...you'll have fun looking back on them after some future projects!



MONTAGE 27 : UTILISATION DE LA PORTE NON-OU

Voici encore un circuit dont le nom vous renseigne sur son principe de fonctionnement. Avez-vous une idée? Nous verrons plus loin si vous avez deviné juste.

Pendant que vous réalisez ce montage, assurez-vous que le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée. Que fait la diode **LED 1**? Maintenant, enfoncez le manipulateur. La diode **LED 1** a-t-elle changé? Relâchez le manipulateur et placez le **sélecteur** sur la position levée. Que voyez-vous à présent? Ensuite, appuyez à nouveau sur le manipulateur en maintenant le **sélecteur** sur la position levée. La diode **LED 1** a-t-elle changé?

Comme vous venez de le constater, une porte **NON-OU** fait exactement l'inverse d'une porte OU. Une porte NON-OU possède en principe une sortie (ou une valeur 1, selon le langage des ingénieurs électroniciens!). Toutefois, dès qu'une entrée au moins est ouverte, la sortie se ferme (ou prend la valeur 0).

A présent, réfléchissez un instant ... à quoi la porte NON-OU vous fait-elle penser?

Nous espérons qu'il s'agit du montage 24 dans lequel nous vous avons présenté le circuit inverseur. La porte NON-OU est un véritable circuit inverseur qui possède plus d'une entrée. Si toutes les entrées possèdent la valeur 1, la sortie prend la valeur 0.

A votre avis, pourquoi cette porte est-elle désignée sous ce nom? Que diriez-vous de "NON" et "OU" (ou en d'autres termes, d'un OU inversé).

Voyez-vous une quelconque utilisation des circuits NON-OU dans les appareils électroniques?

PROJECT 27: GEBRUIK VAN DE NOR POORT

NOR is eigenlijk "not or", d.w.z. Engels voor "niet of", en als je dat weet kun je misschien al vermoeden hoe een NOR circuit werkt? Laat nu maar eens zie hoe slim je bent...

Zorg er bij het opbouwen van dit project voor dat de **keuzeschakelaar** naar beneden staat. Wat doet **LED 1**? Druk nu op de toets. Verander **LED 1**? Laat de toets los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat gebeurt er nu? Druk nog eens op de toets terwijl de **keuzeschakelaar** omhoog staat. Verandert **LED 1** nu?

Zoals je kunt zien doet een NOR poort het omgekeerde van wat een OR poort doet. Een NOR poort geeft normaal een output (of een 1 zoals elektronici zo graag zeggen). Maar wanneer één of beide inputs geactiveerd worden, is er geen output meer (hij wordt 0).

Denk nu even na: waaraan doet deze NOR poort je denken?

We hopen dat deze poort je aan project 24 deed denken, waar we kennismaken met het invertercircuit. Je snapt immers wel dat een NOR poort in feite een invertercircuit is met meer dan één input. Als alle inputs 1 zijn, wordt de output 0!

Heb je er een idee van hoe NOR circuits zouden kunnen gebruikt worden in elektronische toestellen?

MONTAGE 28 : PRESENTATION DE LA PORTE NON-ET

Aviez-vous deviné quelle était l'utilisation de la porte NON-OU à la simple lecture de son nom? Si oui, vous n'aurez aucune difficulté à imaginer celle de la porte NON-ET. Gardez votre réponse à l'esprit tout au long de la réalisation de ce montage.

Pendant que vous réalisez le câblage, réglez le **sélecteur**. Comment la diode **LED 1** réagit-elle? Ensuite, placez le **sélecteur** sur la position levée. La diode **LED 1** a-t-elle changé? Enfin, enfoncez le manipulateur tout en maintenant le **sélecteur** en position levée. Voyez-vous une différence?

Comme vous l'avez probablement deviné, la sortie de la porte NON-ET se ferme lorsque toutes ses entrées sont ouvertes, ou - si nous utilisons le jargon des ingénieurs électroniciens - la sortie d'une porte NON-ET prend la valeur 0 lorsque toutes les entrées possèdent la valeur 1. Vous voyez aussi qu'il s'agit d'un autre type de circuit inverseur.

Examinez à présent les circuits intégrés de votre ensemble. Deux d'entre eux portent le numéro 4011 et l'appellation "quadruple circuit intégré NON-ET à deux entrées". A votre avis, ce minuscule composant possède-t-il une porte NON-ET (voire même plusieurs portes NON-ET)? Notez votre réponse ... vous la relirez avec le sourire quand vous aurez réalisé quelques montages supplémentaires!

PROJECT 28: EN TEN SLOTE DE NAND POORT

Als je aan de hand van de naam "NOR" wist hoe zo'n poort werkte, dan zou je ook moeten kunnen bedenken hoe een NAND poort werkt, want NAND staat voor "en niet"? Laat je hersenen even werken voor je aan de opbouw van het project begint!

Terwijl je de bedrading aansluit zet je de **keuzeschakelaar** naar beneden. Wat doet **LED 1**? Zet de **keuzeschakelaar** dan omhoog. Verandering te bespreken? Druk nu op de toets terwijl de **schakelaar** nog steeds omhoog staat. Verandert er nu iets?

Zoals je misschien vermoedde schakelt een NAND poort haar output uit wanneer alle inputs aan zijn. Vertaald in elektronisch jargon: output van een NAND poort is 0 wanneer alle inputs 1 zijn. En meteen stel je vast dat ook dit een soort invertercircuit is.

Zoek nu bij de losse onderdelen naar de geïntegreerde schakelingen (IC's). Twee daarvan dragen het nummer 4011: de naam van deze IC's is "Quad 2-Input NAND IC". Wat denkt je, zit er een NAND poort (of misschien meer dan één) in dat piepkleine onderdeeltje? Noteer wat je denkt... dat kan nog leuk worden als je er een aantal projecten verder eens naar teruggrift!

PROJECT 29 : HOW A MULTIVIBRATOR WORKS

After you finish the wiring connections, set the **select switch** up. This turns power ON. Look at the **LED 1** - what's happening?

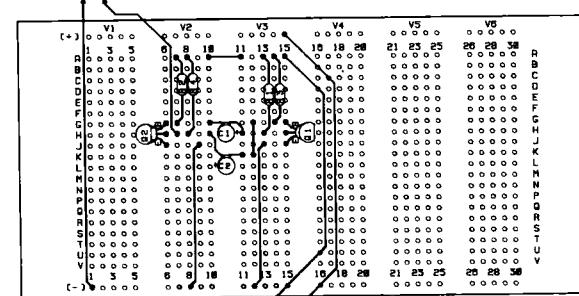
You see the **LED 1** lights up and then turns off immediately. The **LED** stays off a few moments, and then the cycle repeats itself.

This type of output is called a square wave. Can you imagine how it got this name? (Hint: think of how a square looks ... straight sides, a flat top ... and now think of how the **LED 1** works.)

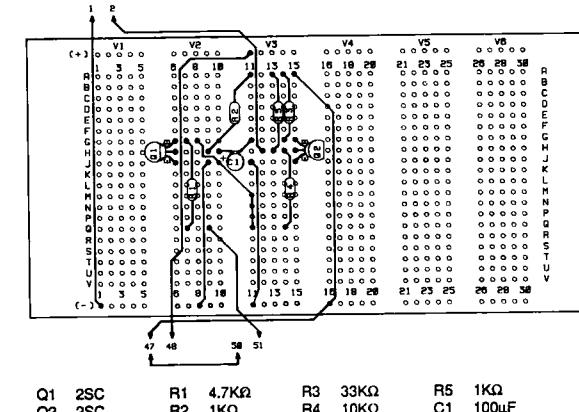
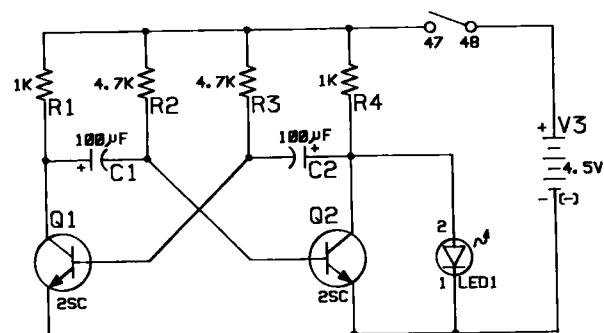
Yes the output is in the form of wave. But notice that the output is either on or it's off... there's no "in between!"

This means that a multivibrator is a digital circuit. 0 is when the circuit has no output while 1 is when there is an output.

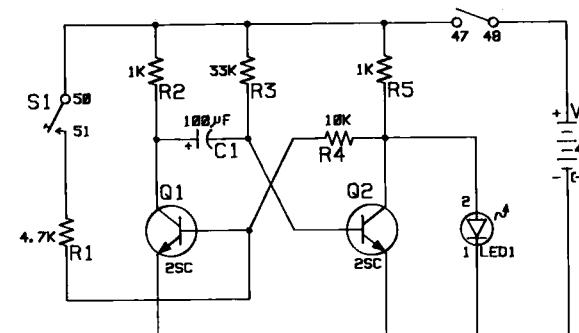
You can see that it's possible to control the operation of OR, AND, NOR and NAND gates using a multivibrator circuit. You can also make a multivibrator operate at a different rate ... try substituting 2.2K or 10K resistors in place of the 4.7K resistors used and see what happens.



Q1 2SC R1 1kΩ R3 4.7kΩ C1 100µF
Q2 2SC R2 4.7kΩ R4 1kΩ C2 100µF



Q1 2SC R1 4.7kΩ R3 33kΩ R5 1kΩ C1 100µF
Q2 2SC R2 1kΩ R4 10kΩ



PROJECT 30 : A "ONE SHOT" MULTIVIBRATOR

Does the name of this circuit give you any hint as to how it operates? Make a mental note of how you think it works so you can compare with the results of this project.

After making all the wiring connections, slide the **select switch** to up position. This turns power ON. Now press and release **S1**. Watch the **LED 1** ... and continue to watch it for a few seconds. What happens?

Did you guess that the multivibrator would work just once ("fire one shot")? As you just saw, you were close ... the multivibrator operates for a few moments and then stop. We might say this circuit makes "one shot" of pulses and then shuts off.

Try holding **S1** down for different lengths of time and compare it to how long the circuit operates ... can you make the circuit work longer by holding **S1** down for longer periods?

You found that you couldn't change how long the circuit operated. Do you have any idea why this is so by looking at the schematic? (No fair peeking at the answer.)

The difference in this multivibrator is the action of the 100 µF capacitor. As you now know, this capacitor discharges to keep the circuit operating. Once it is completely discharged, circuit operation stops. And there's only so much current the capacitor can store, no matter how long you hold the key down!

MONTAGE 29 : FONCTIONNEMENT D'UN MULTIVIBRATEUR

Une fois le câblage terminé, placez le **sélecteur** sur la position levée pour mettre le circuit sous tension. Examinez la diode **LED 1** - que se passe-t-il?

Vous voyez que la diode **LED 1** s'allume puis s'éteint immédiatement. Elle demeure ensuite éteinte pendant quelques instants avant de recommencer le même cycle.

Ce type de sortie est appelé "onde carrée". A votre avis, quelle est l'origine de cette appellation? (Indication : imaginez un carré ... il possède des lignes droites et un sommet plat. A présent, rappelez-vous du fonctionnement de la diode **LED 1**.)

Bien entendu, la sortie se présente sous la forme d'une onde. Vous remarquez aussi que la sortie est ouverte ou fermée ... il n'y a pas d'état "intermédiaire!"

Cela signifie que le multivibrateur est un circuit numérique dans lequel 0 correspond à l'absence de sortie et 1, à la présence de sortie.

Vous voyez donc qu'il est possible de commander le fonctionnement des portes OU, ET, NON-OU et NON-ET à partir d'un circuit multivibrateur. Vous pouvez aussi modifier la vitesse de fonctionnement d'un multivibrateur. Essayez donc de remplacer les résistances de 4,7 kohms par d'autres de 2,2 kohms ou de 10 kohms, et voyez ce qu'il se passe.

PROJECT 29: ZO WERKT EEN MULTIVIBRATOR

Na het afwerken van de bedrading zet je de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom aan te zetten. Wat gebeurt er met **LED 1**?

Je ziet dat **LED 1** gaat branden maar meteen weer dooft. De **LED** blijft enkele ogenblikken uit, en dan herbegint de hele cyclus.

Dit soort output noemen we een vierkantsgolf. Waar zou die naam vandaan komen? (Tip: beeld je de vorm van een vierkant in... rechte zijden, vlakke bovenkant... en bedenk nu hoe **LED 1** werkt.)

Inderdaad, de output is golfvormig, maar hij is wel ofwel aan ofwel uit, zonder tussenstadia.

Dit betekent dat een multivibrator een digitaal circuit is. 0 is wanneer het circuit geen output heeft, 1 is wél een output.

Je kunt zien dat het mogelijk is de werking van OR, AND, NOR en NAND poorten te regelen met een multivibrator-circuit. Je kunt een multivibrator ook met andere snelheden laten werken. Probeer maar eens een weerstand van 2,2k of 10k in plaats van die van 4,7k, en kijk wat er gebeurt.

PROJECT 30: EENMALIGE MULTIVIBRATOR

Kun je aan de hand van de naam van dit circuit afleiden hoe het werkt? Onthou wat je ervan denkt, dan kun je achteraf controleren of je gelijk had.

Zodra de bedrading klaar is, schuif je de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom in te schakelen. Druk op **S1** en laat weer los. Kijk naar de **LED**... en blijf een paar seconden kijken. Wat gebeurt er?

Zat je juist? Had je geraden dat deze multivibrator maar "één maal" (een-malig) zou werken? Want zo is het: de multivibrator werkt een paar seconden lang en stopt dan. We zouden kunnen zeggen dat hij het één maal doet en het dan laat afweten.

Hou **S1** nu telkens wat langer ingedrukt en vergelijk de indruktijd met hoe lang het circuit werkt... kun je het circuit langer doen werken door **S1** langer ingedrukt te houden?

Je hebt ondervonden dat je de werkingsduur van het circuit niet kon veranderen. Heb je er enig vermoeden van waarom dat zo is, als je naar het schema kijkt? (Nog niet naar het antwoord kijken!)

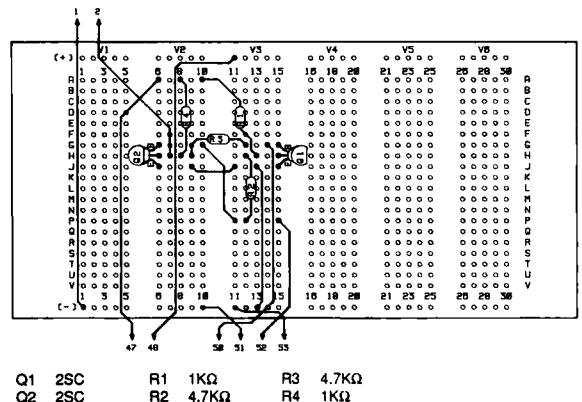
Het verschil bij deze multivibrator is de werking van de condensator van 100 µF. Zoals je weet onlaadt deze condensator zich om het circuit aan het werk te houden. Zodra hij volledig ongeladen is, stopt het circuit. En er is maar zoveel stroom als de condensator kan bevatten, hoe lang je de toets ook ingedrukt houdt!

PROJECT 31 : EEN R-S FLIP FLOP

This project shows how a "flip-flop" circuit gets its name. It has two states: off and on (or 0 and 1) and keeps that state until you change it. If the circuit is on (or 1), the circuit is said to be set. If the circuit is off (or 0), the circuit is said to be reset. (And that's where we get the R-S part of this project's name.)

After you wire this project, set the **select switch** to up position. This turns power ON. Look at the **LED 1**... is anything happening? Now press **S1**. Is there any change? Now press **S2**, and see what happens to the **LED 1** again. Press **S1** once again.

Your kit has a part called a "Dual J-K Flip-Flop" (the Integrated Circuit marked "4027"). What do you think is different about this part and this circuit? Be sure to make a note about your guess.

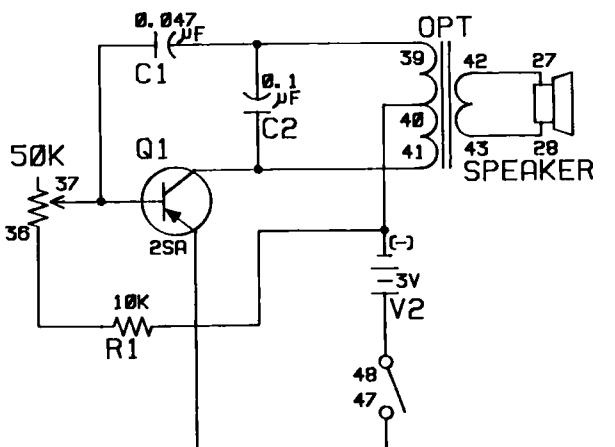
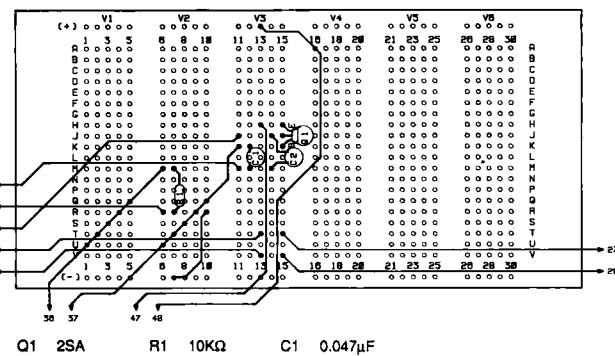


PROJECT 32 : MEET THE OSCILLATOR

This project is an oscillator with adjustable frequency. You can change the notes by rotating the 50K control. With practice, you can play tunes on it, like an electronic organ. Adjust the **control** and set the **select switch** up then back down. Readjust the **control** for the next note and again set the **select switch** up. After some practice you can play some simple tunes. You can even slur between notes, like a trombone.

This circuit is a typical pulse-tone oscillator. Oscillators require two conditions: a gain greater than the input and the feedback. The feedback control circuit is the key.

You'll find more detailed explanations in later projects. For now, note that the 0.047 μF capacitor is rapidly charged and discharged: this results in oscillation. The 50K control adjusts the capacitor discharge time, thus the frequency of the sound you hear from **speaker** is changed.



MONTAGE 31 : BASCULE BISTABLE

Ce montage illustre l'origine du mot "bascule". Le circuit, qui peut être ouvert ou fermé (0 ou 1), demeure dans l'état sélectionné jusqu'à ce que vous le modifiez. Si le circuit est ouvert (1), on dit qu'il est mis à 1 et s'il est fermé (0), on dit qu'il est remis à zéro. (Ces deux caractéristiques expliquent l'origine du mot "bistable".)

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez le **sélecteur** en position levée pour mettre le circuit sous tension. Examinez la diode **LED 1** ... que fait-elle? A présent, enfoncez **S1**. Voyez-vous un changement? Ensuite, enfoncez **S2** et examinez à nouveau la diode **LED 1**. Enfin, enfoncez à nouveau **S1**.

Votre ensemble possède un composant appelé "Double bascule J-K" (qui correspond au circuit intégré 4027). A votre avis, quelle est la différence entre ce composant et le circuit que vous venez de réaliser? N'oubliez pas de noter votre réponse.

PROJECT 31: EEN R-S FLIP FLOP

In dit project leer je hoe een "flip-flop" circuit aan zijn naam komt. Er zitten twee fasen in: uit en aan (of 0 en 1). Elke fase blijft zolang je ze niet verandert. Als het circuit aan is (of 1), is het "ingesteld"; als het uit is (of 0), is het "teruggesteld" - in het Engels is dat "set" en "reset", vandaar die R-S in de naam van dit project.

Na het afwerken van de bedrading zet je de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom in te schakelen. Kijk naar **LED 1**: gebeurt er wat? Druk nu op **S1** - verandert er iets? Druk dan op **S2**, en kijk nogmaals wat er met **LED 1** gebeurt. Druk nog een keer op **S1**.

In de kit zit een onderdeel dat "tweevoudige J-K Flip-Flop" heet (de geïntegreerde schakeling met nummer "4027"). Waarin verschilt dat onderdeel volgens jou van dit circuit? Schrijf ergens op wat je denkt!

PROJECT 32: EEN OSCILLATOR

Dit project is een oscillator met regelbare frequentie. Je kunt de noten veranderen door aan de 50k regelknop te draaien. Met wat oefening kun je er zelfs deuntjes op spelen, zoals op een elektronisch orgel. Stel de **regelknop** af, zet de **keuzeschakelaar** omhoog en weer naar beneden. Stel de **knop** opnieuw in voor de volgende noot en zet de **schakelaar** weer omhoog. Na een poosje oefenen kun je enkele eenvoudige wijsjes spelen. Je kunt zelfs van noot naar noot "glijden", zoals met een trombone.

Dit circuit is een typische oscillator met pulserende tonen. Oscillators hebben twee dingen nodig: versterking groter dan de input, en terugkoppeling. Het regelcircuit voor de terugkoppeling is de toets.

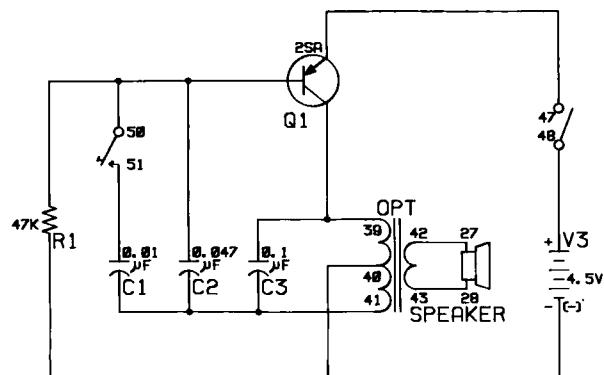
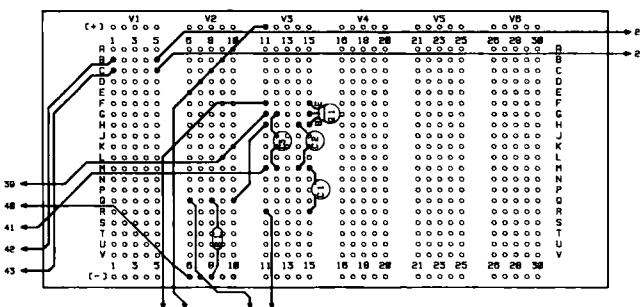
Meer details hierover vind je in latere projecten. Voorlopig is het al goed als je weet dat de condensator van 0,047 μF snel wordt opgeladen en ontladen: daardoor ontstaat oscillatie (trilling). De 50k regelknop regelt de ontladingstijd van de condensator en dus verandert de frequentie (toonhoogte) van het geluid dat je door de **luidspreker** hoort.

PROJECT 33 : CHANGING OSCILLATION WITH CAPACITOR

If things are too quiet around your house, this project fixes that in a hurry !

When you finish wiring this project, slide **select switch** up. This turns power ON. You immediately hear a loud, piercing tone (as does everyone else in the house!). When you press **S1**, you notice that the sound from the **speaker** becomes lower in tone - but still loud as ever. By pressing **S1** in the right rhythm you can create sounds like a police siren or ambulance.

The project also uses an oscillator circuit. Can you guess why does the circuit change tone when the key is pressed? See what part is added to the circuit when you press the key. You will soon learn why the addition of that part changes the tone -- wait two projects...

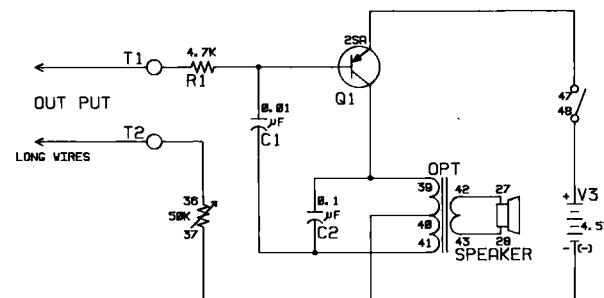
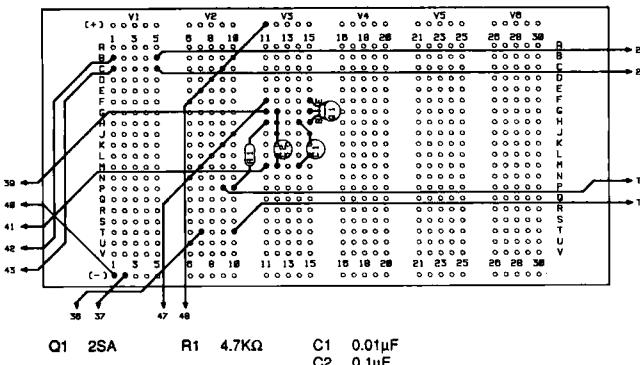


PROJECT 34 : CHANGING OSCILLATION WITH FOREIGN SUBSTANCE

When you finish the wiring connection, set the **select switch** up. This turns power ON. Now grip the exposed ends of the long wires (from **T1** and **T2** terminals) and squeeze them tightly. The sound you hear from the **speaker** changes as the amount of electrons flowing through your body changes.

You can use this type of circuit as a lie detector by changing the tone of the sound from the **speaker**.

You can also use this circuit to see how well other things let electrons flow through them. Try such things as spoons, coins, different packages, furniture, etc. Make notes of things that let electrons flow well and those that don't.



MONTAGE 33 : MODIFICATION DES OSCILLATIONS A L'AIDE D'UN CONDENSATEUR

Si vous habitez dans un endroit calme, ce montage risque bien de troubler la quiétude de votre entourage.

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez le **sélecteur** sur la position levée pour mettre le circuit sous tension. Vous entendez immédiatement un son puissant et perçant (vous n'êtes d'ailleurs pas le seul dans la maison!). Quand vous enfoncez **S1**, vous remarquez que la tonalité du son produit par le **haut-parleur** diminue - tout en demeurant aussi puissant. En enfonçant **S1** au rythme correct, vous pouvez produire des sons semblables à ceux d'une sirène de police ou d'une ambulance.

Ce montage utilise aussi un circuit oscillateur. Pouvez-vous deviner pourquoi la tonalité du circuit change lorsque vous enfoncez le manipulateur? Essayez de trouver le composant qui est venu s'ajouter au circuit au moment où vous avez enfoncé le manipulateur. Vous apprendrez bientôt pourquoi l'ajout de ce composant modifie la tonalité. Il vous faudra pour cela encore réaliser deux montages supplémentaires.

PROJECT 33: OSCILLATIE WIJZIGEN MET CONDENSAATOR

Als het bij jou thuis in de buurt wat al te rustig is, dan is dat met dit project zo verholpen!

Na het afwerken van de bedrading schuif je de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom in te schakelen. Onmiddellijk hoor je - en jij niet alleen! - een lude, doordringende toon. Wanneer je nu op **S1** drukt, verlaagt de toon van het geluid uit de **luidspreker**, maar het blijft even luid. Door met het juiste ritme **S1** in te drukken en los te laten kun je de sirene van een politie- of ziekenwagen nabootsen.

Ook dit project gebruikt een oscillatorcircuit. Kun je raden waarom het circuit van toon verandert wanneer je de toets indrukt? Kijk eens welk onderdeel aan het circuit wordt toegevoegd wanneer je drukt. Je zult gauw leren waarom de toevoeging van dat onderdeel de toon verandert -- nog twee projecten geduld...

PROJECT 34: OSCILLATIE WIJZIGEN MET VOORWERPEN

Zodra de bedrading aangesloten is, zet je de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom in te schakelen. Grijp nu de blote uiteinden van de lange draden (van contactpunten **T1** en **T2**) en knip er stevig op. Het geluid dat uit de **luidspreker** komt verandert doordat het aantal elektronen dat door je lichaam stroomt verandert.

Je kunt dit soort circuit als leugendetector gebruiken aan de hand van toonveranderingen in de **luidspreker**.

Je kunt dit circuit ook gebruiken om na te gaan hoe goed andere voorwerpen elektronen doorlaten (-geleiden). Probeer het met lepels, muntstukken, verpakkingsmateriaal, meubelen enz. Noteer welke stoffen en voorwerpen goed geleiden en welke minder goed of niet.

PROJECT 35 : MORE ABOUT OSCILLATOR

When you finish wiring this project, switch power ON and press **S1**. You'll hear a sound from the speaker. Now rotate the **control knob** back and forth. What do you now hear from the **speaker**?

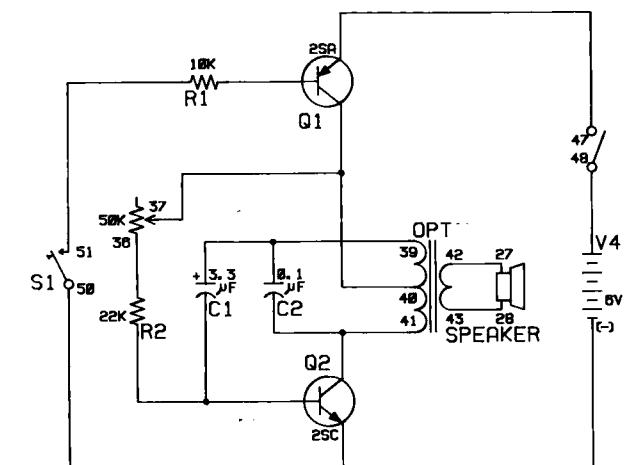
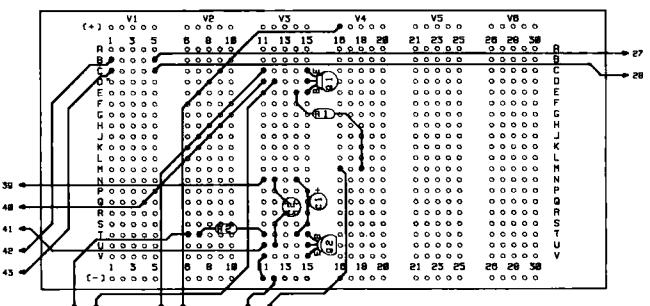
Oscillators make use of feedback. That means part of the output of the circuit is sent back into the input. Look carefully at the schematic for this project -- can you see where some of the output goes back into the input?

Let's look how the current flows. When you press the key, current flows from the - terminals of the batteries through the transistor's emitter, then to its base and back to the batteries through the 22K and 50K resistances. Since we now have current flowing from emitter to base, current can flow from the collector to emitter.

Current also flows in the OPT transformer the speaker is connected to. Think that electromagnetism might come into play here? You're right -- an electric current is set up from the top of the transformer coil through the 3.3 μF capacitor, the transistor's base and emitter, the key, batteries and back to the transformer by the connection at the middle of the its coil (that's called a tap).

As you might expect, charging and discharging of the 3.3 μF capacitor is the key to this project's operation. When the 3.3 μF capacitor discharges, it does so into the base of the transistor. It just happens that this current is opposite from the emitter-to-base current (it's + instead of -). You guessed it -- it shuts off the emitter-to-base current. But when the capacitor discharges low enough, emitter-to-base current again flows, the 3.3 μF capacitor recharges, and the whole cycle starts again.

That's how feedback works. And feedback is necessary to make an oscillator go!



PROJECT 36 : A PUSH-PULL OSCILLATOR

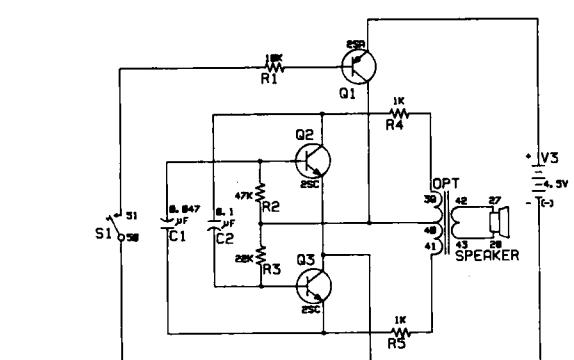
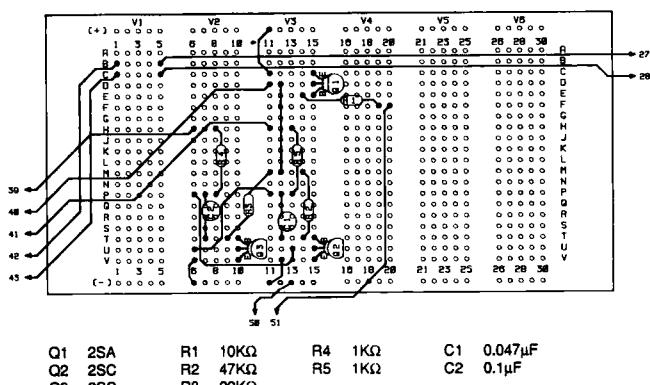
Once you finish the wiring connections, hold **S1** down and listen to the sound from the **speaker**.

Notice how feedback comes through the 0.047 μF and 0.1 μF capacitors connected to the transformer's coil. But see how each capacitor is connected at the ends of the transformer's coil. This means that when one capacitor is charging, the other is discharging. And this means...

... that when one transistor is off the other is operating. There's always one transistor operating.

Since the 0.047 μF and 0.1 μF capacitors control circuit operation, try using different values of capacitors in their place. And since the 47K and 22K resistors control the emitter-to-base current, try using different values in their place and see what happens.

Be sure to keep notes of what you discover. What effects do higher and lower values have upon operation? You'll find this information handy when you start designing your own oscillator circuits.



MONTAGE 35 : AUTRE CIRCUIT OSCILLATEUR

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez l'interrupteur sur la position de marche et enfoncez **S1**. Vous entendez un son dans le haut-parleur. A présent, tournez la **commande** vers l'arrière et vers l'avant. Qu'entendez-vous maintenant dans le **haut-parleur**?

Les oscillateurs tirent profit de la réaction. Autrement dit, ils renvoient une partie de la sortie du circuit vers l'entrée. Examinez attentivement le diagramme schématique de ce montage -- voyez-vous à quel endroit une partie de la sortie est renvoyée vers l'entrée?

Examinons à présent le chemin emprunté par le courant. Quand vous enfoncez le manipulateur, le courant s'échappe des bornes négatives (-) des piles, traverse l'émetteur, puis la base du transistor et revient aux piles en passant par les résistances de 22 kohms et de 50 kohms. Comme le courant circule entre l'émetteur et la base, il peut aussi aller du collecteur vers l'émetteur.

Le courant circule aussi dans le transformateur OPT auquel le haut-parleur est raccordé. Vous pensez que l'électromagnétisme joue un rôle dans ce circuit? Vous avez raison -- un courant électrique est produit à partir du sommet de la bobine du transformateur. Il traverse le condensateur de 3,3 μF , la base et l'émetteur du transistor, le manipulateur, les piles, puis revient au transformateur par le raccordement opéré au centre de sa bobine (ce qu'on appelle une prise).

Comme vous l'avez deviné, le chargement et le déchargement du condensateur de 3,3 μF sont à la base du fonctionnement de ce montage. Quand ce condensateur de 3,3 μF se décharge, il envoie le courant à la base du transistor. Or, ce courant circule dans la direction opposée à celle du courant circulant entre l'émetteur et la base (il est positif (+) au lieu d'être négatif (-)). Vous l'avez deviné, il coupe le courant allant de l'émetteur vers la base. Néanmoins, dès que le condensateur est suffisamment déchargé, le courant circule à nouveau entre l'émetteur et la base. Le condensateur de 3,3 μF se recharge et le cycle complet recommence.

Ce cycle illustre le principe de la réaction, indispensable au fonctionnement d'un oscillateur !

MONTAGE 36 : OSCILLATEUR SYMETRIQUE

Une fois le câblage terminé, maintenez **S1** enfoncé et écoutez le son produit dans le **haut-parleur**.

Vous remarquez que la réaction provient des condensateurs de 0,047 μF et de 0,1 μF raccordés à la bobine du transformateur. Le raccordement de chaque condensateur aux extrémités de la bobine du transformateur est tel que lorsqu'un condensateur se charge, l'autre se décharge. Ce qui signifie ...

... que lorsqu'un transistor est arrêté, l'autre fonctionne. Autrement dit, il y en a toujours un qui fonctionne.

Comme les condensateurs de 0,047 μF et de 0,1 μF commandent le fonctionnement du circuit, essayez de les remplacer par des condensateurs de valeurs différentes. Essayez aussi de remplacer les résistances de 47 kohms et de 22 kohms, qui commandent le courant allant de l'émetteur vers la base, par des résistances de valeurs différentes et voyez ce qu'il se passe.

N'oubliez pas de noter vos découvertes. Comment des composants de valeurs supérieures ou inférieures influencent-ils le fonctionnement du circuit? Ces informations vous seront très utiles lorsque vous réaliserez vos propres circuits oscillateurs.

PROJECT 35: MEER OVER DE OSCILLATOR

Na afwerking van de bedrading zet je de stroom aan en druk je op **S1**. Je hoort geluid uit de luidspreker. Draai de **regelknop** nu heen en weer. Wat hoor je in de **luidspreker**?

Oscillators maken gebruik van terugkoppeling. Dit betekent dat een deel van de output van het circuit naar het circuit terugkeert als input. Bekijk zorgvuldig het schema voor dit project: zie je waar een deel van de output terugkeert als input?

Laten we nagaan hoe de stroom gaat. Wanneer je op de toets drukt, gaat de stroom van de - uiteinden van de batterijen door de emissor van de transistor, dan naar de basis en terug naar de batterijen via de weerstanden van 22k en 50k. Aangezien er nu stroom van de emissor naar de basis loopt, kan er ook stroom van de collector naar de emissor gaan.

Er gaat ook stroom naar de uitgangstransformator waarmee de luidspreker verbonden is. Zou hier dan misschien wat elektromagnetisme meespelen? Zeer zeker: een elektrische stroom wordt opgezet van de bovenkant van de transformatorspoel door de condensator van 3,3 μF , de basis en emissor van de transistor, de toets, de batterijen en terug naar de transformator door de verbinding aan het midden van zijn spoel (de aftakking).

Zoals je misschien dacht, is het laden en ontladen van de condensator van 3,3 μF het geheim achter de werking van dit project. Wanneer de condensator zich onlaadt, gaat de lading naar de basis van de transistor. Deze stroom is tegengesteld aan de stroom van emissor naar basis (+ in plaats van -). Goed geraden: hij sluit de stroom van emissor naar basis af. Maar wanneer de ontlading van de condensator laag genoeg is, loopt de stroom van emissor naar basis opnieuw en begint de hele cyclus opnieuw.

Zo werkt terugkoppeling. En zonder terugkoppeling kun je een oscillator niet laten werken!

PROJECT 36: TREK-EN-DUW OSCILLATOR

Zodra de bedrading klaar is hou je **S1** ingedrukt en luister je naar wat uit de **luidspreker** komt.

Merk op hoe terugkoppeling door de condensatoren van 0,047 μF en 0,1 μF gaat, die verbonden zijn met de transformatorspoel. Maar je ziet dat elke condensator verbonden is aan de uiteinden van de transformatorspoel. Dit betekent dat wanneer de ene condensator oplaat, de andere zich onlaadt. En dat betekent dan weer...

... dat wanneer de ene transistor uit staat, de andere werkt. Er werkt dus altijd één transistor.

Aangezien de condensatoren van 0,047 μF en 0,1 μF de werking van het circuit regelen, kun je hun plaats condensatoren met andere waarden uitproberen. En aangezien de weerstanden van 47k en 22k de stroom van emissor naar basis regelen, kun je ook hier weerstanden met andere waarden proberen en nagaan wat er gebeurt.

Noteer wel voordurend je bevindingen: welke invloed hebben hogere en lagere waarden op de werking? Die gegevens komen nog wel van pas wanneer je zelf oscillatorcircuits gaat ontwerpen.

PROJECT 37 : LOW DISTORTION SINEWAVE OSCILLATOR

Distortion? Sinewave? Hold on, we are going to explain you...

You know the sound you hear is waves of the air. The audio devices produce an AC signal that corresponds to the waves of the sound. The speakers convert this voltage change into the sound you hear.

The sinewave is a wave of pure single-frequency tone. For example, a 300 hertz sinewave is an AV volume that alternates 300 cycles per second, and contains no other frequencies.

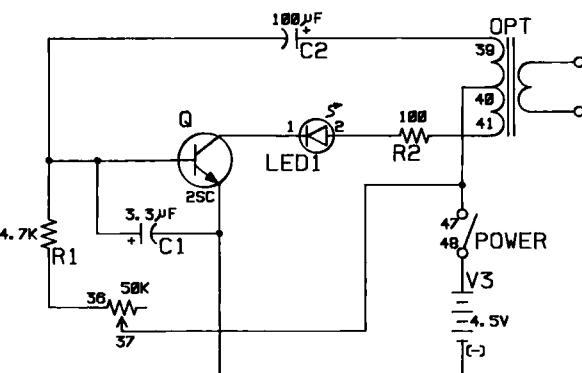
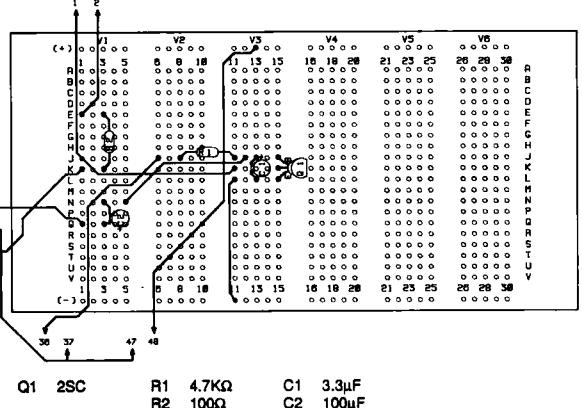
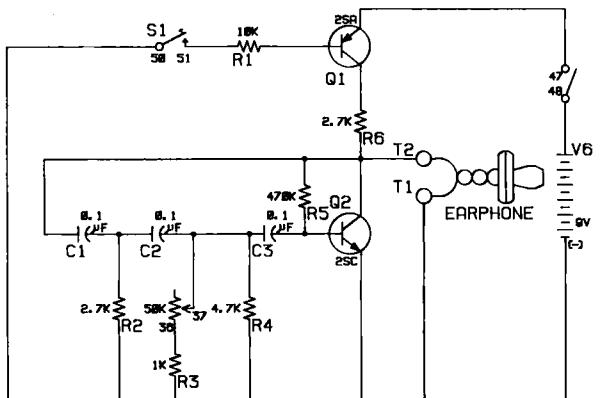
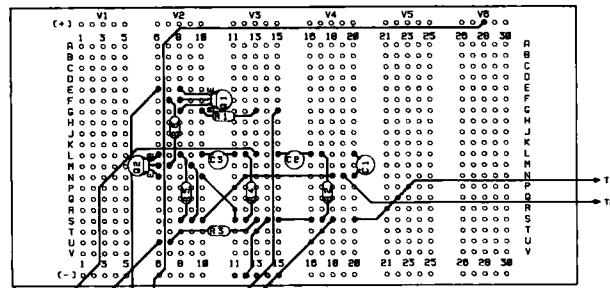
However, almost all sounds are mixture of various frequencies... normally the multiples of the main frequency. In case of 300 hertz tone, the sound contains a tone of 600 hertz, 900 hertz, and so on. These extra frequencies (engineers call them as harmonics) cause the distortion.

When wiring is complete, press **S1** key and adjust the **control** so you get the clearest sound. At this point you get the sinewave with lowest distortion.

This circuit is a popular basic oscillator called an "RC phase shift" oscillator. (RC stands for resistor/capacitor -- did you guess correctly?) You will find this circuit described in many theory texts. Oscillation frequency is the one which the RC circuit shifts the wave half of its cycle, or as engineers would call it, shifts the phase 180 degrees.

This is necessary to get feedback, because the collector voltage of the transistor shifts 180 degrees from the base voltage. We must return this voltage back into original to get feedback.

The capacitors shift the phase 90 degrees if used alone. That is, the output waves are 1/4 cycle ahead of the input waves. With resistors added, the amount of phase shift decreases. When we add proper resistance we can make the phase shift to be 60 degrees. You see on schematic three RC combinations are used: namely, 60 degree phase shift is done three times to obtain 180 degree phase shift.



PROJECT 38 : STROBE LIGHT

Here's an oscillator circuit that doesn't use the speaker or earphone - you don't hear its output. Instead, you see the output on a **LED**.

This project gives you an idea of how large strobe lights work. Turn power ON and watch **LED 1**: it turns on and off at a certain interval. You can control the blinking rate with the 50K control.

This project lets you get a "bird's eye view" of how an oscillator works. The charging and discharging of the 100 µF capacitor controls the **LED** blinking rate. Try substituting a lower value capacitor and see what happens to the blinking rate.

MONTAGE 37 : OSCILLATEUR D'ONDE SINUSOIDALE A FAIBLE DISTORSION

Distortion? Onde sinusoïdale? Ne vous inquiétez pas, nous allons tout vous expliquer ...

Vous savez que les sons que vous entendez sont des ondes qui circulent dans l'air. Les appareils audio produisent des signaux **CA** qui correspondent aux ondes des sons tandis que les haut-parleurs convertissent ces variations de tension en sons que vous pouvez entendre.

Une onde sinusoïdale est une onde de tonalité pure sur une seule fréquence. Une onde sinusoïdale de 300 hertz, par exemple, est un volume AV qui alterne 300 fois (cycles) par seconde mais ne contient pas d'autre fréquence.

Néanmoins, pratiquement tous les sons se composent d'un mélange de différentes fréquences ... qui sont en général des multiples de la fréquence principale. Dans le cas de la tonalité de 300 hertz, le son contient une tonalité de 600 hertz, 900 hertz, etc. Ces fréquences supplémentaires (que les ingénieurs appellent fréquences harmoniques) sont à l'origine de la distorsion.

Une fois le câblage terminé, enfoncez le **manipulateur** S1 et réglez la **commande** de façon à obtenir le son le plus clair possible. C'est à cet endroit que la distorsion de l'onde sinusoïdale est la plus faible.

Ce circuit est un oscillateur de base connu appelé "oscillateur RC à déphasage". (RC correspond à résistance/condensateur -- l'aviez-vous deviné?) Vous trouverez la description de ce circuit dans de nombreux ouvrages théoriques. La fréquence d'oscillation correspond à la fréquence à laquelle le circuit RC modifie l'onde à la moitié de son cycle ou, selon le langage des ingénieurs, exécute un déphasage de 180 degrés.

Ce déphasage est indispensable pour produire la réaction, car la tension du collecteur du transistor change la tension de la base de 180 degrés. Pour obtenir la réaction, il faut ramener cette tension à son niveau d'origine.

Quand ils sont utilisés seuls, les condensateurs exécutent un déphasage de 90 degrés. Autrement dit, les ondes de sortie sont en avance d'un quart de cycle sur les ondes d'entrée. L'ajout des résistances entraîne une diminution du degré de déphasage. Si nous ajoutons la résistance adéquate, nous pouvons même atteindre un déphasage de 60 degrés. Sur le diagramme schématique, vous remarquez que nous avons utilisé trois combinaisons RC : nous avons effectué trois déphasages de 60 degrés pour obtenir un déphasage de 180 degrés.

MONTAGE 38 : STROBOSCOPE

Voici un circuit oscillateur qui n'utilise ni le haut-parleur ni l'écouteur - vous n'entendez pas sa sortie, vous la voyez sur une diode **LED**.

Ce montage vous donne une idée du fonctionnement des grands stroboscopes. Placez l'interrupteur sur la position de marche et regardez la diode **LED 1** : elle s'allume et s'éteint à intervalles réguliers et vous pouvez commander son clignotement à l'aide de la commande de 50 kohms.

Ce montage vous donne un aperçu général du fonctionnement d'un oscillateur. Le chargement et le décharge du condensateur de 100 µF commandent la vitesse de clignotement de la diode **LED**. Essayez de remplacer le condensateur par un autre de plus faible valeur et voyez l'influence qu'il exerce sur la vitesse de clignotement.

PROJECT 37: SINUSGOLF-OSCILLATOR MET LAGE VERVORMING

Sinusgolf? Vervorming? Niet weglopen, we leggen het meteen uit...

Je weet allicht dat geluid bestaat uit golven in de lucht. Audiotoestellen produceren wisselstroomsignalen die overeenkomen met geluidsgolven. Luidsprekers zetten die wisselstroomveranderingen om in hoorbaar geluid.

Een sinusgolf is een zuivere toongolf met één enkele frequentie. Zo is een sinusgolf van 300 hertz een wisselstroom die 300 volledige cycli per seconde wisselt en geen andere frequenties bevat.

Toch zijn zowat alle geluiden een combinatie van allerlei frequenties... gewoonlijk de veelvouden van de hoofdfrequentie. In het geval van een toon van 300 hertz bevat het geluid ook een toon van 600 hertz, 900 hertz enz. Deze bijkomende frequenties (ingenieurs spreken van "harmonischen") veroorzaken de vervorming.

Na het afwerken van de bedrading druk je op toets **S1** en draai je aan de **knop** tot je de helderst mogelijke klank krijgt. Op dat moment heb je de sinusgolf met de laagste vervorming.

Dit circuit is een populaire elementaire oscillator, de "RC faseverschuivingsoscillator". (RC staat voor "resistor/capacitor", wat Engels is voor weerstand/condensator.) Een beschrijving van dit circuit vind je in heel wat theorieboeken. De oscillatiefrequentie is de gene waarmee het RC circuit de golf een halve cyclus verschuift, of, in ingenieurstaal, de fase 180 graden verschuift.

Dat is nodig om terugkoppeling te krijgen, omdat het collectorvoltsge van de transistor 180 graden verschuift t.o.v. het basisvoltsge. We moeten dat voltage weer herstellen tot het oorspronkelijke om aan terugkoppeling te geraken.

Afzonderlijk gebruikt verschuiven de condensatoren de fase 90 graden. De outputgolven zijn dus een kwart cyclus voorop op de inputgolven. Met weerstanden erbij vermindert de hoeveelheid fasoverschuiving. Als we de juiste weerstanden toevoegen kunnen we de fasoverschuiving beperken tot 60 graden. In het schema zie je drie RC-combinaties: drie keer een fasoverschuiving van 60 graden om aan een totaal van 180 graden fasoverschuiving te geraken.

PROJECT 38: STROBOSCOOPLAMP

Hier heb je een oscillatorcircuit dat geen gebruik maakt van de luidspreker of portefon: je hoort de output dus niet, maar je ziet hem op een **LED**.

Dit project geeft je er een idee van hoe een grote stroboscooplamp werkt. Schakel de stroom in en kijk naar **LED 1**: hij gaat met bepaalde tussenpozen aan en uit. De knippersnelheid kun je bepalen met de 50k regelknop.

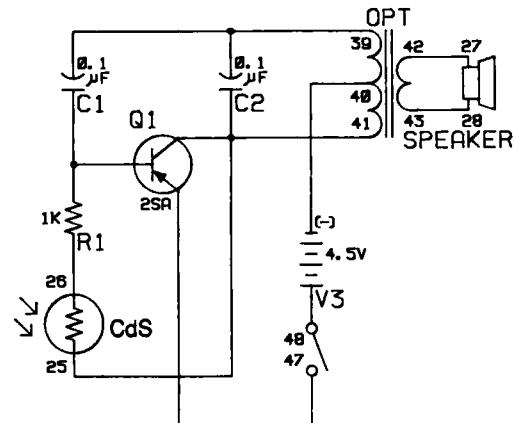
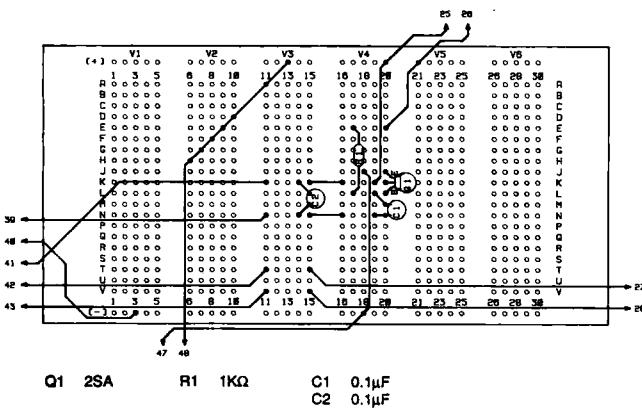
Dit project geeft je meteen een "panoramisch" uitzicht op de werking van een oscillator. De knippersnelheid wordt geregeld door het laden en ontladen van de condensator van 100 µF. Probeer een condensator met lagere waarde en kijk wat er met de knippersnelheid gebeurt.

PROJECT 39 : dS-CONTROLLED OSCILLATOR

This project lets you control an oscillator's operation by the amount of light that falls on the **CdS cell**.

ire this project and place your kit in a well-lit room and switch power ON. You hear a tone from the speaker. Now place your hand over the **CdS cell**... What happens to the tone? Try using this project in a darker room and see if you get the same results. You might also want to try a different value resistor in place of the 1K in series with the **CdS cell**.

You can also use this circuit as a game. Place your kit in a dark room and try to "shoot" the **CdS cell** with a flashlight.



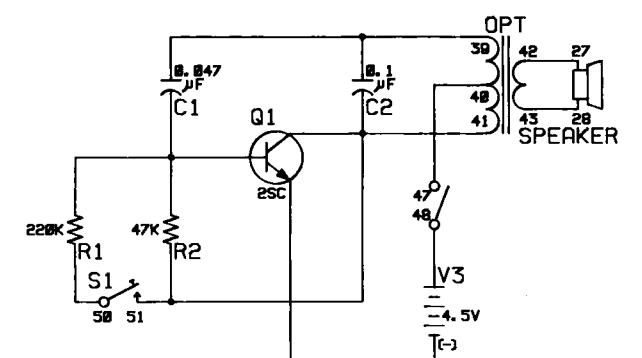
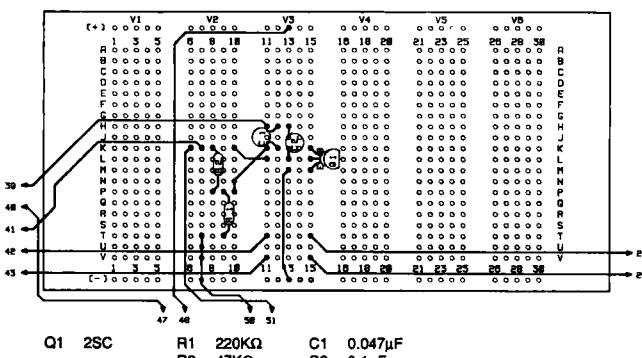
PROJECT 40 : REQUENCY SHIFT OSCILLATOR

any of the oscillators we've played with so far have used **S1** to turn them on or off. This one is different ... can you tell what it does by looking at the schematic?

hen you slide the **select switch** up to turn ON, you hear a tone from the **speaker**. Now press **S1**. What happens to the tone? Can you explain why this happens? (C'mon! By now this should be sick soup for you!)

hen you press **S1**, you add another resistor in parallel to the 47K resistor. When this happens, the tone becomes higher - just like you heard.

by adding different resistors in place of the 220K. What effect do higher and lower values have on the tone when **S1** is pressed? Be sure to make notes of your results.



MONTAGE 39 : OSCILLATEUR COMMANDE PAR CELLULE CdS

Ce montage vous permet de commander le fonctionnement d'un oscillateur en agissant sur la quantité de lumière qui parvient à la **cellule CdS**.

Réalisez le câblage de ce montage, puis installez votre ensemble dans une pièce bien éclairée avant de placer l'interrupteur sur la position de marche. Vous entendez une tonalité dans le haut-parleur. A présent, placez la main au-dessus de la **cellule CdS**... la tonalité a-t-elle changé? Recommencez l'expérience en plaçant préalablement votre ensemble dans une pièce plus sombre et voyez si vous obtenez un résultat identique. Vous pouvez aussi remplacer la résistance de 1 kohm montée en série avec la **cellule CdS** par une autre de valeur différente.

Vous pouvez aussi jouer avec ce circuit en plaçant votre ensemble dans une pièce sombre et en "visant" la **cellule CdS** à l'aide d'une torche électrique.

PROJECT 39: CdS-GESTUURDE OSCILLATOR

Dit project laat je de werking van een oscillator regelen aan de hand van de hoeveelheid licht die op de **CdS-cel** valt.

Bedraad het project en plaats je kit in een flink verlichte kamer. Schakel de stroom in. Je hoort een bepaalde toon uit de luidspreker. Hou nu je hand over de **CdS-cel**... wat gebeurt er met de toon? Probeer het project in een donkerder kamer en controleer of je hetzelfde resultaat krijgt. Misschien wil je ook een andere weerstandswaarde proberen i.p.v. de 1k in serie met de **CdS-cel**.

Je kunt dit circuit ook als spel gebruiken. Stel de kit op in een donkere kamer en probeer de **CdS-cel** te "raken" met een zaklamp.

PROJECT 40: FREQUENTIEVERSCHUIVINGSOSCILLATOR

Veel van de oscillatoren waarmee we tot nu toe bezig zijn geweest, gebruikten **S1** om ze aan of uit te zetten. Deze hier niet... kun je aan de hand van het schema vertellen wat hij doet?

Wanneer je de **keuzeschakelaar** omhoog zet (aan), hoor je een toon uit de **luidspreker**. Druk nu op **S1**. Wat gebeurt er met de toon? Kun je verklaren hoe dat komt? (Dat zou nu toch een fluitje van een cent moeten zijn voor jou!)

Wanneer je op **S1** drukt, voeg je een extra weerstand parallel toe aan de weerstand van 47k. De toon wordt daardoor hoger, zoals je gehoord hebt.

Probeer andere weerstanden toe te voegen i.p.v. die van 220k. Hoe beïnvloeden hogere en lagere waarden de toon zodra **S1** wordt ingedrukt? Noteer je bevindingen.

PROJECT 41: ELECTRONIC GRANDFATHER CLOCK

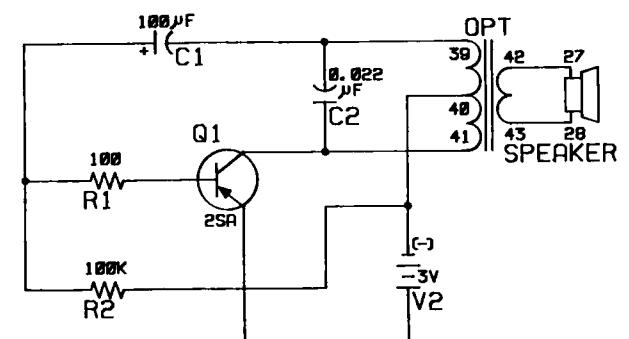
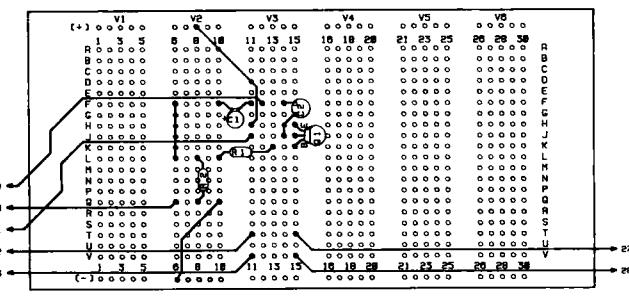
Do you want to perk up the ears of some of your elders? Anyone who has lived in a house with a grandfather clock will think you have one when they hear this project.

The circuit gives off clicks at one second interval. Change the 100K resistor to obtain faster or slower pulse rate. The timing and sound together remind the listener of the old grandfather clock.

The steady monotonous ticking also gives animals (and people also!) a restful state of mind. If you have traveled on the train you know how you got sleepy as you heard the click, click, click of the tracks. Hypnotists have long been using this hypnotizing effect to gain control over the mind of his subject.

We've described circuit operation elsewhere in this book so we won't go into great detail. The transistor turns on as you apply power. The $100\mu F$ capacitor quickly charges up to a voltage greater than the 3V batteries. The capacitor charge quickly cuts off the transistor. Then the capacitor slowly discharges. When it discharges down to the battery voltage, the transistor turns on again, thereby giving off the click.

Now, want to scare this "clock" to stop? Yell into the **speaker**. How about that? You can momentarily stop this clock. Can you explain why?



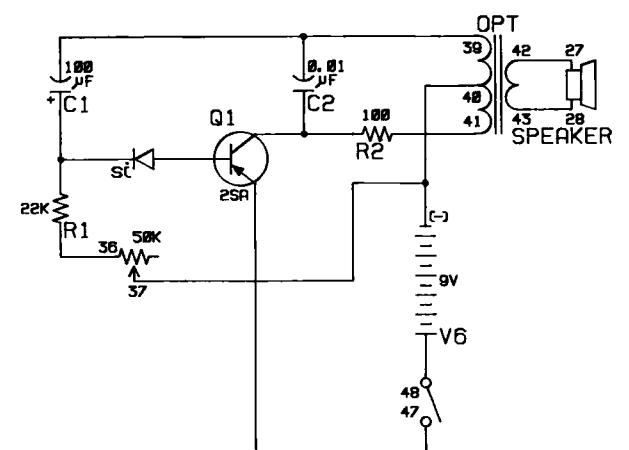
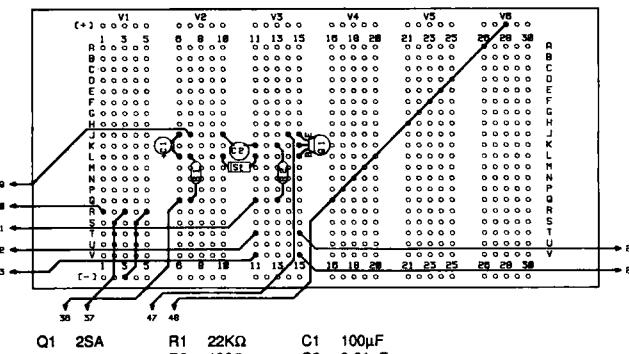
PROJECT 42: ELECTRONIC METRONOME

Here's a project you might find useful if you're learning to play a musical instrument. This is an electronic version of the metronome used by music students everywhere.

Slide the **select switch** up to turn power ON. You hear a sound from the **speaker** at a fixed interval. Now turn the **control knob** to the right (clockwise) and you hear the sounds "speed up" as the interval between sounds shortens.

The operation of this oscillator is like other we've played with. The circuit operates as the $100\mu F$ capacitor charges and discharges, and the 50K variable resistor controls its rate. This is why you can change the "speed" of the sounds by adjusting the **control knob**.

Try a different resistor in place of the 22K in series with the control. Also try a different capacitor in place of the $100\mu F$ electrolytic and see what effect this has on circuit operation. Remember to keep track of the results in your notes.



MONTAGE 41: HORLOGE DE PARQUET ELECTRONIQUE

Voulez-vous étonner vos grands-parents en leur faisant écouter le tic-tac de cette horloge qu'ils ont connue dans leur jeunesse? Qui-conque a vécu dans une maison possédant une horloge de parquet sait y méprendra lorsque vous lui ferez écouter celle que nous vous proposons dans ce montage.

Les tic-tac produits par ce circuit sont espacés d'environ une seconde. En modifiant la valeur de la résistance de 100 kohms, vous obtiendrez un rythme d'impulsions plus rapide ou plus lent selon le cas. L'association entre le rythme des impulsions et leur son vous fera penser à une vieille horloge de parquet.

Le tic-tac monotone et régulier peut être utilisé pour apaiser les animaux (et les humains aussi d'ailleurs). Si vous avez déjà voyagé en train, vous savez combien le cliquetis des roues sur les rails endort les voyageurs. Les hypnotiseurs ont eux aussi longtemps utilisé cette caractéristique hypnotique pour endormir leurs patients.

Comme vous trouverez la description du fonctionnement de ce circuit ailleurs dans ce mode d'emploi, nous n'entrerons pas dans le détail pour l'instant. Le transistor se met en marche dès que vous appliquez une tension secteur. En se chargeant rapidement à une tension supérieure à celle des trois volts de la pile, le condensateur de $100\mu F$ coupe le transistor, puis commence à se décharger lentement. Quand sa tension devient inférieure à celle des piles, le transistor se met à nouveau en marche, ce qui produit le tic-tac.

Vous en avez assez et vous souhaitez arrêter ce tic-tac? Criez dans le **haut-parleur**. Voilà qui vous surprend! Maintenant que vous avez arrêté momentanément le tic-tac, pouvez-vous expliquer pourquoi?

PROJECT 41: ELEKTRONISCH STAAND HORLOGE

Wil je oudere mensen in de buurt hun oren doen spitsen? Al wie ooit een staand horloge (grootvaders klok) in huis heeft gehad, zal denken dat jij er een hebt wanneer hij of zij dit project hoort.

Het circuit produceert klikjes met tussenpozen van één seconde. Je kunt de weerstand van 100k vervangen om het sneller of trager te laten klikken. Zowel de duur van de tussenpozen als het geluid doen denken aan zo'n oud staand horloge.

Het gelijkmatig, eentonig getik geeft ook dieren (en mensen!) een gevoel van rust. Als je ooit met de trein hebt gereisd, weet je hoe slaperig je kunt worden van de cadans van de wielen over de sporen. Bij hypnose wordt dit effect gebruikt om greep te krijgen op de geest van de gehypnotiseerde.

De werking van het circuit wordt elders in dit boek beschreven, en dus gaan we er niet diep op in. De transistor wordt ingeschakeld zodra je stroom geeft. De condensator van $100\mu F$ laadt snel op tot een groter voltage dan de 3V van de batterijen. De condensatorlaading snijdt de transistor snel af. Dan onlaadt de condensator zich langzaam. Wanneer hij onder het batterijvoltage zakt, wordt de transistor weer ingeschakeld en dat geeft een klik.

Wil je deze "klok" van schrik doen stilvallen? Schreeuw in de luidspreker. Wat zeg je daarvan? Je kunt deze klok voor korte tijd stilleggen. Kun je ook uitleggen waarom?

PROJECT 42: ELEKTRONISCHE METRONoom

Dit project kan van pas komen wanneer je een muziekinstrument leert bespelen. Het is een elektronische versie van de metronoom die overal ter wereld gebruikt wordt.

Schuif de **keuzeschakelaar** omhoog om de stroom in te schakelen. Uit de **luidspreker** komt met vaste tussenpozen een geluid. Door de **regelknop** naar rechts te draaien (in wijzerzin) hoor je het geluid "versnellen" omdat de tussenpozen verkorten.

Deze oscillator werkt net als andere waarmee we reeds gespeeld hebben. Het circuit werkt door het opladen en ontladen van de condensator van $100\mu F$, en de variabele weerstand van 50k regelt de snelheid. Daardoor kun je de "snelheid" van de geluiden wijzigen door aan de **regelknop** te draaien.

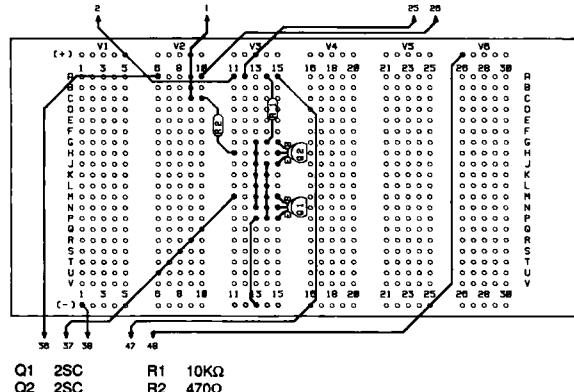
Probeer eens een andere weerstand dan die van 22k in serie met de regelknop. Probeer ook een andere condensator i.p.v. de electrolytische van $100\mu F$ en hoor hoe dat de werking van het circuit beïnvloedt. Vergeet niet van dat alles notities bij te houden.

PROJECT 43: MOTION DETECTOR

You need a flashlight and a dark room for this project. Now take your kit to a dark room along with a flashlight. Turn power ON and shine the flashlight directly at the **CdS cell**. Now move your hand in front of the flashlight beam and see what happens to the **LED**. Try adjusting the **control** for different results.

This is an example of a motion detector. These are often used in banks, defense plants, military bases and other areas where only certain people are admitted. This lets us detect intruders without the intruders being aware of it. The beam of light is usually located so that the intruder can't easily see it (for example, it can be only a few inches off the floor). Sometimes we use light invisible to the human eye, such as infrared, to make sure the intruder doesn't know about the motion detector.

Is this detector in a normal room. Does it work?



MONTAGE 43: DETECTEUR DE MOUVEMENT

Pour ce montage, vous devez placer votre ensemble dans une pièce sombre et vous munir d'une torche. Placez l'interrupteur sur la position de marche et dirigez le faisceau de la torche directement sur la **cellule CdS**. Ensuite, passez la main devant le faisceau de la torche et voyez ce qu'il se passe au niveau de la diode **LED**. Réglez la **commande** de façon à obtenir des résultats différents.

Ce montage est un exemple de détecteur de mouvement. Ce type de dispositif est souvent utilisé dans les banques, les zones de défense, les bases militaires et autres lieux dont l'accès est réservé uniquement à certaines personnes autorisées. Il permet de détecter un intrus sans qu'il s'en aperçoive. Le faisceau lumineux est généralement placé à un endroit peu visible (notamment à quelques centimètres du sol). Certains dispositifs utilisent parfois un faisceau lumineux invisible à l'oeil nu tel qu'un rayon infrarouge afin que l'intrus ignore la présence du détecteur de mouvement.

Essayez d'utiliser ce détecteur dans une pièce normalement éclairée. Fonctionne-t-il?

PROJECT 43: BEWEGINGSDETECTOR

Voor dit project heb je een zaklamp en een donkere kamer nodig. Breng je kit samen met de zaklamp naar een donkere kamer. Schakel de stroom in en schijn met de zaklamp recht op de **CdS-cel**. Beweg nu je hand door de straal van de zaklamp en kijk wat er met de **LED** gebeurt. Draai aan de **regelknop** en kijk of dat het resultaat beïnvloedt.

Dit is een voorbeeld van een bewegingsdetector. Zo'n detector wordt vaak gebruikt in banken, wapenfabrieken, militaire basisen en andere zones waar alleen bepaalde personen toegelaten zijn. We kunnen er inbrekers mee ontdekken zonder dat zij het in de gaten hebben. De lichtstraal is gewoonlijk zo geplaatst dat de inbreker ze moeilijk kan zien, b.v. enkele centimeters boven de vloer. Soms gebruikt men ook licht dat onzichtbaar is voor het menselijk oog, zoals infrarood: dan hebben inbrekers zeker geen vermoeden van de bewegingsdetector.

Werkt deze detector ook in een kamer met normale verlichting?

PROJECT 44: DOOR ALARM

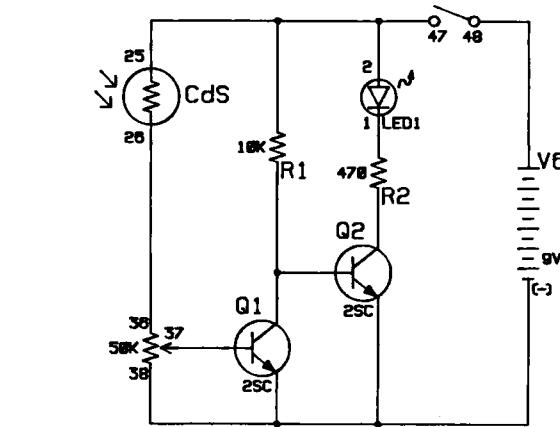
Here's a nifty buzzer circuit that makes a super alarm. This is known as a contact alarm for reasons you'll soon see.

When you build this project, you'll notice that there's no switch to turn it on or off, nor is the key used. When you finish, touch the two exposed metal ends of the long wires together. You'll hear a buzzer sound from the speaker.

You can use this project to let you know if something moves and uses the two long wires to make contact with each other. For best results, place the wires so that one is horizontal while the other is vertical. This way they're more likely to make contact with each other.

You can place the long wires on a door and its frame so that they make contact when the door is closed. You can use this same arrangement for desk drawers, storage chest covers, cabinets, etc. If you need longer wires, see your local Tandy/Radio Shack store for extra wire.

You can also use this circuit as a Morse code practice unit by attaching the two long wires to the key.



MONTAGE 44: ALARME POUR PORTE D'ENTREE

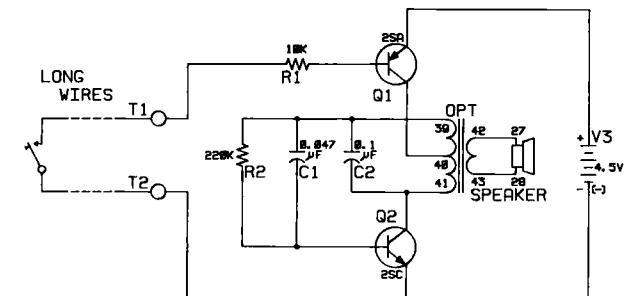
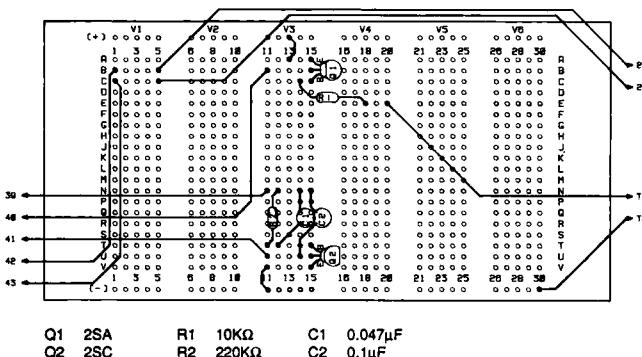
Voici un joli circuit vibrant qui va vous fournir un excellent carillon pour votre porte d'entrée. Pour des raisons décrites plus loin, on parlera ici d'alarme à contact.

En réalisant ce montage, vous remarquerez qu'il n'est enclenché ou arrêté par aucun interrupteur et qu'il n'utilise pas non plus de manipulateur. Une fois le câblage terminé, mettez l'extrémité dénudée des deux longs fils en contact. Le haut-parleur émet une vibration.

Vous pouvez utiliser ce circuit pour savoir si quelque chose bouge et met les deux longs fils en contact. Pour un rendement optimal, placez un long fil horizontalement et l'autre, verticalement afin qu'ils puissent entrer plus facilement en contact.

Vous pouvez placer les fils sur une porte ou sur son chambranle de manière à ce qu'ils se touchent lorsque la porte est fermée. Vous pouvez aussi utiliser cette disposition sur des tiroirs, des armoires, etc. Si vous avez besoin de fils plus longs, rendez-vous dans votre magasin Tandy/Radio Shack habituel.

Vous pouvez aussi utiliser ce circuit comme lecteur de code Morse en reliant les deux longs fils à l'interrupteur.



PROJECT 44: DEURALARM

Dit is een knap zoemercircuit dat geweldig is als alarmsysteem. Het werkt op basis van een contact dat ontstaat.

Bij het opbouwen van het project zul je vaststellen dat er geen schakelaar of toets aan te pas komt om het in of uit te schakelen. Zodra je klaar bent breng je de twee blote uiteinden van de lange draden tegen elkaar. Je hoort een zoemgeluid uit de luidspreker.

Je kunt dit project gebruiken om je te alarmeren wanneer iets beweegt en daardoor de twee lange draden met elkaar in contact brengt. Het beste resultaat krijg je als de ene draad horizontaal en de andere verticaal geplaatst is. Zo is het waarschijnlijker dat ze elkaar raken.

Je kunt de lange draden vastmaken aan een deur en een deurstijl, zodat ze contact maken wanneer de deur gesloten is. Je kunt de zelfde opstelling gebruiken voor laden, kofferdeksels, kasten enz. Als je langere draden nodig hebt, vind je die beslist in je Tandy-winkel.

Je kunt dit circuit ook nog gebruiken als oefentuig voor morseletters, als je de twee lange draden verbindt met de toets.

PROJECT 45: RAPID LED DISPLAY SWITCHING

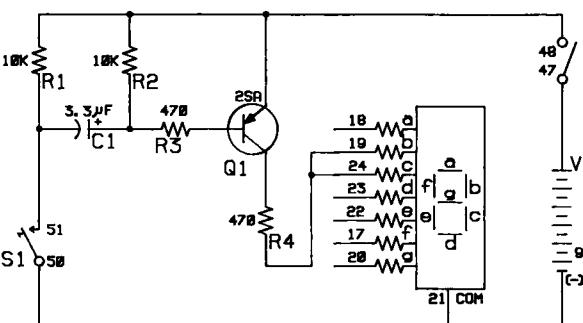
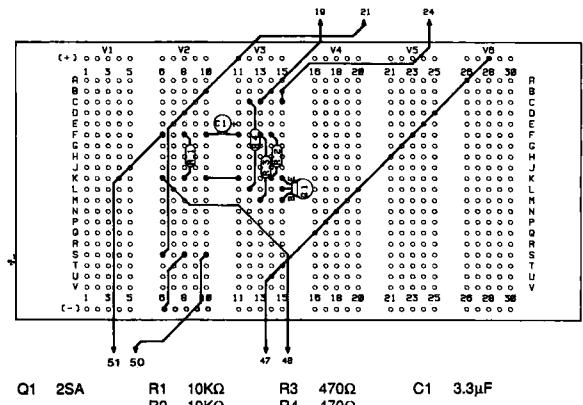
This project is a control circuit to produce pulses. When you turn power ON and press **S1**, the **LED display** lights for short period then goes off, even if you keep pressing the key.

You can make up a game. Have a number or letter displayed on the **LED**, and let the players see what's on display.

The circuit uses the capacitor charging current to turn the transistor ON. The transistor then completes the circuit to the **LED** anodes.

When the key is open the capacitor is discharged by the two 10K resistors. When you press **S1** key, the capacitor is quickly charged up to 9V through the transistor. The charging current through the B-E junction turns the transistor fully on to turn the **LED** on, but this last only up to the capacitor becomes fully charged. After the capacitor is charged to the 9V, no more current can flow to the transistor so the transistor is turned off.

You might want to try different values of capacitors and see their effect. However, don't use capacitor values higher than $10\ \mu F$ or the transistor can be burned out by excessive current! Of course you can have many different numbers and letters on the **LED**, especially if you play the persistence-of-vision game, by changing the wiring on the **LED**. Now you can use the memo you made at projects 21-23!



PROJECT 46: CODE PRACTICE UNIT

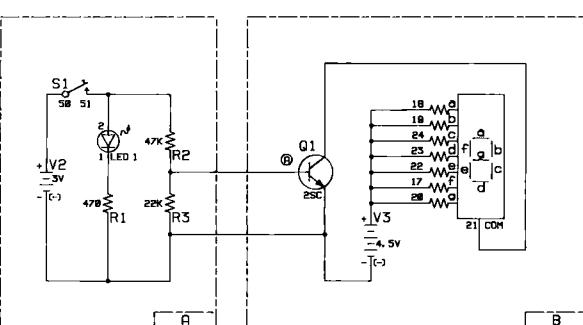
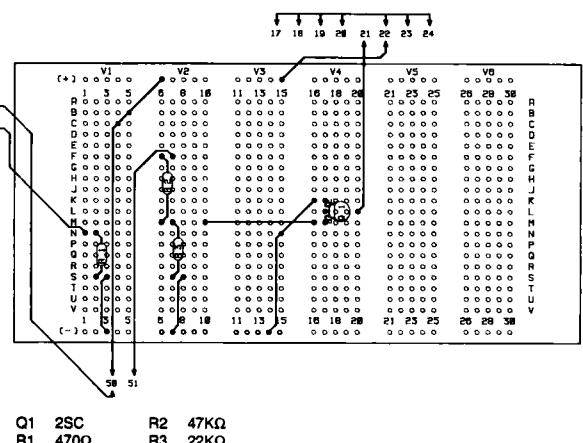
The ability to send and receive Morse code is a very useful skill to have. It is widely used in radio communications, and being able to send and receive Morse code is one of the requirements for some classes of "ham" radio licenses. Here is a neat project that lets you practice Morse code.

Press **S1**. The **LED 1** and the **LED display** turn on. This project is a wired type: the block A in the schematic diagram is the "sender" and block B is the "receiver." The two circuits are connected by the two wires.

When the voltage of over 0.6V is applied to the base, Q1 turns on and the **LED display** turns on. What if the voltage is less than 0.6V? Try changing the value of R2 to 100 kohm. This reduces the Q1 base voltage to less than 0.6V. Now the **LED display** does not turn on even when you press **S1**.

You will build a wireless type of the Morse code transmitter later. Meanwhile, try practicing the Morse code with this project. We provided you the chart for Morse code for this purpose. (See Project 55 for Morse code.)

If you are interested in getting a "ham" radio license, your local Tandy/Radio Shack has books about "ham" radio. Your school or public library will also have books on the subject (they might be listed under "amateur radio").



MONTAGE 45: PERMUTATION RAPIDE DE L'AFFICHAGE LED

Ce montage est un circuit de commande qui produit des impulsions. Quand vous placez l'interrupteur sur la position de marche et que vous enfoncez **S1**, l'**affichage à diodes électroluminescentes** s'allume pendant un bref instant, puis s'éteint, même si vous maintenez le manipulateur enfoncé.

Utilisez ce circuit pour jouer en faisant apparaître un chiffre ou une lettre sur l'affichage **LED**, puis en laissant les joueurs deviner ce qui est affiché.

Ce circuit utilise le courant de charge du condensateur pour mettre le transistor en marche et boucler ainsi le circuit jusqu'aux anodes des diodes **LED**.

Quand le circuit du manipulateur est ouvert, les deux résistances de 10 kohms déchargent le condensateur. Dès que vous enfoncez le manipulateur **S1**, le condensateur se charge rapidement pour atteindre une tension de 9 volts par l'intermédiaire du transistor. Le courant de charge qui circule entre la jonction B-E met le transistor en marche et maintient les diodes **LED** allumées jusqu'à ce qu'il soit complètement chargé. Dès que la capacité du condensateur atteint 9 volts, le courant ne circule plus dans le transistor qui s'arrête alors.

Si vous le souhaitez, vous pouvez remplacer les condensateurs par d'autres condensateurs de valeurs différentes et voir l'effet que cela produit. N'utilisez cependant pas un condensateur de valeur supérieure à $10\ \mu F$ car en présence d'un courant excessif, vous risquez de griller le transistor! Bien entendu, vous pouvez faire apparaître un grand nombre de chiffres et de lettres différents sur l'**affichage**, en particulier si vous jouez au jeu de persistance de la vision, en modifiant le câblage de l'**affichage**. Vous pouvez à présent relire les notes que vous avez prises aux montages 21 à 23!

PROJECT 45: SUPERSNEL DISPLAY

Dit project is een regelcircuit om impulsen te produceren. Wanneer je de stroom hebt aangezet en op **S1** drukt, gaat het **LED display** heel even branden om meteen weer uit te doven, ook al hou je de toets ingedrukt.

Je kunt er een spelletje van maken. Laat een cijfer of letter op het **display** verschijnen, en de spelers moeten in een flits kunnen zien welke het is.

Het circuit gebruikt de laadstroom van de condensator om de transistor in te schakelen. De transistor vervolledigt dan het circuit naar de **LED**-anoden toe.

Wanneer de toets open staat wordt de condensator ontladen door de twee weerstanden van 10k. Wanneer je op de toets **S1** drukt, wordt hij via de transistor snel opgeladen tot 9V. De laadstroom door de B-E koppeling schakelt de transistor volledig in om de **LED** in te schakelen, maar dat duurt maar zolang tot de condensator volledig geladen is. Nadat de condensator tot 9V geladen is, kan door de transistor geen stroom meer vloeien, zodat hij uitgeschakeld wordt.

Je kunt allerlei condensatorwaarden proberen en zien welke invloed ze op het circuit hebben - maar niet meer dan $10\ \mu F$, want anders kan de transistor opbranden door te veel stroom! Uiteraard kun je verschillende letters en cijfers op het **display** toveren, vooral als je 't in de vorm van een spel met anderen doet. Je verandert gewoon de **LED**-bedrading en ziet meteen hoe je notities bij project 21-23 van pas komen.

PROJECT 46: MORSE OEFENEN

Morsetekens kunnen zenden en ontvangen is een nuttige vaardigheid. De morsecode wordt in de radiocommunicatie veel gebruikt. Morse kunnen zenden en ontvangen is zelfs een vereiste om aan een vergunning te geraken voor sommige categorieën radio-amateurs. Met dit project kun je alvast morse beginnen oefenen.

Druk op **S1**. **LED 1** en het **LED display** gaan branden. Dit project werkt met een draadverbinding: blok A van het schema is de "zender" en blok B de "ontvanger". Beide circuits zijn verbonden door de twee draden.

Wanneer een voltage van meer dan 0,6V wordt aangelegd op de basis, wordt Q1 ingeschakeld en meteen ook het **LED display**. En als het voltage lager is dan 0,6V? Probeer maar: verander de waarde van R2 in 100 kohm. Daardoor zakt het voltage aan de basis van Q1 onder 0,6V. Nu gaat het **LED display** niet branden, ook niet wanneer je op **S1** drukt.

Later bouw je ook nog een draadloze morsezender, maar voorlopig oefen je de morsetekens nog in met dit project. De tabel met morsetekens vind je precies daarvoor in de kit. (Voor de morsetekens: zie project 55.)

Als je graag een vergunning als radio-amateur zou willen, kun je in je Tandy-winkel boeken vinden over amateurradio. Op school of in de openbare bibliotheek vind je ook wel boeken over dat onderwerp.

PROJECT 47: TWIN-T AUDIO OSCILLATOR

The purpose of this project is to study a twin-T type audio oscillator. Since this kind of oscillator is very stable in operation, it is often used for electronic organs, electronic test equipment, etc.

See schematic diagram: the resistors/capacitors are arranged in the form of the letter T, and there are two T's in parallel (or bridged across each other). That's where the name of this circuit comes from.

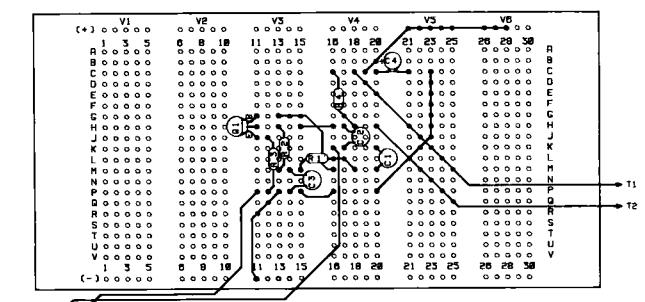
The values of the resistors and capacitors in the twin-T circuit decide the oscillation frequency: it gives off only the signal that can get through this network with the proper phase to keep oscillation.

The transistor amplifies the oscillator output. The collector voltage is supplied through the 10K resistor. The 22K and 47K resistors supply the base bias current as well as functioning as part of the twin-T circuit. The 100 ohm resistor helps obtain a high input resistance at the base of the transistor and to reduce distortion.

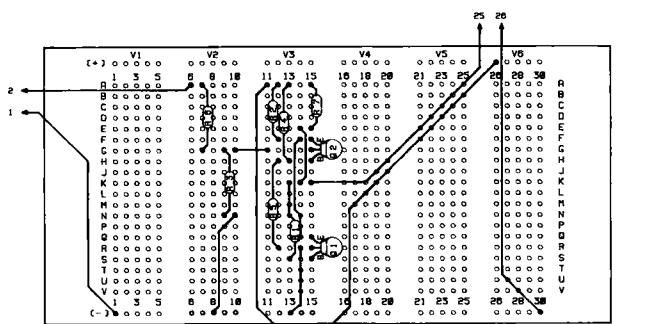
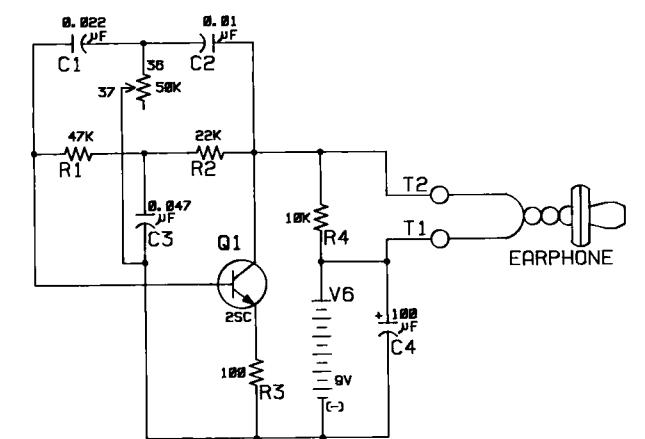
You need to adjust the circuit carefully to obtain pure sinewave output. Adjust the **control** clockwise very slowly over its entire range until you hear a tone in the earphone. The tone is very low and sounds like a lowest note of a large pipe organ. This control setting is the right end.

Once oscillation has started, adjust the **control** carefully so you can hear the purest sounding low note: it should be near the high end of the dial.

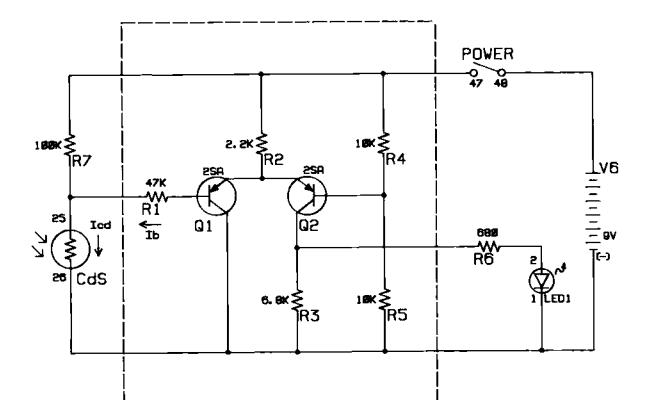
You can experiment with this circuit in many ways. Try different values for the 10K and 470 ohm resistors, and try higher and lower battery voltages. Also, if you have a VOM, try measuring circuit voltages.



Q1 2SC R1 47KΩ R3 100Ω C1 0.022µF C3 0.047µF
R2 22KΩ R4 10KΩ C2 0.01µF C4 100µF



Q1 2SA R1 47KΩ R4 10KΩ R7 100KΩ
Q2 2SA R2 2.2KΩ R5 10KΩ¹
R3 6.8KΩ R6 680Ω



PROJECT 48: CURRENT SWITCH

A current switch is an electronic switch to turn the output voltage ON or OFF according to the input current. We're going to use this switch to build a circuit that turns **LED** on when it becomes dark and off when it becomes bright. As you might have imagined, we use the **CdS cell**.

We use two transistors to make up the current switch. When it becomes bright and the resistance of the **CdS cell** decreases, Q1's basic current I_b flows to turn Q1 on and Q2 off, then **LED** goes out.

When the surroundings become dark, the current switch works in exactly the opposite way.

After switching the power ON, see how the **LED** lights up and goes out as you change the surrounding brightness by cupping your hand around the **CdS cell** and removing it.

MONTAGE 47: OSCILLATEUR BASSE FREQUENCE A RESEAU EN DOUBLE T

Ce montage vous permettra d'étudier un oscillateur basse fréquence à réseau en double T. Caractérisé par un fonctionnement extrêmement stable, ce type d'oscillateur est fréquemment utilisé dans les orgues et les appareils de mesure électroniques, par exemple.

Examinez le diagramme schématique: les résistances et les condensateurs se présentent sous la forme de deux T disposés en parallèle (montage en pont). Cette disposition explique l'origine du nom de ce circuit.

Les valeurs des résistances et des condensateurs qui forment le réseau en double T déterminent la fréquence des oscillations: seuls les signaux susceptibles de passer dans ce réseau sont reproduits avec la phase qui permet de maintenir les oscillations.

Le transistor amplifie la sortie de l'oscillateur. La tension du collecteur est fournie par l'intermédiaire de la résistance de 10 kohms. Les résistances de 22 kohms et de 47 kohms fournissent non seulement le courant de polarisation de la base mais font aussi partie du réseau en double T. La résistance de 100 ohms permet d'obtenir une résistance d'entrée élevée au niveau de la base du transistor et contribue ainsi à réduire la distorsion.

Réglez soigneusement ce circuit afin d'obtenir une onde sinusoïdale pure à la sortie. Réglez lentement le **bouton de commande** dans le sens des aiguilles d'une montre, et sur l'ensemble de sa course, jusqu'à ce que vous entendiez, dans l'écouteur, une tonalité très grave qui ressemble à la note la plus grave que puisse jouer un orgue. La position du bouton de commande se situera alors à l'extrême droite.

Dès que les oscillations commencent, réglez soigneusement le **bouton de commande** sur la position la plus proche du maximum correspondant à la note grave la plus pure que vous puissiez entendre.

Vous pouvez effectuer de nombreuses expériences à partir de ce circuit. Vous pouvez modifier les valeurs des résistances de 10 kohms et de 470 ohms, et essayer d'utiliser des tensions d'alimentation plus faibles ou plus fortes. Et si vous possédez un multimètre, mesurez les tensions à l'intérieur du circuit.

MONTAGE 48: INTERRUPEUR DE COURANT

Il s'agit d'un interrupteur électrique qui permet de mettre la sortie sous ou hors tension en fonction du courant d'entrée. Dans ce montage, nous allons utiliser cet interrupteur pour allumer la diode **LED** quand il commence à faire sombre et l'éteindre quand il fait clair. Comme vous l'avez probablement deviné, nous utiliserons aussi la **cellule CdS**.

L'interrupteur de courant est constitué de deux transistors. Quand il commence à faire clair et que la résistance de la **cellule CdS** diminue, le courant I_b de la base du transistor Q1 circule de façon à allumer Q1 et éteindre Q2, puis éteindre la diode **LED**.

Quand la lumière ambiante diminue, l'interrupteur de courant a l'effet inverse.

Après avoir mis le circuit sous tension, voyez comment la diode **LED** s'allume et s'éteint dès que vous modifiez l'éclairage ambiant en plaçant les mains autour de la **cellule CdS**, puis en les retirant.

PROJECT 47: DUBBELE-T AUDIO-OSCILLATOR

Het doel van dit project is een audio-oscillator van het dubbele-T type te bestuderen. Het is een oscillator-type dat bijzonder stabiel werkt en daarom vaak gebruikt wordt voor elektronische orgels, elektronische testapparatuur e.d.

Op het schema zie je dat de weerstanden/condensatoren in de vorm van een T opgesteld staan; twee T's zijn parallel geschakeld (brugschakeling) - vandaar de naam van dit circuit natuurlijk.

De waarden van de weerstanden en condensatoren in het dubbele-T circuit bepalen de oscillatie-frequentie: het levert alleen het signaal dat door dit netwerk kan geraken met de juiste fase om de oscillatie gaande te houden.

De transistor versterkt de oscillator-input. Het collector voltage wordt geleverd via de weerstand van 10k. De weerstanden van 22k en 47k leveren de basisvoerspanning en functioneren tegelijk als onderdeel van het dubbele-T circuit. De weerstand van 100 ohm draagt bij tot het bereiken van een hoge ingangsweerstand aan de basis van de transistor en tot het verminderen van vervorming.

Je moet het circuit zorgvuldig instellen om een zuivere sinuskolf-output te krijgen. Draai in wijzerzin heel traag aan de **regelknop**, over zijn hele bereik, tot je in de oortelefoon een toon hoort. Het is een erg lage toon, als de laagste noot van een groot kerkorgel. Dan zit je aan de goede kant.

Zodra de oscillatie begonnen is draai je voorzichtig aan de **regelknop** tot je een zo zuiver mogelijke lage noot hoort: je moet dan in de buurt van de hoogste kant van de draaknop zitten.

Je kunt met dit circuit op allerlei manieren experimenteren. Probeer andere waarden i.p.v. de weerstanden van 10k en 470 ohm, en hogere en lagere batterijvoltages. Als je een voltmeter hebt, kun je ook spanningen in het circuit meten.

PROJECT 48: STROOMSCHAKELAAR

Een stroomschakelaar is een elektronische schakelaar om het uitgangsvoltage aan of uit te zetten naar gelang van de ingangsstroom. We gaan deze schakelaar gebruiken om een circuit te bouwen dat een **LED** inschakelt wanneer het donker wordt, en uitschakelt zodra het licht wordt. Zoals je wel vermoedt, gebruiken we de **CdS-cel**.

We gebruiken twee transistors om de stroomschakelaar samen te stellen. Wanneer het licht wordt en de weerstand van de **CdS-cel** daalt, vloeit de basissstroom I_b van Q1 om Q1 in en Q2 uit te schakelen - de **LED** dooft dan.

Wordt het donker in de omgeving, dan werkt de stroomschakelaar precies omgekeerd.

Na het inschakelen van de stroom bekijk je hoe de **LED** gaat branden en weer dooft naar gelang je hand over de **CdS-cel** legt en weer wegneemt.

PROJECT 49: SHOT IN THE DARK

Think you have good night vision? This project lets you find out for sure. It tests your aim in a totally dark room!

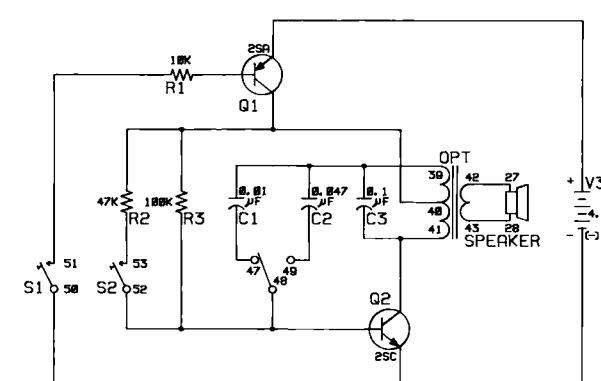
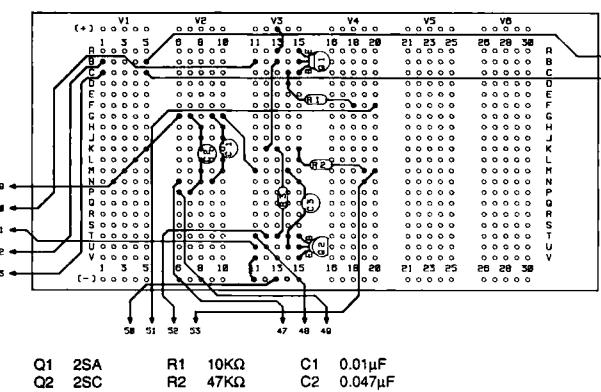
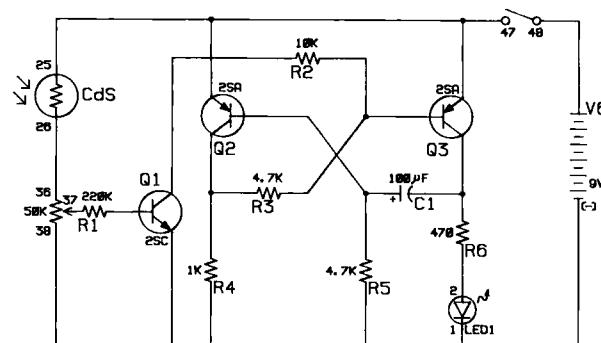
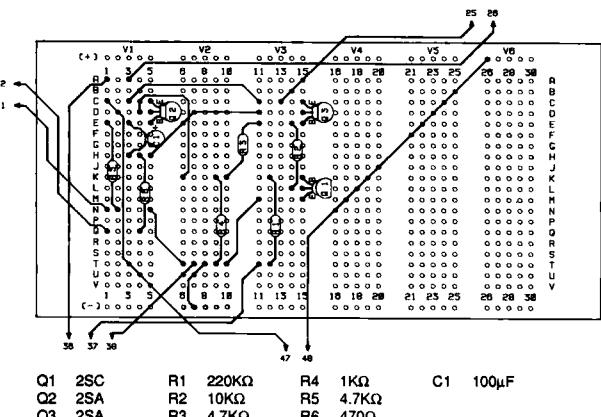
Your "gun" for this game is any ordinary flashlight. Just place your kit with this project wired up in a completely dark room. Use your flashlight to "shoot" the kit with a beam of light. If you aim correctly, you'll light the **LED 1**.

After you finish the wiring connections, put this project in as dark a room as possible. Turn power ON. Use a flashlight and shine a beam of light on the **CdS cell**. Carefully adjust the **control knob** until the **LED 1** lights. You're now ready to test your skill!

First try hitting the **CdS cell** from about five feet or so. As your aim improves try increasing the distance. For the most fun, try hitting the **CdS cell** just by quickly switching your flashlight on and off instead of using a steady beam of light.

Don't be surprised if you have to very carefully adjust the control knob to get the **LED** to come on when light strikes the **CdS cell**. For the best adjustment, be sure you have the kit in a completely dark room and use a sharply focused flashlight (not a fluorescent lamp or other light). Once you've found the best setting, don't change it.

Good luck. May you become "the fastest flashlight in the West!"



PROJECT 50: VARIABLE R-C OSCILLATOR

We've seen how just varying resistance or capacitance can affect oscillator operation ... this project lets us see the effects when we change both.

Look at the schematic for this project. You'll see that the **select switch** chooses between two different capacitors.

Now press **S1**. Then press **S2** and slide the **select switch** up. What kind of sound do you hear from the **speaker**? There are 4 different kinds of sound at the combination of **select switch** and **S2** key selection.

Which combination gives you the highest tone? The lowest? What does this tell you about how capacitors and resistors affect each other?

MONTAGE 49: TIREZ DANS L'OBSCURITE

Pensez-vous avoir une bonne vision la nuit? Ce montage vous permettra de vous en assurer en vérifiant si vous visez juste dans une pièce plongée dans l'obscurité.

Pour ce jeu, votre "arme" sera une simple torche. Une fois le câblage de ce montage terminé, placez simplement votre ensemble dans une pièce la plus sombre possible. Utilisez la torche pour "tirer" sur votre ensemble avec son faisceau lumineux. Si vous vissez juste, la diode **LED 1** s'allumera.

Une fois le câblage terminé, placez votre ensemble dans une pièce la plus sombre possible, puis mettez le circuit sous tension. Dirigez le faisceau lumineux de la lampe torche sur la **cellule CdS**. Réglez soigneusement le **bouton de commande** jusqu'à ce que la diode **LED 1** s'allume. Vous pouvez à présent tester votre habileté!

Essayez d'abord d'atteindre la **cellule CdS** à une distance de 1,5 mètre environ. Eloignez-vous au fur et à mesure que vous améliorez la précision de votre tir. Pour augmenter le plaisir du jeu, essayez d'atteindre la **cellule CdS** non plus au moyen d'un faisceau lumineux continu mais bien en allumant et en éteignant brièvement votre torche.

Ne vous étonnez pas si vous devez ajuster le bouton de commande très soigneusement afin que la diode **LED** s'allume lorsque vous touchez la **cellule CdS**. Pour obtenir un meilleur résultat, veillez à ce que votre ensemble se trouve dans l'obscurité totale et utilisez une torche à illumination brève (plutôt qu'une torche fluorescente, notamment). Quand vous avez trouvé le bon réglage, ne touchez plus au bouton de commande.

Bonne chance et qui sait, peut-être deviendrez-vous "le tireur de torche le plus rapide de l'Ouest"!

PROJECT 49: SCHIETEN IN HET DONKER

Kun je goed zien in het donker? Met dit project krijg je daarover uitsluitsel: je kunt ermee testen hoe goed je kunt mikken in een volslagen donkere ruimte!

Je "pistol" voor dit spel is een gewone zaklamp. Je moet alleen het volledig bedrade project in een volslagen donkere kamer zetten. Met je zaklamp "schiet" je een bundel licht naar de kit. Als je juist mikt, gaat **LED 1** branden.

Zodra de bedrading klaar is, zet je dit project in een zo donker mogelijk ruimte. Schakel de stroom in. Met een zaklamp schijn je een lichtstraal naar de **CdS-cel**. Stel de **regelknop** zorgvuldig af tot **LED 1** brandt. Nu ben je klaar om te testen hoe goed je in het donker kunt mikken.

Probeer de **CdS-cel** eerst te raken vanop anderhalve meter of zoeteits. Zodra het wat gaat lukken, vergroot je de afstand. Echt leuk wordt het pas als je de **CdS-cel** probeert te raken door enkel heel snel de zaklamp in en uit te schakelen i.p.v. voortdurend te schijnen.

Wees niet verbaasd als je de regelknop heel zorgvuldig moet astellen eer de **LED** wil branden wanneer er licht op de **CdS-cel** valt. Voor een optimale afstelling staat de kit best in een volledig donkere kamer en gebruik je een zaklamp met smalle lichtbundel (geen fluorescerend licht of iets dergelijks). Zodra je de beste stand gevonden hebt, mag je niets meer veranderen.

Veel succes. Misschien word je wel "de cowboy die sneller flits dan zijn schaduw"!

PROJECT 50: VARIABELE R-C OSCILLATOR

Weet je 't nog: R-C staat voor weerstand/condensator (resistance/capacitor in het Engels). We zagen al hoe verandering van weerstand of capaciteit de werking van een oscillator kan beïnvloeden. In dit project zien we wat er gebeurt als beide veranderen.

Bekijk het schema, en je zult zien dat de **keuzeschakelaar** de keuze maakt tussen twee verschillende condensatoren. Druk op **S1**. Druk dan op **S2** en schuif de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat voor geluid komt er uit de **luidspreker**? Er zijn vier verschillende geluiden overeenkomstig de combinatie van **keuzeschakelaar**- en **S2**-stand.

Bij welke combinatie krijg je de hoogste toon? De laagste? Wat leer je daaruit over de invloed die condensatoren en weerstanden op elkaar uitoefenen?

Quelle est la combinaison qui vous donne la tonalité la plus aiguë? La plus grave? Quelle conclusion tirez-vous de l'influence que les condensateurs et les résistances exercent les uns sur les autres?

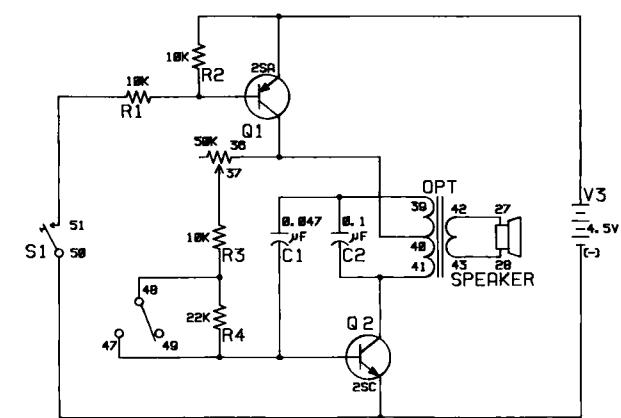
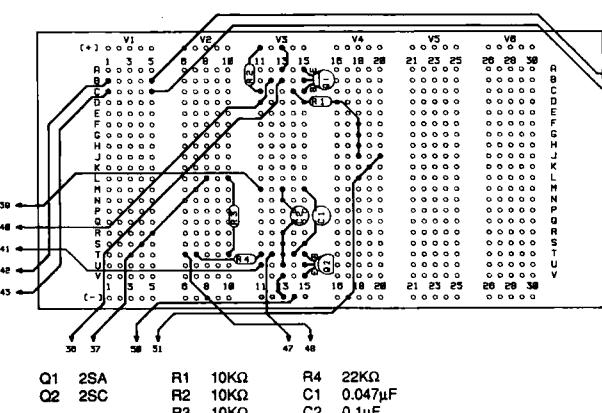
PROJECT 51: WO-TONE BUZZER

As you wire this project, set the select switch up and press S1. You'll hear a tone from the speaker. Now set the **select switch** down - what does the tone sound like now? Look at the schematic - can you see why this happens? (Don't peek at the answer before you figure it out!)

Is - the answer involves the emitter-to-base current! With the **select switch** at the up position, the 22K resistor isn't in the emitter-base circuit. At the down position, it's added in series to the 10K sistor and the 50K variable resistor. You can see the effects of afferent resistance on the emitter-to-base circuit by adjusting the K control.

What effect do you think increasing the resistance in the emitter-to-base circuit has on an oscillator circuit like this?

(Be sure to keep a record of your answer.)



PROJECT 52: AWOOTTOOTH WAVE OSCILLATOR

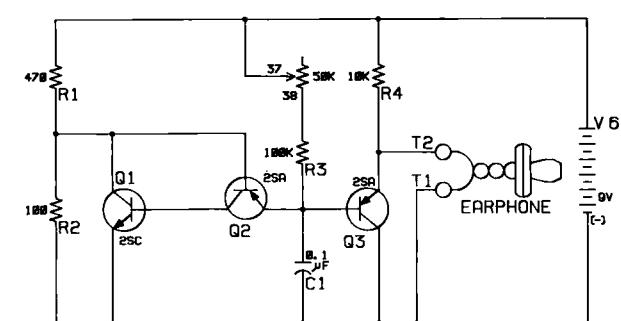
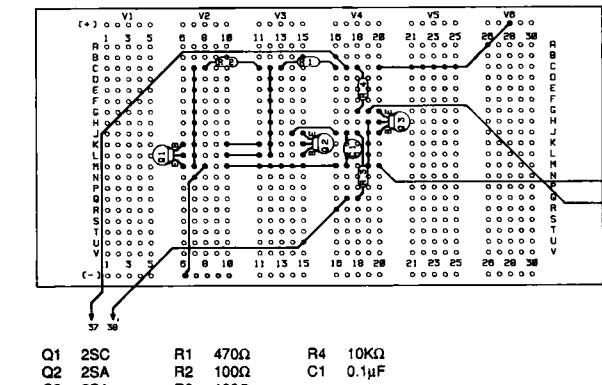
You have oscilloscope and connect the output of this circuit to it, you would see something like following on the screen.



does look like sawtooth, isn't it. The shape of the wave you see above is obtained like this. The 0.1 µF capacitor is charged slowly through the control and 100K resistor and quickly discharged through the PNP and NPN transistors. The slow charge causes the slow rise of wave, and quick discharge causes the quick fall.

The 470 ohm and 100 ohm resistors provides a voltage of about .6 volts to the Q1 and Q2 transistors. The current flowing into the 0.1 µF capacitor from the batteries through the control and 100K resistor slowly charges the capacitor. When the charge of the capacitor exceeds the voltage to the transistors (1.6V) the Q1 and Q2 turn on and provide a path for the 0.01F to discharge quickly. Now the Q1 and Q2 turn off again, and the capacitor begins to slowly charge to repeat the cycle.

You can change the oscillator frequency by changing the values of the components in the 'timer circuit' (control, 100K resistor and 0.1 F capacitor). Try a 47K or 220K in place of the 100K, and try several different capacitors. If you connect one of the electrolytic capacitors, make sure to use the proper polarity (+ and -).



MONTAGE 51: VIBREUR A DEUX TONS

Pendant que vous réalisez le câblage de ce montage, placez le sélecteur sur la position levée et enfoncez S1. Un son vous parvient du haut-parleur. A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée - à quoi ressemble le son? Examinez le diagramme schématique - comprenez-vous ce qu'il s'est passé? (Ne regardez la réponse que lorsque vous avez trouvé une explication !)

Evidemment - la réponse a trait au courant circulant entre l'émetteur et la base! Quand le **sélecteur** se trouve sur la position levée, la résistance de 22k est exclue du circuit émetteur-base. Quand le sélecteur se trouve sur la position abaissée, cette résistance est ajoutée en série à la résistance de 10k et à la résistance variable de 50k. Vous pouvez voir l'influence qu'exerce une résistance différente sur le circuit allant de l'émetteur à la base en réglant la commande de 50k.

A votre avis, quelle influence exercera l'augmentation de la résistance du circuit émetteur-base sur un circuit oscillateur semblable à celui-ci?

(N'oubliez pas de noter votre réponse.)

PROJECT 51: TWEETONIGE ZOEMER

Bij het bedraden van dit project zet je de keuzeschakelaar omhoog en druk je op S1. Je hoort een toon uit de **luidspreker**. Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden - hoe klinkt de toon nu? Bekijk het schema: zie je waarom dit gebeurt? (Niet meteen naar het antwoord gluren, eerst zelf uitknobbeln!)

Inderdaad: het antwoord heeft te maken met stroom van emissor naar basis. Als de **keuzeschakelaar** omhoog staat, zit de weerstand van 22k niet in het circuit van emissor naar basis. Staat hij naar beneden, dan wordt de weerstand van 22k in serie geschaald met die van 10k en de variabele van 50k. Het effect van verschillende weerstanden op het circuit van emissor naar basis kun je nagaan door aan de regelknop van 50k te draaien.

Welk effect heeft een vergroting van de weerstand in het circuit van emissor naar basis volgens jou op een oscillatorcircuit zoals dit?

(Schrijf je antwoord beslist ergens op.)

PROJECT 52: ZAAGTANDGOLF-OSCILLATOR

Als je een oscilloscoop hebt en je sluit de uitgang van dit circuit daarop aan, dan krijg je ongeveer het volgende op het scherm:



Dat ziet eruit als tanden van een zaag, niet? De bovenstaande golfvorm wordt als volgt verkregen. De condensator van 0,1 µF wordt langzaam opgeladen via de regelknop en de weerstand van 100k, en snel ontladen via de PNP en NPN transistors. De trage oplading veroorzaakt de trage stijging van de golf, het snelle ontladen geeft de snelle dalings.

De weerstanden van 470 ohm en 100 ohm leveren een spanning van ongeveer 1.6 volt aan de transistors Q1 en Q2. De stroom die vanuit de batterijen via de regelknop en de weerstand van 100k in de condensator van 0,1 µF vloeit, laadt de condensator langzaam op. Wanneer de lading van de condensator groter wordt dan het voltage naar de transistors (1,6 volt), worden Q1 en Q2 ingeschakeld en krijgt de 0,01F een weg langswaar hij zich snel kan ontladen. Nu worden Q1 en Q2 weer uitgeschakeld en de condensator begint langzaam weer op te laden - de cyclus herbegint.

Je kunt de oscillatorfrequentie wijzigen door de waarden van de onderdelen in het "tijdcircuit" (regelknop, weerstand van 100k en condensator van 0,1 µF) te veranderen. Probeer een weerstand van 47k of 220k i.p.v. 100k, en verschillende condensatoren. Gebruik je één van de elektrolytische condensatoren, zorg er dan voor dat + en - juist zitten.

PROJECT 53: ASTABLE MULTIVIBRATOR

An astable multivibrator is an oscillator that generates a square wave output. In this project, we're going to experiment with a way of changing the duty ratio of the waveform. The duty ratio is the ratio of on time (T_1) against the one entire cycle of the wave (T). See Figure 1.

See the schematic: the astable multivibrator we're going to make uses a NAND gate. The frequency of this oscillator circuit is determined by C_1 and R_c . When you press **S1** or **S2**, the duty ratio changes. We can see this change by watching **LEDs**. Transistors Q1 and Q2 are for switching **LEDs** on and off.

When you finish wiring up the circuit, turn power ON and see what happens to the **LEDs**: they take turns lighting at regular intervals. The circuit must be in the state shown in Figure 1-(a).

Now press **S1**, and you'll notice that **LED 2** stays on for a shorter period, corresponding to the state shown in Figure 1-(b). Now release **S1** and press **S2**, and you'll see **LED 2** stays on for a longer period this time, corresponding to the state shown in Figure 1-(c).

Now you understand what this project is telling us...we can change the duty ratio freely with an astable multivibrator.

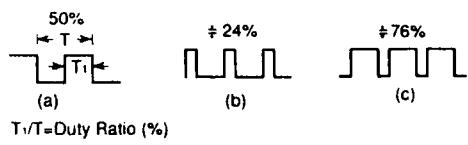


Figure 1-(a)

Figure 1-(b)

Figure 1-(c)

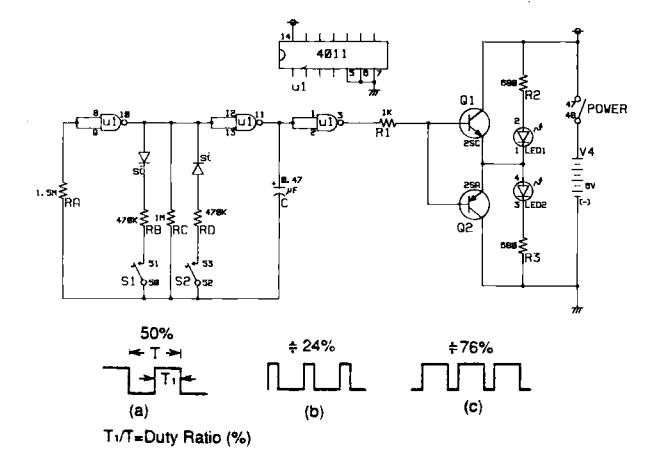
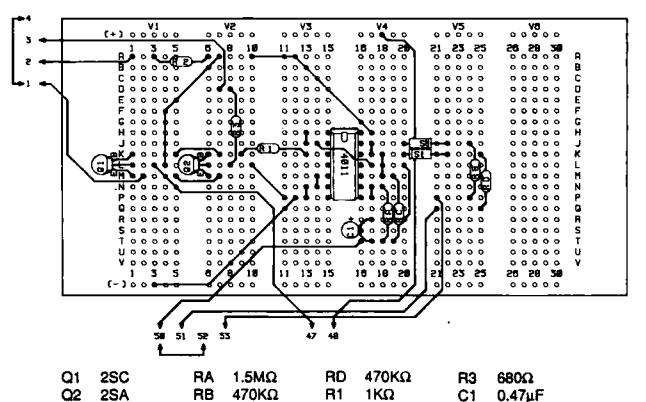


Figure 1-(a) Figure 1-(b) Figure 1-(c)

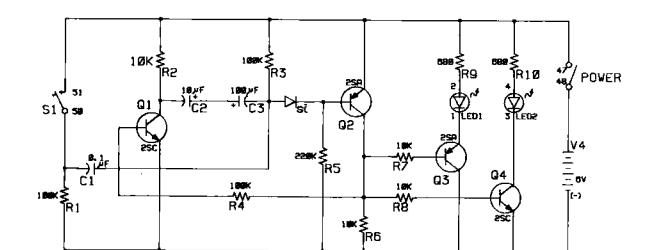
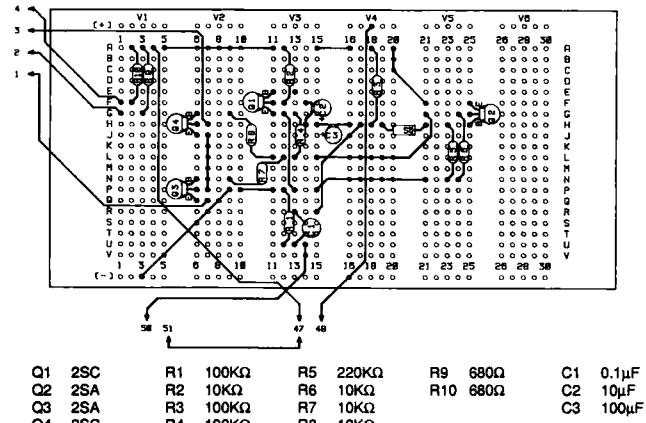
PROJECT 54: MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

Let's make a monostable multivibrator using one PNP transistor and one NPN transistor. The monostable multivibrator produces an output for a fixed time after receiving a trigger pulse. In this project, we're going to check this function using **LEDs**.

When you finish making the connection, turn power ON. You'll see **LED 1** go out and **LED 2** light up.

Now, press **S1** just for a moment and see what happens. This time **LED 1** lights up and **LED 2** goes out, but both return to the former state in about one second. This is the function of the monostable multivibrator.

Because of this function, the monostable multivibrator is used to sound alarms for a predetermined time or to shape pulse waveforms. It is also used in many delay circuits.



MONTAGE 53: MULTIVIBRATEUR ASTABLE

Un multivibrateur astable est un oscillateur qui produit un signal de sortie en forme d'onde carrée. Ce montage illustre un moyen de modifier le rapport cyclique de la forme de l'onde. Celui-ci correspond à la durée (T_1) par rapport à un cycle complet de l'onde (T). Voir Figure 1.

Examinez le diagramme schématique: le multivibrateur astable que vous allez fabriquer utilise une porte NON-ET. La fréquence de ce circuit oscillateur est déterminée par C_1 et R_c . Quand vous enfoncez **S1** ou **S2**, le rapport cyclique change et nous pouvons voir ce phénomène en examinant les diodes **LED**. Les transistors Q1 et Q2 permettent d'allumer et d'éteindre ces **diodes**.

Une fois le câblage de ce circuit terminé, mettez-le sous tension et examinez les diodes **LED**: elles s'allument successivement à intervalles réguliers. Le circuit doit se trouver dans l'état illustré à la Figure 1-(a).

A présent, enfoncez **S1**. Vous remarquez que la diode **LED 2** demeure allumée pendant une période plus brève, correspondant à l'état illustré à la Figure 1-(b). Ensuite, relâchez **S1** et enfoncez **S2**. Cette fois, la diode **LED 2** demeure allumée plus longtemps. Son état correspond à celui illustré à la Figure 1-(c).

Comprenez-vous à présent ce que ce montage vous indique ... nous pouvons modifier librement le rapport cyclique à l'aide d'un multivibrateur astable.

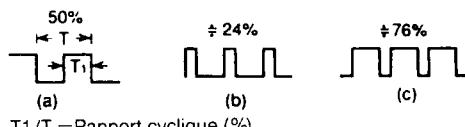


Figure 1- (a)

Figure 1- (b)

Figure 1- (c)

MONTAGE 54: MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

Le multivibrateur monostable que vous allez fabriquer utilise un transistor PNP et un transistor NPN. Il produit une sortie pendant une durée fixe après avoir reçu une impulsion de déclenchement. Ce montage nous permettra de contrôler cette fonction à l'aide des diodes **LED**.

Une fois les raccordements terminés, mettez le circuit sous tension. Vous voyez que la diode **LED 1** s'éteint et la diode **LED 2** s'allume.

A présent, enfoncez **S1** pendant un bref instant et voyez ce qu'il se passe. Cette fois, la diode **LED 1** s'allume tandis que la diode **LED 2** s'éteint. Cependant, toutes deux retrouvent leur état initial après une seconde environ. Ce principe illustre le fonctionnement du multivibrateur monostable.

Cette caractéristique permet d'utiliser le multivibrateur monostable pour faire retentir une alarme à un moment pré-déterminé ou pour configurer des formes d'onde à impulsions. Il est également utilisé dans de nombreux circuits à retardement.

PROJECT 53: VERANDERLIJKE MULTIVIBRATOR

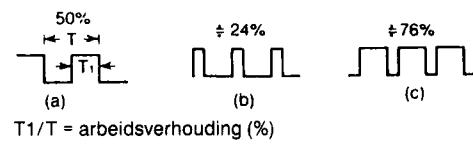
Een veranderlijke (onstabiele) multivibrator is een oscillator die een vierkantsgolf als output heeft. In dit project experimenteren we met een manier om de arbeidsverhouding van de golfvorm te veranderen. De arbeidsverhouding is de verhouding van de "aan"-tijd (T_1) t.o.v. één volledige cyclus van de golf (T). Zie figuur 1.

Bekijk het schema: de veranderlijke multivibrator die we gaan maken, gebruikt een NAND poort. De frequentie van dit oscillatorcircuit wordt bepaald door C_1 en R_c . Wanneer je op **S1** of **S2** drukt, verandert de arbeidsverhouding. We kunnen die verandering zien door de **LED's** te bekijken. Transistors Q1 en Q2 dienen om **LED's** in en uit te schakelen.

Zodra de bedrading klaar is, zet je de stroom aan en kijk je wat er met de **LED's** gebeurt: ze gaan om beurten branden met regelmatige tussenpozen. Het circuit moet zich bevinden in de toestand die je op figuur 1-(a) ziet.

Druk nu op **S1** en je merkt op dat **LED 2** minder lang gaat branden, overeenkomstig de toestand op figuur 1-(b). Laat nu **S1** los en druk op **S2**, en je ziet dat **LED 2** nu langer gaat branden, overeenkomstig de toestand op figuur 1-(c).

Nu begrijp je wat dit project ons wil zeggen: met een veranderlijke multivibrator kunnen we de arbeidsverhouding naar believen wijzigen.



Figuur 1- (a)

Figuur 1- (b)

Figuur 1- (c)

PROJECT 54: MONOSTABIELE MULTIVIBRATOR

Laten we een monostabiele multivibrator maken met één PNP transistor en één NPN transistor. De monostabiele multivibrator produceert een output voor een bepaalde tijd nadat hij een reactie-impuls ontvangen heeft. In dit project controleren we deze functie met **LED's**.

Zodra alle verbindingen af zijn, schakel je de stroom in. **LED 1** dooft en **LED 2** gaat branden.

Druk nu heel even op **S1** en kijk wat er gebeurt. Nu gaat **LED 1** branden en dooft **LED 2**, maar na ongeveer een seconde keren beide terug naar hun oorspronkelijke toestand. Dat is de werking van een monostabiele multivibrator.

Dank zij die werking worden monostabiele multivibrators gebruikt om alarmsignalen te geven gedurende een vooraf bepaalde tijd of om impuls-golfvormen te maken. Ze worden ook gebruikt in heel wat uitstel-circuits.

PROJECT 55: CODE PRACTICE UNIT

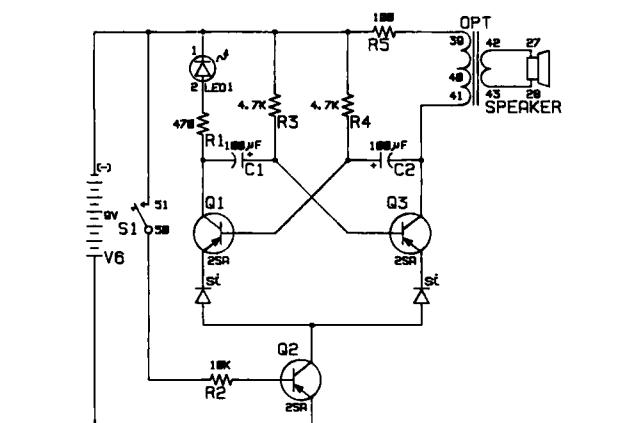
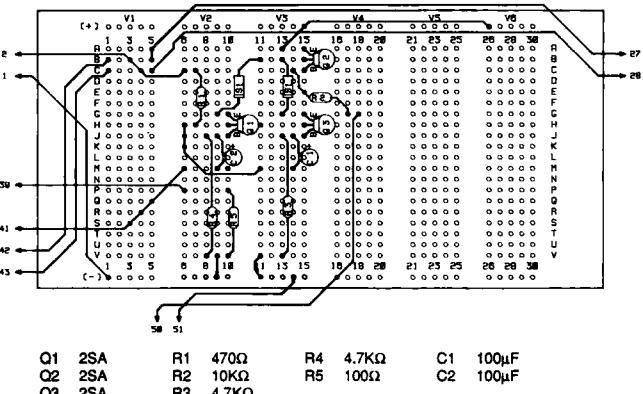
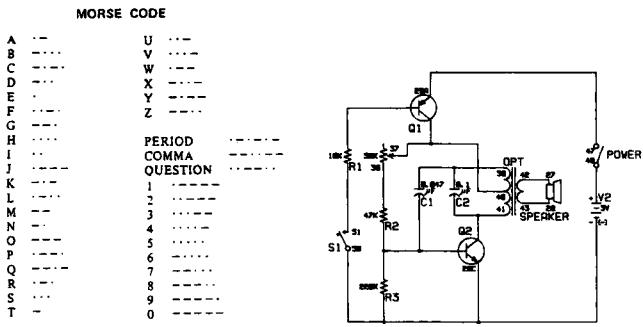
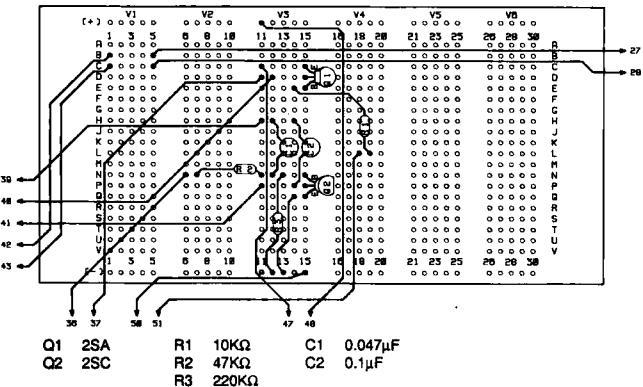
The ability to send and receive Morse code is a very useful skill. It's widely used in radio communications, and being able to send and receive Morse code is one of the requirements for a "ham" radio license. Here's a neat project that lets you practice Morse code.

This circuit is a basic oscillator circuit that you've used in other projects. When you press **S1** and turn power ON, you'll hear a sound from the **speaker**. You can adjust the tone with the **control knob**.

If you're interested in getting a "ham" radio license, your local Tandy/Radio Shack has books about "ham" radio. Your school or public library also have books on the subject (they might be listed under "amateur radio").

MORSE CODE

A	- -	U	- - -
B	- - -	V	- - -
C	- - -	W	- - -
D	- - -	X	- - -
E	.	Y	- - -
F	- - -	Z	- - -
G	- - -	PERIOD	- - - -
H	- - -	COMMA	- - - -
I	- - -	QUESTION	- - - -
J	- - - -		
K	- - -	1	- - -
L	- - -	2	- - -
M	- - -	3	- - -
N	- - -	4	- - -
O	- - -	5	- - -
P	- - -	6	- - -
Q	- - -	7	- - -
R	- - -	8	- - -
S	- - -	9	- - -
T	-	0	- - -



PROJECT 56: THE NOISY LIGHT

Some things go out with a bang ... others with a whimper... but this project just goes pop!

When you finish wiring this project, press and hold down **S1**. **LED 1** lights up. Keep holding down **S1**, and **LED 1** goes out. You hear a popping" sound from the **speaker** when this happens.

Keep holding **S1** down and something interesting happens... the **LED** lights back up! It briefly stays on and goes out again, making another "pop" as it goes out. This continues over and over as long as you hold **S1** down.

This project uses a multivibrator circuit. You now know that the multivibrator circuits let us switch things (like the **LED** in this project) on and off electronically. They're also used in many of the digital electronics circuits in your kit.

MONTAGE 55: LECTEUR DE CODE MORSE

Il est très utile de pouvoir envoyer et recevoir des messages en Morse. Ce code est en effet très largement utilisé dans les communications radio et sa connaissance est requise pour l'obtention d'une licence radio-amateur. Voici donc un montage simple et clair qui vous permettra de pratiquer le Morse.

Ce circuit est constitué par un oscillateur élémentaire déjà utilisé dans d'autres montages. Quand vous enfoncez **S1** et que vous mettez le circuit sous tension, vous entendez un son dans le haut-parleur. Vous pouvez régler la tonalité à l'aide du bouton de commande.

Si vous désirez décrocher votre licence radio-amateur, nous vous conseillons de vous rendre dans votre magasin Tandy/Radio Shack habituel. Vous y trouverez une gamme complète d'ouvrages relatifs aux radio-amateurs. Renseignez-vous également auprès de la bibliothèque de votre école ou de votre localité.

Code Morse

A	- -	U	- - -
B	- - -	V	- - -
C	- - -	W	- - -
D	- - -	X	- - -
E	.	Y	- - -
F	- - -	Z	- - -
G	- - -	Point	- - -
H	- - -	Virgule	- - -
I	- - -	Point d'interrogation	- - -
J	- - - -		
K	- - -	1	- - -
L	- - -	2	- - -
M	- - -	3	- - -
N	- - -	4	- - -
O	- - -	5	- - -
P	- - -	6	- - -
Q	- - -	7	- - -
R	- - -	8	- - -
S	- - -	9	- - -
T	-	0	- - -

Morse-code

A	- -	U	- - -
B	- - -	V	- - -
C	- - -	W	- - -
D	- - -	X	- - -
E	.	Y	- - -
F	- - -	Z	- - -
G	- - -	Punt	- - -
H	- - -	Komma	- - -
I	- - -	Vraagtekken	- - -
J	- - - -		
K	- - -	1	- - -
L	- - -	2	- - -
M	- - -	3	- - -
N	- - -	4	- - -
O	- - -	5	- - -
P	- - -	6	- - -
Q	- - -	7	- - -
R	- - -	8	- - -
S	- - -	9	- - -
T	-	0	- - -

PROJECT 55: MORSE OEFENEN

Morsetekens kunnen zenden en ontvangen is een nuttige vaardigheid. De morsecode wordt in de radiocommunicatie veel gebruikt. Morse kunnen zenden en ontvangen is een vereiste om aan een vergunning te geraken als radio-amateur. Met dit project kun je alvast morse beginnen oefenen.

Dit circuit is een elementair oscillatorcircuit dat je al in andere projecten gebruikt hebt. Wanneer je op **S1** drukt en de stroom aanzet, hoor je een geluid uit de **luidspreker**. Je kunt de toon daarvan aanpassen met de **regelknop**.

Als je graag een vergunning als radio-amateur zou willen, kun je in je Tandy-winkel boeken vinden over amateurradio. Op school of in de openbare bibliotheek vind je ook wel boeken over dat onderwerp.

PROJECT 56: LICHT MET KLANK

Sommige dingen gaan uit met een knal, andere met gesputter. Bij dit project gaat het van "plop".

Zodra de bedrading klaar is hou je **S1** ingedrukt. **LED 1** gaat branden. Blijf **S1** indrukken en **LED 1** dooft. Wanneer dat gebeurt hoor je een "plop"-geluid uit de **luidspreker**.

Blijf **S1** ingedrukt houden en er gebeurt iets merkwaardigs: de **LED** gaat weer branden! Hij blijft even branden en dooft dan opnieuw uit, alweer met een "plop". Dit gebeurt steeds weer, zolang je **S1** ingedrukt houdt.

Het project gebruikt een multivibratorcircuit. Je weet dat multivibratorcircuits dingen (zoals de **LED** in dit project) elektronisch in en uit laten schakelen. Ze worden ook gebruikt in tal van andere elektronische circuits in deze kit.

PROJECT 57: HEARING AID AMPLIFIER

This is a high gain two transistor amplifier like some of the early transistor hearing aid amplifiers. We use the **speaker** as a microphone.

This circuit is suitable for you to use a VOM to help learn how transistors work. Try measuring voltages with the VOM: it can help to determine currents and operating characteristics of the circuit.

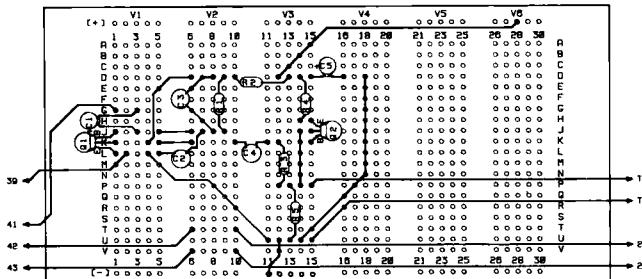
The **speaker** changes the sound pressure into weak voltage. It is then increased by the transformer. This voltage is applied to the B-E input junction of the Q1. The 0.01 μF capacitor shuts off the ultrasonic oscillations because of the high gain and the long leads.

The output of the Q1 appears across the C-E leads, and is applied to the B-E input junction of the Q2. The Q2 further amplifies and outputs across the C-E terminals. The output voltage is then applied to the earphone.

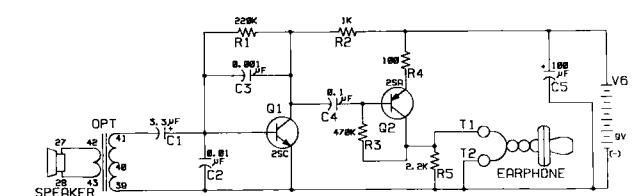
The resistors in the circuit supply the DC voltages and currents to the transistors. The 1K and 2.2K resistors supply the voltages and current to the collectors of the transistors. The 220K and 470K supply base current and voltage.

The type of bias current is same for both stages. It is called "self-current" bias, as the collector DC voltage provides the source of current through the base resistor with some self stabilizing feedback. The high value of the base resistance (220K and 470K) determines the base-bias current.

Measure the DC voltage across transistor C-E leads to see if the transistors are turned on by the right amount to act as amplifiers. The voltage (called V_{CE}) should have a value between the OFF value (9V from the batteries) and full ON (0.5V). An electronics technician uses this voltage to verify that the bias is correct for the transistor to work as amplifier.



Q1	2SC	R1	220K Ω	R4	100 Ω	C1	3.3 μF	C4	0.1 μF
Q2	2SA	R2	1K Ω	R5	2.2K Ω	C2	0.01 μF	C5	100 μF
		R3	470K Ω			C3	0.001 μF		

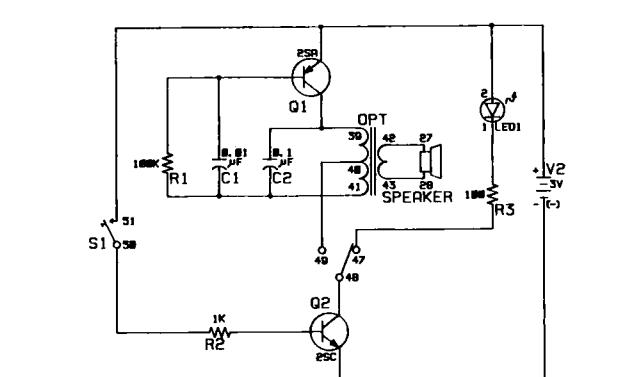
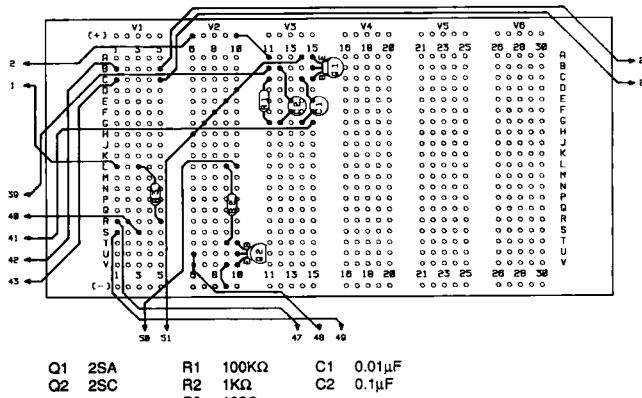


PROJECT 58: LIGHT/SOUND CODE PRACTICE UNIT

Morse code is also used for communicating with a flashing light. This circuit lets you practice Morse code using both sound and light. It's also great if the sound of the oscillator bothers others in your family.

Set the **select switch** down and push **S1**. You'll hear a sound from the **speaker**. Now set the select switch up and press **S1** again. This time the **LED** lights up.

If you examine the schematic for this project carefully, you'll notice that it seems like the circuit for projects 7 and 55 joined together. Like we've told you all along, complex electronic devices are just simple circuits connected to each other.



Q1	2SA	R1	100K Ω	C1	0.01 μF
Q2	2SC	R2	1K Ω	C2	0.1 μF
		R3	100 Ω		

MONTAGE 57: AMPLIFICATEUR D'APPAREIL ACOUSTIQUE

Voici un amplificateur à deux transistors à gain élevé semblable à celui des anciens amplificateurs d'appareils acoustiques transistorés. Dans ce montage, le **haut-parleur** fait office de micro.

Ce circuit est parfaitement adapté à l'utilisation d'un multimètre qui vous renseignera sur le fonctionnement des transistors. Essayez de mesurer les tensions à l'aide du multimètre: il peut vous aider à déterminer les courants ainsi que les caractéristiques de fonctionnement du circuit.

Le **haut-parleur** transforme la pression sonore en une tension faible qui est ensuite augmentée par le transformateur. Cette tension est appliquée au raccordement de l'entrée B-E de Q1. A cause des longs fils et du gain élevé, le condensateur de 0,01 μF coupe les oscillations ultrasoniques.

La sortie de Q1 apparaît sur les fils C-E et est appliquée au raccordement de l'entrée B-E de Q2. Ce dernier augmente davantage encore l'amplification avant de sortir par l'intermédiaire des bornes C-E. La tension de sortie est ensuite appliquée à l'écouteur.

Les résistances du circuit fournissent les tensions et les courants CC aux transistors. Les résistances de 1 kohm et de 2,2 kohms fournissent les tensions et le courant aux collecteurs des transistors tandis que les résistances de 220 kohms et de 470 kohms fournissent la tension et le courant de la base.

La polarisation, identique pour les deux niveaux, porte le nom de "polarisation automatique" puisque la tension CC du collecteur fournit la source de courant par l'intermédiaire de la résistance de base avec une certaine réaction auto-stabilisante. La valeur élevée de la résistance de base (220 kohms et 470 kohms) détermine le courant de polarisation de la base.

Mesurez la tension CC au niveau des fils C-E du transistor et voyez si elle est suffisante pour que le transistor puisse faire office d'amplificateur. La valeur de la tension (appelée V_{CE}) doit être comprise entre la valeur d'arrêt (OFF) (9 volts au niveau des piles) et la valeur de marche pleine (0,5 volt). Le technicien en électronique utilise cette tension pour vérifier si la polarisation permet de faire fonctionner le transistor comme amplificateur.

MONTAGE 58: LECTEUR DE CODE MORSE AVEC SON ET LUMIERE

Le code Morse permet également de communiquer par signaux lumineux. Ce circuit vous permettra de pratiquer le Morse "sonore" et "lumineux". Pratique pour ne pas déranger les membres de votre entourage.

Placez le **sélecteur** sur la position abaissée et enfoncez **S1**. Vous entendez un son dans le **haut-parleur**. A présent, placez le sélecteur sur la position levée et enfoncez à nouveau **S1**. Cette fois, la diode **LED** s'allume.

Si vous examinez attentivement le diagramme schématique de ce montage, vous remarquerez que son circuit ressemble à l'addition des montages 7 et 55. Comme nous vous l'avons déjà expliqué à plusieurs reprises, les appareils électroniques complexes sont constitués de circuits simples reliés les uns aux autres.

PROJECT 57: HOORAPPARAATVERSTERKER

Dit is een versterker met twee transistors en hoge versterking, zoals enkele van de eerste hoorapparaatversterkers. We gebruiken de **luidspreker** als microfoon.

Dit circuit is ook interessant omdat je er een voltmeter kunt mee gebruiken, zodat je leert hoe transistors werken. Probeer voltages te meten met de voltmeter: je kunt er stromen en werkingskenmerken van het circuit mee bepalen.

De **luidspreker** zet de geluidsdruk om in een zwak voltage, dat vergroot wordt door de transformator. Dit voltage wordt aangelegd op de B-E inputkoppeling van Q1. De condensator van 0,01 μF sluit de ultrasone oscillaties af als gevolg van de hoge versterking en de lange draden.

De output van Q1 verschijnt door de C-E draden en wordt aangelegd op de B-E inputkoppeling van Q2. Q2 versterkt nog meer en zendt via de C-E contactpunten een uitgangsvoltage naar de oortelefoon.

De weerstanden in het circuit leveren de transistors gelijkspanning en -stroom. De weerstanden van 1k en 2,2k leveren de spanning en stroom aan de collectoren van de transistors. Die van 220k en 470k leveren basisspanning en -stroom.

Het soort voerspanning is voor beide stadia gelijk. We noemen ze "zelfstroomvoerspanning", aangezien de collector-gelijkspanning de stroombron levert via de basisweerstand met wat zelfstabiliserende terugkoppeling. De hoge waarde van de basisweerstand (220k en 470k) bepaalt de basis-voerspanning.

Meet de gelijkspanning door de C-E draden van de transistors om na te gaan of de transistors worden ingeschakeld door de juiste hoeveelheid om als versterker te fungeren. Het voltage (V_{CE} genaamd) moet een waarde hebben tussen de UIT-waarde (9V van de batterijen) en de maximale AAN-waarde (0,5V). Een technicus controleert aan de hand van dit voltage of de voerspanning correct is om de transistor als versterker te laten werken.

PROJECT 58: MORSE OEFENEN MET LICHT/GELUID

De morsecode wordt ook gebruikt om te communiceren met een knipperend licht. Met dit circuit kun je morse oefenen met zowel geluid als licht. En als het geluid van de oscillator anderen in huis ergert, is dat mooi meegenomen.

Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk op **S1**. Uit de **luidspreker** komt een geluid. Zet nu de keuzeschakelaar naar boven en druk nogmaals op **S1**. Nu gaat de **LED** branden.

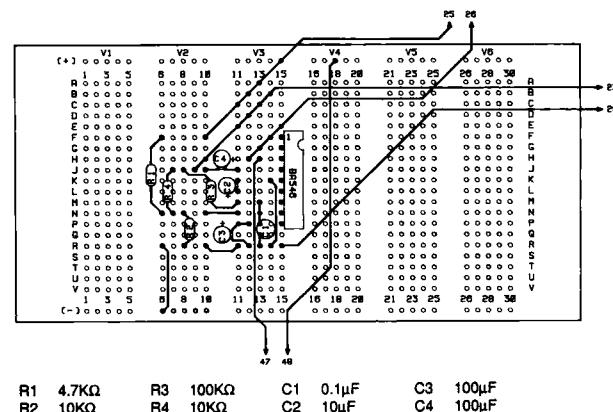
Als je het schema voor dit project nauwkeurig onderzoekt, zul je vaststellen dat het lijkt op het circuit voor project 7 en 55 samen. Zoals we reeds zeiden: ingewikkelde elektronische spullen zijn niet anders dan een aaneenschakeling van eenvoudige circuits.

PROJECT 59: LIGHT CONTROLLED BURGLAR ALARM

This project is a light controlled oscillator. In total darkness it just sits there nice and quiet, but a little light causes the **speaker** to give out a howl.

The **CdS cell** acts like an open circuit in total darkness, but when some light strikes the cell its resistance decreases enough to allow the feedback of output signal to get through and cause oscillations.

Do you want to see if someone is curious? Hide this circuit in a dresser drawer and then casually mention in someone's hearing that you have hidden something special in your dresser. Now find something to do away from the dresser but within range to hear the alarm. It usually isn't long before the alarm goes off!

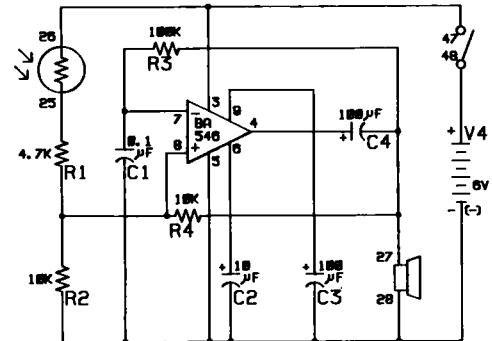


MONTAGE 59: ALARME ANTIVOL COMMANDEE PAR LA LUMIERE

Ce montage est constitué d'un oscillateur commandé par la lumière. Dans l'obscurité totale, il demeure silencieux mais dès qu'une faible lumière brille, le **haut-parleur** émet un hurlement.

Si la **cellule CdS** agit comme un circuit ouvert dans l'obscurité totale, dès qu'une petite lumière l'atteint, sa résistance diminue suffisamment pour engendrer une réaction du signal de sortie et entraîner des oscillations.

Voulez-vous savoir si votre frère est curieux? Dissimulez ce circuit dans votre garde-robe et glissez fortuitement à l'oreille du frangin que vous y avez caché une surprise. Ensuite, trouvez une occupation en demeurant toutefois à proximité de la garde-robe de façon à entendre l'alarme. Vous ne devrez en principe pas attendre longtemps avant qu'elle retentisse!

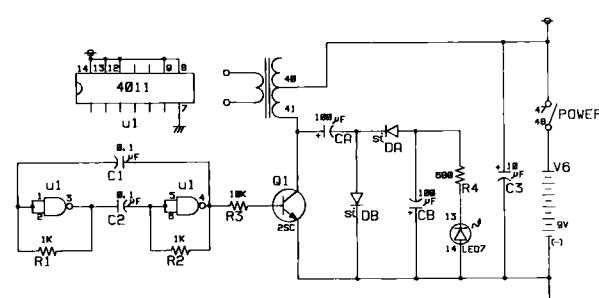
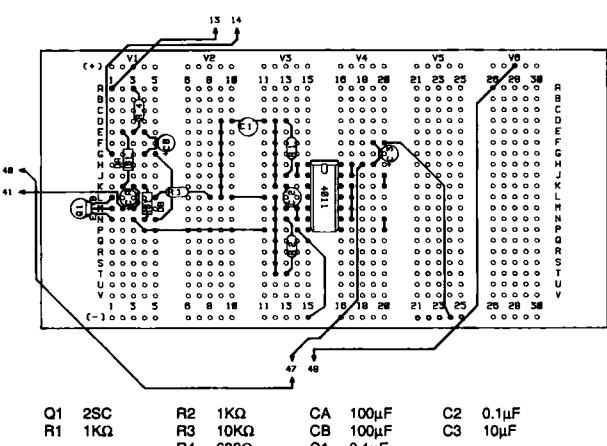


PROJECT 60: DC-DC CONVERTER

A DC-DC converter is a device to convert DC voltages. In this project, we're going to make a DC-DC converter that first converts a DC voltage to AC and rectifies it back to DC.

As you see in the schematic, IC 4011 is an oscillator for converting a DC voltage to AC. It has a frequency of about 50 kHz. Output from this oscillator is amplified by Q1 and rectified by the voltage doubler rectifier made up of diodes Da and Db and capacitors Ca and Cb. The **LED** lights by the resulting DC voltage. This circuit also produces a minus voltage (below 0V).

When you finish wiring the project, turn power ON. The **LED** lights up, showing the presence of DC voltage.



MONTAGE 60: CONVERTISSEUR CC-CC

Il s'agit d'un dispositif qui convertit les tensions CC. Le convertisseur de ce montage vous permettra de convertir une tension CC en tension CA puis de la reconvertis en tension CC.

Comme vous pouvez le voir sur le diagramme schématique, le circuit intégré 4011 est un oscillateur qui convertit une tension CC en tension CA. Il possède une fréquence d'environ 50 kHz. La sortie de cet oscillateur est amplifiée par Q1 et rectifiée par le rectificateur doubleur de tension constitué des diodes Da et Db ainsi que des condensateurs Ca et Cb. La tension CC produite allume la diode **LED**. Ce circuit produit aussi une tension négative (inférieure à 0 volt).

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension. La diode **LED** s'allume pour signaler la présence d'une tension CC.

PROJECT 59: OP LICHT REAGEREND INBRAAKALARM

Dit project is een oscillator die werkt op licht. In volledige duisternis doet hij helemaal niets, maar zodra er wat licht is gaat de **luidspeler** huilen.

De CdS-cel werkt in volledige duisternis als een open circuit, maar wanneer er wat licht op valt, neemt de weerstand van de cel genoeg af om de terugkoppeling van het uitgangssignaal door te laten en oscillaties te veroorzaken.

Wil je nagaan of iemand nieuwsgierig is? Verberg dit circuit in een lade van je kast en zorg er dan voor dat de persoon in kwestie "toevallig" hoort dat je iets bijzonders in je kast hebt verborgen. Ga dan ergens anders - maar niet té ver van je kast - iets doen. Het zal wel 'niet lang duren eer je het alarmsignaal hoort....

PROJECT 60: DC-DC OMZETTER

Een DC-DC omzetter is een toestel om gelijkspanningen om te zetten (DC = gelijkstroom). We maken een omzetter die eerst een gelijkspanning omzet in wisselspanning en dan weer gelijkricht (omzet in gelijkspanning).

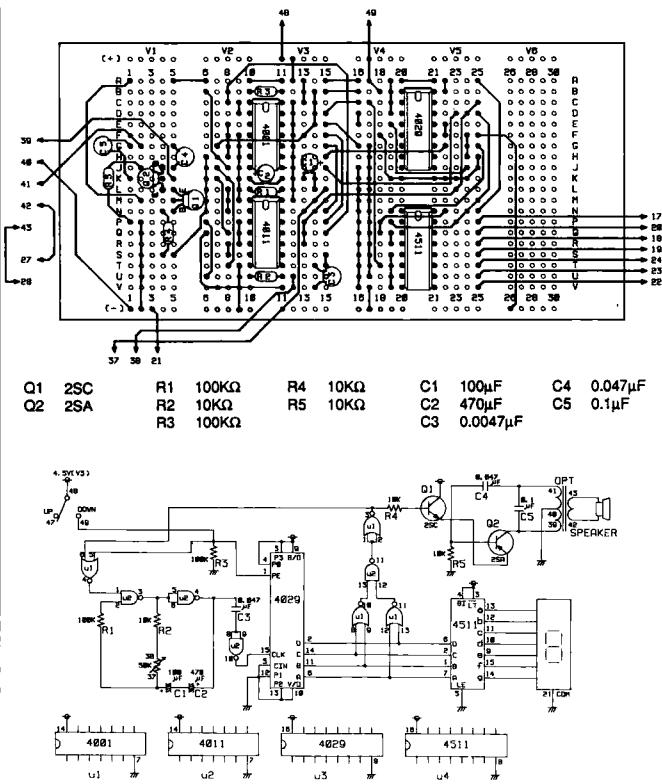
Op het schema zie je dat IC 4011 een oscillator is voor het omzetten van gelijkspanning in wisselspanning. Hij heeft een frequentie van ongeveer 50 kHz. De output van deze oscillator wordt versterkt door Q1 en gelijkgericht door de spanningverdubbelende gelijkrichter die bestaat uit dioden Da en Db en condensatoren Ca en Cb. De **LED** werkt op de gelijkspanning die daaruit resulteert. Dit circuit produceert ook een negatieve spanning (onder 0 volt).

Na afwerking van de bedrading schakel je de stroom in. De **LED** gaat branden en bewijst daardoor dat er gelijkspanning aanwezig is.

PROJECT 61: COUNT DOWN TIMER

Here's simple count down timer. When you finish wiring the project, slide the **select switch** down. The **LED display** shows 9 then starts counting down. When the timer reaches 0, a beep sounds from the **speaker**.

You can adjust the pitch of counting by the **control**. To restart the timer, set the **select switch** up once then back to down.



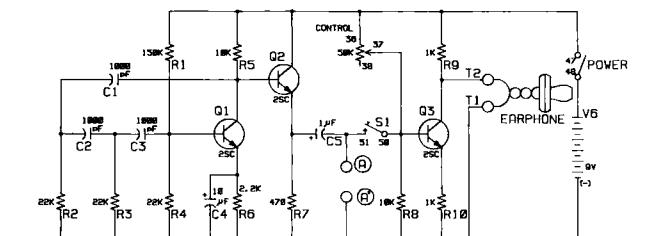
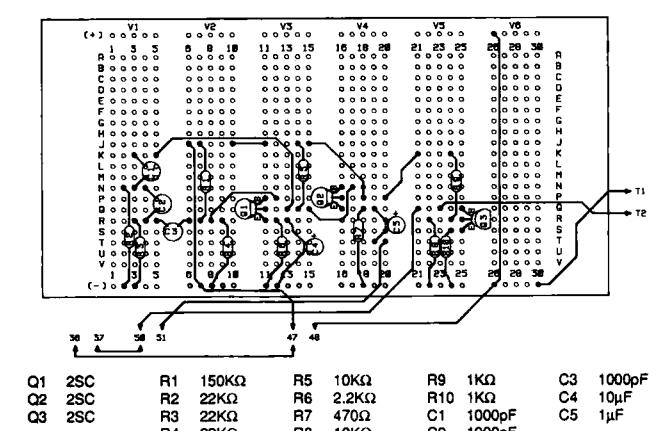
PROJECT 62: TRANSISTOR FREQUENCY DOUBLER

We're going to make a circuit that doubles the frequency using just one transistor.

In this circuit, Q1 is an oscillator. You can hear its output from terminals (A)(A'). The frequency doubling function is performed by Q3. It begins to operate when you press **S1**.

When you finish wiring the project, connect the earphone to (A)(A') and turn power ON. Can you hear a "beep" through the earphone? Remember the tone.

Now, connect the earphone to **T1** and **T2** and press **S1**. You'll hear a beep again through the earphone. Rotate the control until the sound becomes clear. The sound you hear this time should be one octave higher than the previous tone; in other words, the frequency is doubled.



MONTAGE 61: MINUTERIE

Ce montage est un exemple de minuterie simple. Une fois le câblage de ce montage terminé, glissez le **sélecteur** sur la position abaissée. L'**affichage à diodes électroluminescentes** fait apparaître le chiffre 9 puis commence le compte à rebours. Quand le compteur atteint 0, un signal sonore retentit dans le **haut-parleur**.

Vous pouvez régler la hauteur du son à l'aide de la **commande**. Pour réinitialiser la minuterie, placez le **sélecteur** sur la position levée, puis à nouveau sur la position abaissée.

PROJECT 61: AFTELLER

Hier heb je een eenvoudig aftelmechanisme. Na afwerking van de bedrading schuif je de **keuzeschakelaar** naar beneden. Het **LED-display** geeft een 9 en begint dan af te tellen. Wanneer het display bij 0 komt, klinkt een biepton uit de **luidspreker**.

Met de **regelknop** kun je het aftelritme veranderen. Om de afteller opnieuw te starten zet je de **keuzeschakelaar** even omhoog en dan weer naar beneden.

PROJECT 62: FREQUENTIEVERDUBBELAAR MET TRANSIS- TOR

Nu maken we een circuit dat de frequentie verdubbelt en daar slechts één transistor voor gebruikt.

In dit circuit is Q1 een oscillator. Je kunt de output ervan horen bij contactpunten (A)(A'). De frequentieverdubbelende functie wordt vervuld door Q3, die begint te werken zodra je op **S1** drukt.

Na het bedraden van het project sluit je de oortelefoon aan op (A)(A') en schakel je de stroom in. Hoor je de "bip" door de oortelefoon? Onthou de toonhoogte.

Sluit nu de oortelefoon aan op **T1** en **T2** en druk op **S1**. Je hoort opnieuw een bip door de oortelefoon. Draai aan de regelknop tot het geluid helder is. Het geluid dat je hoort zou één octaaf hoger moeten liggen dan de vorige toon; m.a.w.: de frequentie is verdubbeld.

PROJECT 63: ONE TRANSISTOR FULL-WAVE RECTIFIER

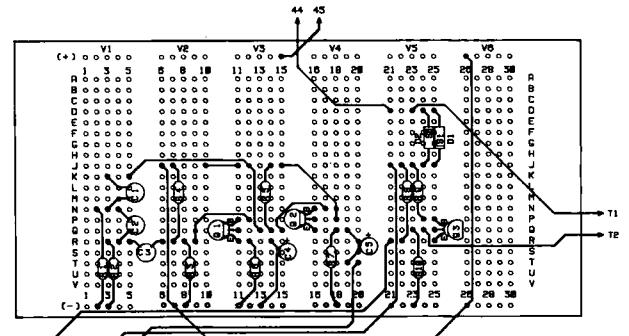
When an AC is rectified by a full-wave rectifier, the output frequency is doubled. In this experiment, we're going to find out how this full-wave rectification is made.

The schematic lets you see that Q1 and Q2 work as an oscillator. The AC signal generated from this oscillator is sent to Terminals (A) and (A').

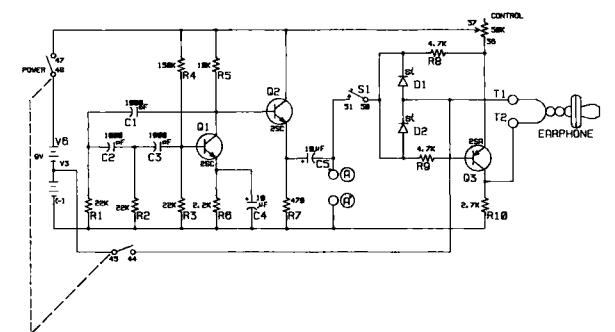
D1 and D2 serve as a full-wave rectifier circuit, and its output is sent to **T1** and **T2** with the aid of Q3.

When you finish wiring up the circuit, connect the earphone to (A) and (A') and turn power ON. You'll hear an oscillating sound through the earphone. Remember the tone.

Now, connect the earphone to **T1** and **T2**, press **S1**, and rotate the **control** until you hear a clear sound through the earphone. Again you hear a tone higher than previous by an octave, as in the previous project.



Q1 2SC	R1 22kΩ	R5 10kΩ	R9 4.7kΩ	C3 1000pF
Q2 2SC	R2 22kΩ	R6 2.2kΩ	R10 2.7kΩ	C4 10μF
Q3 2SA	R3 22kΩ	R7 470Ω	C1 1000pF	C5 10μF
	R4 150kΩ	R8 4.7kΩ	C2 1000pF	



MONTAGE 63: REDRESSEUR A DEUX ALTERNANCES A UN TRANSISTOR

Quand une tension secteur est rectifiée par un redresseur à deux alternances, la fréquence de sortie est doublée. Ce montage illustre la manière dont le redressement des deux alternances est effectué.

Sur le diagramme schématique, vous remarquez que Q1 et Q2 fonctionnent comme un oscillateur. Le signal CA produit par cet oscillateur est renvoyé aux bornes (A) et (A').

D1 et D2 font office de circuit de redressement des deux alternances dont la sortie est renvoyée aux bornes **T1** et **T2** par l'intermédiaire de Q3.

Une fois le câblage du circuit terminé, raccordez l'écouteur aux bornes (A) et (A'), puis mettez le circuit sous tension. Vous entendez un son oscillant dans l'écouteur. Mémorisez sa tonalité.

A présent, raccordez l'écouteur aux bornes **T1** et **T2**, enfoncez **S1**, puis tournez la **commande** jusqu'à ce que vous entendiez un son clair dans l'écouteur. Une fois encore, le son est plus aigu d'une octave, comme dans le montage précédent.

PROJECT 63: VOLLEGOLF-GELIJKRICHTER MET 1 TRANSISTOR

Wanneer een wisselstroom gelijkgericht wordt door een vollegolf-gelijkrichter, wordt de outputfrequentie verdubbeld. In dit experiment achterhalen we hoe zo'n vollegolf-gelijkrichter in elkaar zit.

Uit het schema leid je af dat Q1 en Q2 als oscillator werken. Het wisselstroomsignaal (AC) dat deze oscillator opwekt, gaat naar contactpunten (A) (A').

D1 en D2 doen dienst als vollegolf-gelijkrichtcircuit, waarvan de output met behulp van Q3 naar **T1** en **T2** gaat.

Zodra de bedrading klaar is, sluit je de oortelefoon aan op (A) (A') en schakel je de stroom in. Door de oortelefoon hoor je een oscillrend geluid. Onthou de toonhoogte.

Sluit nu de oortelefoon aan op **T1** en **T2**, druk op **S1**, en draai aan de **regelknop** tot je een helder geluid hoort door de oortelefoon. Opnieuw hoor je een toon die een octaaf hoger ligt dan de vorige, net als in project 62.

PROJECT 64: 'CRYSTAL SET' RADIO

Back in the early days of radio, crystal sets were widely used (your grandparents might remember them). This project is a more up-to-date version of the classic crystal set.

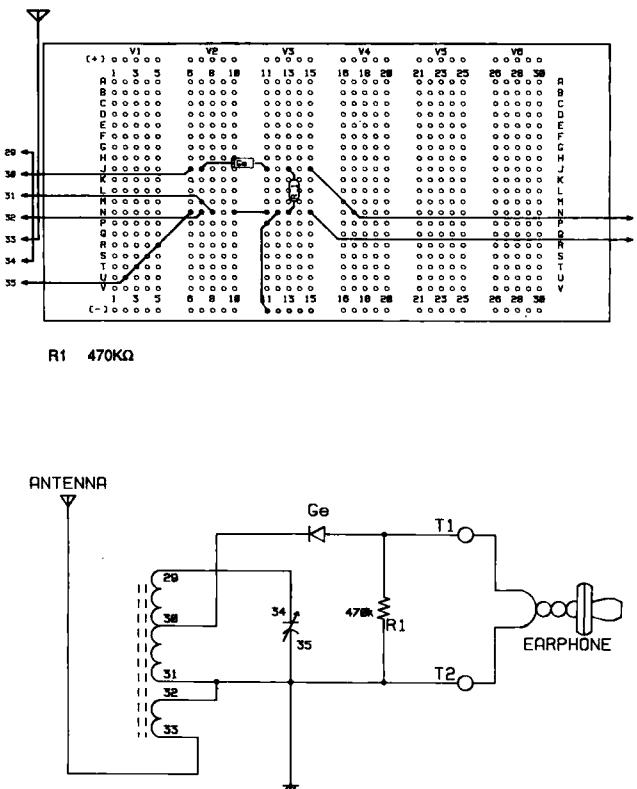
Before using this project, you need to have an outdoor antenna erected. Your local Radio Shack has an outdoor antenna kit (catalog number 278-758) which gives excellent results. Be sure to have an adult help you put up the antenna!

You also need a ground connection. You can run an insulated wire to a cold water pipe or to a ground rod such as Radio Shack catalog number 15-530. Have an adult help you make the ground connection.

Notice something funny about the schematic for this circuit? No, we haven't forgotten the batteries - This circuit doesn't use any. The power for this project is supplied by the radio signal itself!

When radio waves strike the outdoor antenna, they set up small electric currents in the antenna. The lead-in wire carries these currents to the antenna coil. These currents are AC and are at different frequencies. The **tuning control** selects one set of frequencies (remember how a variable capacitor work?) and passes the current on to the diode. The diode (as you should remember!) rectifies AC into DC. You hear the results of all this in the earphone.

This project lets you tune stations on the AM broadcasting band. Adjust the **tuning control** to find the station you want to hear. Don't be too surprised if all you can hear is one loud local station with this circuit. And if you live several miles from the nearest AM station you might not be able to hear any stations. Be sure to use an outdoor antenna for best results.



MONTAGE 64: RECEPTEUR A GALENE

Les récepteurs à galène étaient très largement utilisés dans la fabrication des toutes premières radios (vos grand-parents doivent peut-être encore s'en souvenir). Le montage que vous allez réaliser est une version remaniée et modernisée de cet antique récepteur à galène.

Avant d'utiliser ce montage, vous devez installer une antenne extérieure. Rendez-vous dans votre magasin Tandy, vous y trouverez le kit pour antenne extérieure (Tandy No. Cat. 278-758) qui vous garantira une réception d'excellente qualité. N'oubliez pas de vous faire aider par un adulte pour installer cette antenne extérieure.

Vous aurez également besoin d'une prise de terre. Pour cela, vous pouvez enrouler un fil recouvert d'isolant autour d'une conduite d'eau froide ou le fixer à un piquet de terre, notamment le piquet Tandy No. Cat. 15-530. Demandez à un adulte de vous aider à effectuer cette mise à la terre.

Avez-vous remarqué quelque chose de particulier sur le diagramme schématique de ce montage? Non, nous n'avons pas oublié les piles - ce circuit n'en n'a pas besoin. L'énergie est fournie par le signal radio lui-même!

Quand les ondes radio sont captées par l'antenne extérieure, elles créent de faibles courants électriques dans l'antenne. Le câble de descente d'antenne achemine ces courants jusqu'à la bobine d'antenne. Il s'agit de courants alternatifs de différentes fréquences. La **commande** variable permet de sélectionner un ensemble de fréquences (vous vous souvenez du fonctionnement du condensateur variable?) et envoie le courant à la diode. Cette dernière (comme vous vous en souvenez certainement) redresse le courant alternatif en courant continu. Vous entendez dans l'écouteur l'aboutissement de ce long processus.

Ce montage vous permettra de capter des stations OM. Recherchez la station de votre choix au moyen de la **commande** variable et ne vous étonnez pas si ce circuit ne vous permet de capter qu'une station puissante proche de chez vous. Si vous habitez à plusieurs kilomètres de l'émetteur OM le plus proche, vous n'entendrez peut-être rien du tout. Pour obtenir un résultat optimal, n'oubliez pas de raccorder votre récepteur à galène à une antenne extérieure.

PROJECT 64: "KRISTALONTVANGER"

In de beginperiode van het radiotijdperk werden heel wat kristalontvangers gebruikt (misschien weten je grootouders dat nog). Dit project is een moderne versie van de klassieke kristalontvanger.

Voor je dit project gebruikt moet je een buitenantenne opstellen. In je Tandy-winkel vind je een buitenantenne-kit (catalogusnummer 278-758) die uitstekende resultaten oplevert. Vraag wel de hulp van een volwassene om de antenne op te stellen!

Ook heb je een aardleiding nodig. Je kunt een geïsoleerd snoer aan een koudwaterleiding bevestigen of aan een aardingsstang, zoals catalogusnummer 15-530 van Tandy. Vraag hulp van een volwassene voor de aardleiding.

Zie je niets eigenaardigs aan het schema voor dit circuit? Nee hoor, we zijn de batterijen niet vergeten: dit circuit heeft er gewoon geen nodig. De stroom voor dit project komt van het radiosignaal zelf!

Wanneer radiogolven de buitenantenne raken, wekken ze in de antenne kleine elektrische stroomjes op. Het antenneaansluitingsnoer voert die stroomjes naar de antennespoel. Het gaat om wisselstroom met verschillende frequenties. De **afstemknop** kiest één reeks frequenties (weet je nog hoe een variabele condensator werkt?) en geeft de stroom door aan de diode. De diode - dat zou je nog moeten weten! - richt wisselstroom gelijk tot gelijkstroom. Het resultaat van dat alles hoor je in de oortelefoon.

Met dit project kun je afstemmen op zenders in de middengolf (MG) en de lange golf (LG). Draai aan de **afstemknop** tot je de gewenste zender vindt. Wees niet teleurgesteld als je met dit circuitje slechts één luide plaatselijke zender kunt ontvangen. En als je kilometers van de dichtsbijzijnde zender woont, hoor je misschien helemaal niets. Gebruik beslist een buitenantenne voor een optimaal resultaat.

PROJECT 65: "FUNNY TRANSISTOR" RADIO

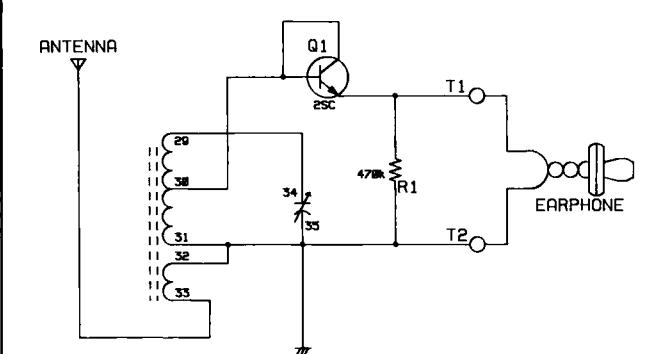
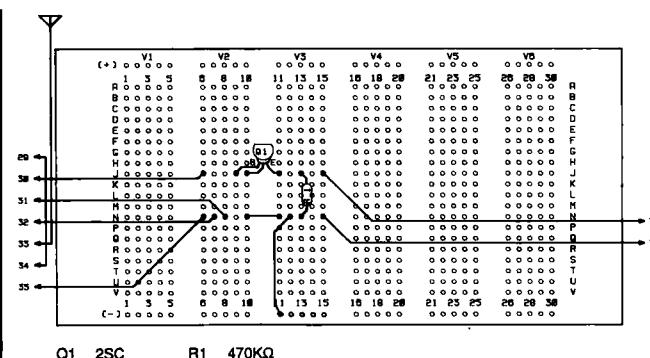
If you thought something was unusual about the schematic in our last project of "Crystal Radio Set", just take a look at this schematic. There's a transistor ... but no batteries are used!

But when you finish making the wiring connection, connect the earphone to **T1** and **T2** on the front panel of your kit and listen. Adjust the **tuning control**. Hear anything? If you managed to hear stations on our last project (you have to use an outdoor antenna to make it work), you can hear AM stations on this one too.

Now put on your thinking cap: why does the transistor in this project think it's a diode?

Give up? It's because a transistor is actually two diodes back-to-back. One diode is from the emitter to base and the second is from the collector to the base. That's why in our circuits using transistors we have currents from emitter to base and another from collector to base.

Try using both the emitter-base and collector-base "junctions" on the transistors in your kit in this project. How well do the different connections work?



PROJECT 66: WIRELESS CODE TRANSMITTER

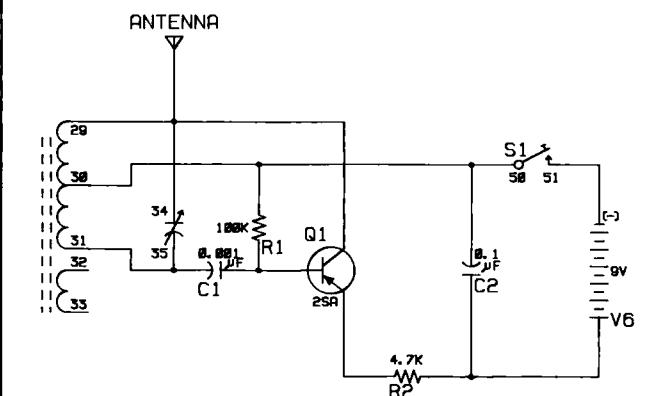
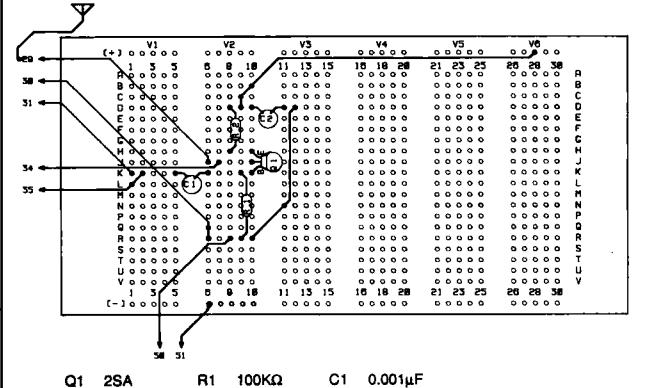
This project is a simple but effective code transmitter. The same principle is used on the communication device for the military and amateur radio operators around the world. You send the codes with the key that turns the transmitter ON and OFF.

You can use the normal AM radio to receive the code sent out by this transmitter. First tune to a weak station. The transmitter signal is mixed with the station's signal to produce an audio tone, called a "beat note." Tune the transmitter using the tuning capacitor until you hear a beat note on the AM radio as you press the key.

Some communication receivers have a circuit called beat frequency oscillator (BFO). With such receiver you can receive the continuous wave (CW) signal of this transmitter without having to tune to another station. The BFO "beats" with the CW signal from this transmitter and produces the tone.

Like other oscillator circuits in this kit, the quick charge/discharge of the 0.1 μF capacitor causes the oscillation as you press the key.

Transmission and reception of CW signals is very efficient (much more than voice signals). Thus, during times of emergency this is the most reliable transmission. Because of this high efficiency, you might find only two or three feet of wire as an antenna can do the job -- or even with no antenna! Have fun!



MONTAGE 65: UN TRANSISTOR HORS DU COMMUN

Si vous avez trouvé que le diagramme schématique du montage précédent "Récepteur à galène" avait un aspect bizarre, regardez plutôt celui-ci. Il comprend un transistor ... mais pas de pile.

Une fois le câblage terminé, raccordez l'écouteur aux bornes **T1** et **T2** situées sur la face avant de votre ensemble et écoutez. Réglez la **commande** variable. Entendez-vous quelque chose? Si vous avez pu capter des stations au montage précédent (en utilisant une antenne extérieure), vous pourrez aussi écouter des stations OM avec celui-ci.

A présent, réfléchissez un peu: pourquoi le transistor de ce montage vous fait-il penser à une diode?

Vous donnez votre langue au chat? Un transistor est en réalité constitué de deux diodes placées dos à dos. La première va de l'émetteur à la base et la seconde, du collecteur à la base. C'est la raison pour laquelle dans les circuits où nous utilisons des transistors, les courants circulent de l'émetteur vers la base et du collecteur vers la base.

Essayez d'utiliser simultanément les "raccords" émetteur-base et collecteur-base des transistors de votre ensemble. Quels résultats obtenez-vous avec ces différents raccordements?

PROJECT 65: GEKKE TRANSISTORRADIO

Als je dacht dat het schema in het vorige project (de "kristalontvanger") iets ongewoon had, kijk dan maar eens naar dit schema. Hier heb je een transistor... maar er worden geen batterijen gebruikt!

Maar werk gerust de bedrading af, sluit de oortelefoon aan op **T1** en **T2** op het voorpaneel van de projectdoos... en luister. Draai aan de **afstemknop**. Hoor je wat? Als je bij het vorige project één of meer zenders kon ontvangen (je moet een buitenantenne gebruiken om zeker te zijn dat het werkt), dan kun je ook met dit project MG/LG-zenders horen.

Laat nu je hersentjes werken: waarom denkt de transistor in dit project dat hij een diode is?

Geef je 't al op? Omdat een transistor in feite niets anders is dan twee dioden rug-tegen-rug. Eén diode gaat van emissor naar basis, de andere gaat van collector naar basis. Daarom gaan er in onze circuits met transistors stroom van de emissor naar de basis en ook van de collector naar de basis.

Probeer zowel de emissor-basis als de collector-basis "koppeling" bij de transistors in dit project. Hoe goed werken de verschillende verbindingen?

PROJECT 66: DRAADLOZE CODEZENDER

Dit project is een eenvoudige maar doeltreffende codemiddel. Hetzelfde principe wordt gebruikt bij communicatietoestellen voor militair gebruik en voor radio-amateurs over de hele wereld. Je stuurt de codes door met de toets, die de zender in- en uitschakelt.

Je kunt de normale MG/LG-radio gebruiken om de met deze zender uitgezonden code te ontvangen. Stem eerst af op een zwakke radiozender. Het signaal van je zender wordt gemengd met het signaal van de radiozender, en dat geeft een audiotoon die we "zweeping" noemen. Stem de zender met de afstemknop af tot je op de radio zweeping hoort wanneer je op de toets drukt.

Sommige communicatieontvangers hebben een BFO-circuit: een oscillator die zelf zweeping veroorzaakt met het signaal van de zender en dus een toon produceert. Met zo'n ontvanger kun je het signaal ontvangen zonder dat je eerst op een radiozender hoeft af te stemmen.

Net als bij andere oscillatorcircuits in deze kit wordt de oscillatie opgewekt door het snelle laden/ontladen van de condensator van 0,1 μF bij het indrukken van de toets.

Deze zender stuurt ongedempte-golfsignalen uit, die bijzonder doeltreffend werken (veel beter dan stemsignalen). Als de nood het hoogst is, is uitzenden met ongedempte golven het betrouwbaarste. Dank zij die grote doeltreffendheid kun je vaststellen dat amper één meter draad al volstaat als antenne - het werkt misschien wel zonder antenne! Veel pret.

PROJECT 67: REMOTE WATER LEVEL DETECTOR

Here's a circuit similar to project 288, Rain Detector but with a twist: it includes a radio transmitter. This means you can check for high water levels or rain even if you're not in a place where you could hear an alarm. Just take along an AM radio and listen!

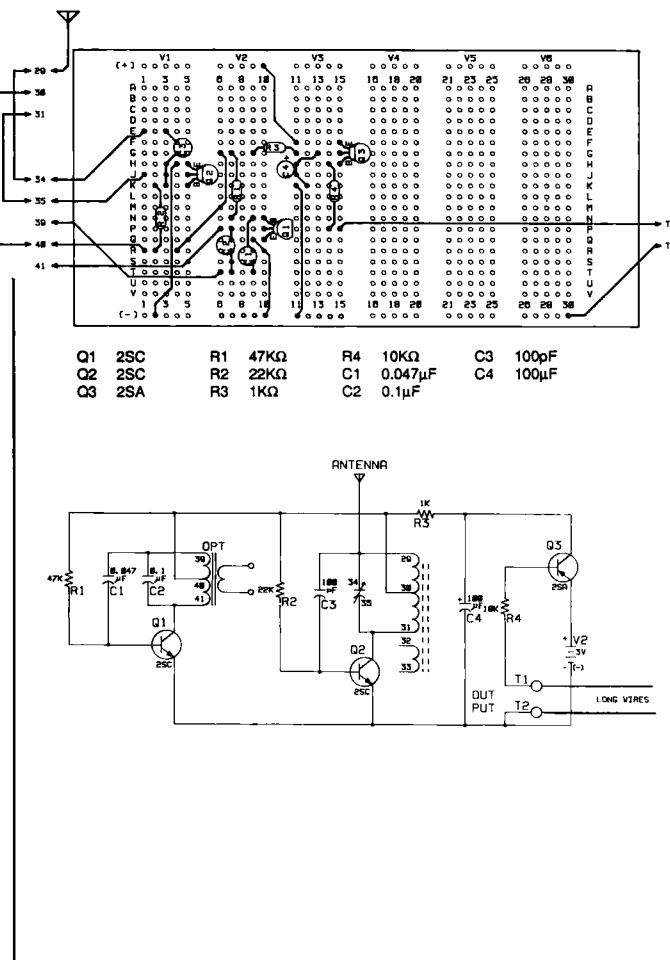
In this project, we send out a radio wave at a frequency where there are no stations, so we need to find such a spot in the AM band of 530 - 1600 kHz.

As you can see from the schematic, there's no power switch to turn this project ON or OFF. Whenever water (or some other conducting substance) allows electric current to flow from the base to the emitter of the PNP transistor, the circuit operates. You hear a tone from the radio when this circuit operates.

When you finish wiring up the circuit, erect an antenna with a length of about 1 m, set the control in the 12 o'clock position. Try attaching the long wire to water and turn the dial of the AM radio. If necessary rotate the control of the kit so you can hear the sound clearly.

Of course, you can come up with some interesting applications for this circuit on your own. You might try adding the **CdS cell** between the PNP transistor's emitter and base. Or you could add the 50K variable resistor and key in the emitter base circuit or ...well, you get the idea. Be sure to keep notes of what you manage to come up with.

See--you're starting to design your own circuits!

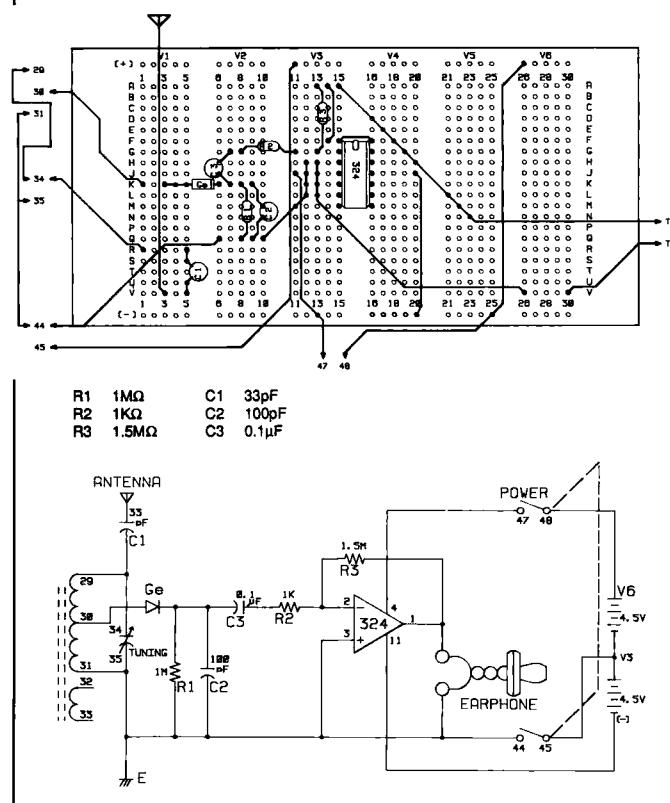


PROJECT 68: IC RADIO

This is an IC radio: it uses the operational amplifier to amplify the output of a germanium radio and produce a loud sound from the earphone. You can receive an AM broadcasting in range of 530 - 1600 kHz.

The coil and the variable capacitor form a tuning circuit. When radio waves strike the antenna and a low current is applied to the antenna coil, this tuning circuit selects one radio frequency. The selected radio wave is detected by the germanium diode (Ge diode) and converted to an audio signal. This audio signal is amplified by the Operational Amplifier so you can hear it through the earphone.

When you finish the wiring ground the antenna, turn power ON, and turn the variable capacitor tuner until you receive the station you want to hear. Did you receive it all right? Now, change the antenna and ground connection arrangement so you can tune in other stations on the AM band.



MONTAGE 67: DETECTEUR D'HUMIDITE COMMANDE A DISTANCE

Voici un circuit semblable à celui du montage 288 "Déetecteur de pluie" qui possède toutefois une particularité inattendue: il comprend un émetteur radio. Autrement dit, vous pouvez surveiller les chutes de pluie ou la montée des eaux dans un local, même si vous n'êtes pas à proximité de l'alarme lorsqu'elle retentira. Il vous suffira d'emporter votre radio OM et de l'écouter.

Dans ce montage, nous envoyons une onde radio sur une fréquence qui n'est utilisée par aucune station. Essayez donc de trouver une fréquence OM comprise entre 530 et 1600 kHz.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, nous n'utilisons aucun interrupteur pour mettre ce circuit sous et hors tension. Cependant, dès que l'eau (ou toute autre substance conductrice) permet à l'électricité de circuler entre la base et l'émetteur du transistor PNP, le circuit se met en marche et vous entendez alors un signal dans la radio.

Une fois le câblage de ce circuit terminé, placez une antenne d'environ 1 mètre et réglez la commande sur 12 heures. Essayez de mettre le long fil en contact avec l'eau pour balayer la gamme OM. Si nécessaire, tournez la commande de votre ensemble de façon à entendre le son clairement.

Bien entendu, vous pouvez imaginer d'autres applications intéressantes pour ce circuit. Vous pourriez, par exemple, ajouter la **cellule CdS** entre l'émetteur et la base du transistor PNP ou ajouter une résistance variable de 50 kohms et un manipulateur au circuit émetteur-base, ou ... faites travailler votre imagination. N'oubliez pas de noter les résultats auxquels vous parviendrez.

Vous voyez -- vous commencez à réaliser vos propres circuits!

PROJECT 67: WATERPEILDETECTOR

Dit circuit lijkt op project 286 (Regendetector) maar met een extratje: er zit ook een radiozender bij. Dit betekent dat je een hoog waterpeil of regen zelfs kunt controleren als je niet ergens bent waar je een alarmsignaal kunt horen. Neem gewoon een MG/LG-radio mee en luister!

In dit project zenden we een radiogolf uit op een frequentie waarop geen radiozenders uitzenden, en we moeten dus zo'n plek vinden op de frequentieband tussen 530 en 1600 kHz.

Zoals je uit het schema kunt afleiden is er geen stroomschakelaar om het project aan en uit te zetten. Zodra water (of een andere geleidende stof) ervoor zorgt dat elektrische stroom van de basis naar de emissor van de PNP transistor kan, werkt het circuit. Wanneer dat het geval is, hoor je een toon op de radio.

Na het bedraden van het circuit stel je een antenne van zowat 1 meter lang op en je zet de regelknop in zijn "12 uur" stand. Probeer de lange draad in contact te brengen met water en draai aan de afstemknop van de MG/LG-radio. Draai indien nodig aan de regelknop van de kit, zodat je het geluid duidelijk hoort.

Uiteraard kun je zelf wel een paar interessante toepassingen vinden voor dit circuit. Je kunt bij voorbeeld de **CdS-cel** tussen de emissor en de basis van de PNP-transistor plaatsen. Of je zou de variabele weerstand van 50k en de toets aan het emissorcircuit kunnen toevoegen, of...nu ja, je ziet wel waar we naartoe willen. Noteer beslist de resultaten van al je experimenten.

Zie je wel, nu ben je al zelf circuits aan het ontwerpen!

PROJECT 68: IC RADIO

Dit is een IC-radio: hij maakt gebruik van de operationele versterker om de output van een germaniumradio te versterken en een lude klank te produceren in de oortelefoon. Je kunt MG/LG-zenders ontvangen tussen 530 en 1600 kHz.

De spoel en de variabele condensator vormen een afstempcircuit. Wanneer radiogolven de antenne raken en op de antennespoel een lage stroom wordt aangelegd, kiest dit afstempcircuit één radiofrequentie. De germaniumdiode (Ge diode) bespeurt de gekozen radiogolf en zet ze om in een audiosignaal. Dat audiosignaal wordt versterkt door de operationele versterker, zodat je het door de oortelefoon kunt horen.

Na het bedraden aard je de antenne, je schakelt de stroom in en draait aan de variabele condensator tot je de gewenste zender ontvangt. Was de ontvangst OK? Herschik nu de antenne- en aardverbindingen, zodat je kunt afstemmen op andere zenders in de MG/LG-frequentieband.

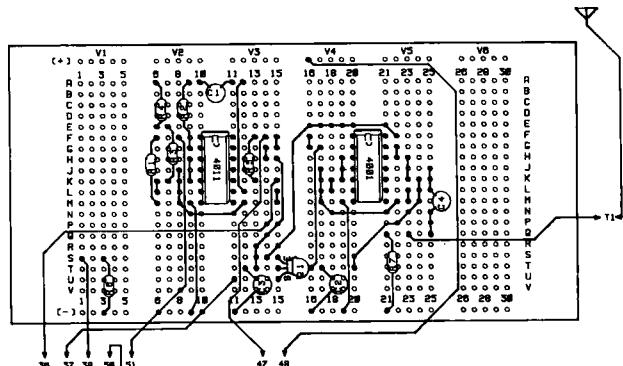
PROJECT 69: MORSE CODE TRANSMITTER

We're going to make a Morse code transmitter that can send out Morse code signals by radio. Your friends can hear an AM radio at a distance away from you. In this project, we send out a radio wave at a frequency around 800 - 1770 kHz, so we need to find a spot in this range.

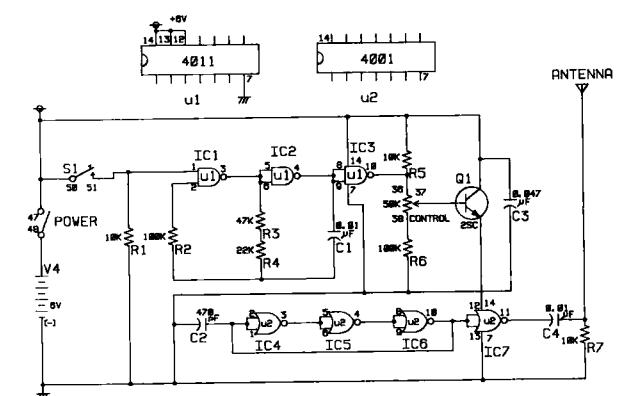
Take a look at the schematic. You see that IC1 - IC3 work as an oscillator generating Morse code signals when **S1** is pressed. Transistor Q1 is used as a modulator, and you can adjust the degree of modulation with the **control**.

- IC6 are used as an AM radio frequency oscillator. The frequency is set by C2 to be around 530 to 800 kHz. You can adjust the frequency by using different values for C2. If you find the frequency you choose for your transmitter is used by some station, you can select another frequency by changing C2. Use lower value capacitors to shift the frequency higher.

When you finish wiring up the circuit, erect an antenna with a length of about 1 m, set the **control** in the 12 o'clock position, and turn power ON. Tell your friends to turn the dial of the AM radio while you are turning **S1** ON and OFF. If they receive your Morse code signals, adjust the signal sound by turning the control. Now, you can send your message to your friends by Morse code!



Q1 2SC
R1 10kΩ
R2 100kΩ
R3 47kΩ
R4 22kΩ
R5 10kΩ
R6 100kΩ
R7 10kΩ
C1 0.01µF
C2 470pF
C3 0.047µF
C4 0.01µF



MONTAGE 69: EMETTEUR DE CODE MORSE

Nous allons réaliser un émetteur de code Morse capable d'envoyer des signaux Morse par radio. Vos amis pourront entendre ces signaux sur leur récepteur OM, s'ils habitent près de chez vous. Dans ce montage, nous envoyons une onde radio sur une fréquence comprise entre 800 et 1770 kHz. Il nous faut donc trouver une fréquence libre dans cette gamme.

Examinez le diagramme schématique. Les CI 1 et 3 fonctionnent comme un oscillateur qui envoie des signaux Morse quand vous enfoncez **S1**. Le transistor Q1 fait office de modulateur dont vous pouvez régler le degré de modulation à l'aide de la **commande**.

Les CI 4 et 6 sont utilisés comme oscillateur de fréquence radio OM. La fréquence, définie par C2, est comprise entre 530 et 800 kHz. Vous pouvez la régler en utilisant différentes valeurs pour C2. Si la fréquence choisie pour votre émetteur est occupée par une station, sélectionnez-en une autre en modifiant C2. Pour sélectionner une fréquence plus élevée, utilisez un condensateur de moindre valeur.

Une fois le câblage du circuit terminé, tendez une antenne d'environ 1 m, placez la **commande** sur 12 heures et mettez le circuit sous tension. Demandez à vos amis de balayer la gamme OM pendant que vous enfoncez et relâchez **S1**. Dès qu'ils captent vos signaux Morse, réglez le son du signal en tournant la commande. Vous pouvez à présent envoyer des messages en Morse à vos amis!

PROJECT 69: MORSECODE-ZENDER

Nu maken we een morsecode-zender die via de radio morsecode-signalen kan uitzenden. Vrienden en kennissen kunnen die vanop afstand beluisteren op een MG/LG-radio. In dit project zenden we een radiogolf uit met een frequentie van rond de 800 - 1770 kHz, en we moeten dus binnen dit bereik een plekje zoeken.

Kijk even naar het schema. Je ziet dat IC1 - IC3 functioneren als een oscillator die morsecodesignalen opwekt wanneer **S1** wordt ingedrukt. Transistor Q1 wordt gebruikt als modulator, en je kunt de modulatiegraad instellen met de **regelknop**.

IC4 - IC6 worden gebruikt als MG/LG-radiofrequentieoscillator. De frequentie wordt door C2 ingesteld op rond de 530 tot 800 kHz. Je kunt de frequentie regelen door verschillende waarden te gebruiken voor C2. Als je ontdekt dat de frequentie die je voor je zender gekozen hebt al gebruikt wordt door een radiozender, kies dan een andere frequentie door C2 te vervangen. Gebruik een condensator met lagere waarde om de frequentie te verhogen.

Zodra het circuit bedraad is stel je een antenne op van ongeveer 1 meter lang, je zet de **regelknop** in zijn "12 uur" stand en schakelt de stroom in. Zeg nu aan vrienden of kennissen dat ze aan de afstemknop van hun MG/LG-radio moeten draaien terwijl jij **S1** aan en uit zet. Als ze je morsetekens ontvangen, stel dan de klank van het signaal af door aan de regelknop te draaien. Nu kun je morseboodschappen sturen naar je vrienden!

PROJECT 70: AM TRANSMITTER

How would like to make an AM transmitter that can broadcast your own voice or any other sound by radio and let your friends hear it on an AM radio some distance away from you? You use this project by finding a clear spot on the AM radio like we've done in previous radio projects.

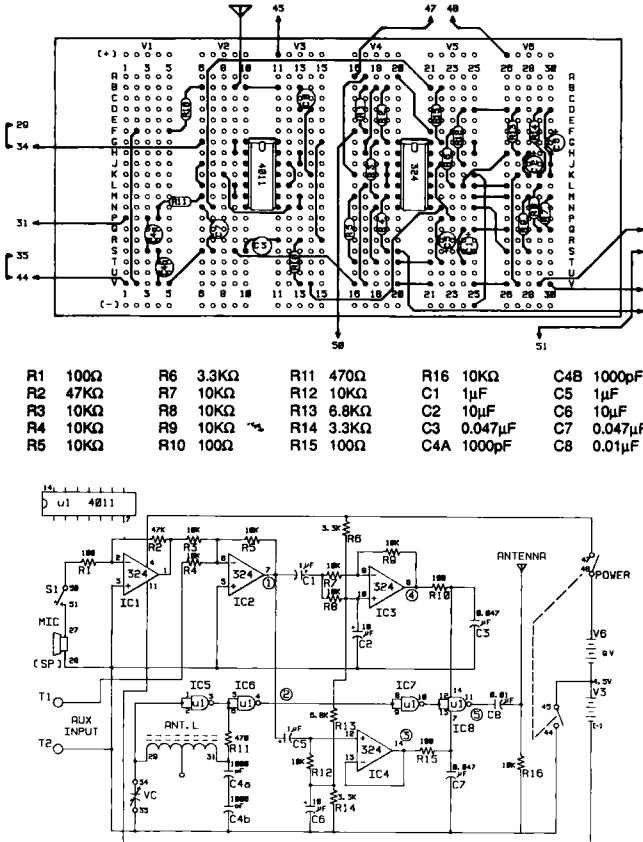
The AM radio uses a method called amplitude modulation. (See, this is where the abbreviation AM comes from!). Your voice or the music has about 40 Hz to 20,000 Hz frequency. These are too low to transmit as radio waves. So we use much higher frequencies for radio waves ... 530,000 Hz to 1,620,000 Hz in case of normal AM broadcast. You see these frequencies shown on AM radio as 530kHz to 1,620 kHz.(Remember? k stands for kilo, which means a thousand.)

The sound signals input to the transmitter changes the amplitude of the radio wave. At the receiver side, the radio frequency is deleted and only the sound signal is picked up--this is called "detection." You might remember we used the word back in project 68. Sorry we used such word before explanation...

When you transmit your own voice using the speaker as a microphone, IC1 amplifies the signal picked up by the speaker. When transmitting music, a signal sent to terminal AUX is mixed with the audio signal by IC2. IC3 and IC4 are also the amplifiers, but the outputs from two amplifiers have opposite phase--when one wave is rising, the other wave is falling.

The AM broadcast frequency is produced by IC5: you can change the frequency with the variable capacitor. IC6 and IC7 act as a buffer, and IC8 is modulator. Note that the outputs of two amplifiers are connected to positive and negative terminals of this IC. So, when the sound signals come in, it is amplified and applied to the IC as the positive and negative power voltages: when the positive voltage becomes high, the negative voltage becomes lower in the same amount, and the output from IC8 becomes larger...thus the "Amplitude Modulation!"

No doubt you are now wondering what FM stands for. Wait... we will soon tell you what it is.



MONTAGE 70: EMETTEUR OM

Que diriez-vous de fabriquer un émetteur OM capable d'émettre votre voix ou tout autre son sur les ondes et permettre ainsi à vos amis de vous entendre sur un récepteur OM, s'ils habitent près de chez vous? Pour commencer, trouvez une fréquence OM libre, comme vous l'avez fait dans les montages radio précédents.

La radio OM utilise une méthode qui porte le nom de modulation d'amplitude (ce qui explique l'origine de l'abréviation anglaise AM). La voix humaine et la musique possèdent des fréquences comprises entre 40 et 20.000 Hz. Celles-ci sont néanmoins trop faibles pour être transmises comme des ondes radio. C'est pourquoi nous utilisons des fréquences nettement plus élevées pour les ondes radio, notamment les fréquences comprises entre 530.000 et 1.620.000 Hz dans le cas d'une station OM ordinaire. Sur les récepteurs OM, ces fréquences sont abrégées sous la forme 530 kHz à 1.620 kHz. (Vous vous souvenez que la lettre k désigne un kilo, c'est-à-dire un millier).

L'entrée des signaux sonores dans l'émetteur modifie l'amplitude de l'onde radio. Au niveau du récepteur, la fréquence radio est supprimée et seul le signal sonore est conservé -- ce phénomène porte le nom de "détection". Vous vous rappelez sans doute que nous avons déjà utilisé ce terme au montage 68, même si nous ne l'avions pas encore défini.

Quand vous reproduisez votre propre voix en utilisant le haut-parleur comme micro, le CI 1 amplifie le signal capté par le haut-parleur. Quand vous écoutez de la musique, le signal envoyé à la borne Auxiliaire (AUX) est mélangé au signal basse fréquence par le CI 2. Les CI 3 et 4 font également office d'amplificateur. Toutefois, les sorties des deux amplificateurs possèdent des phases opposées -- quand l'une monte, l'autre descend.

La fréquence d'émission OM est produite par le CI 5 et peut être modifiée à l'aide du condensateur variable. Les CI 6 et 7 jouent le rôle de tampon tandis que le CI 8 correspond au modulateur. Vous remarquerez que les sorties de deux amplificateurs sont raccordées aux bornes positive et négative de ce circuit intégré. De cette façon, les signaux sonores entrants sont amplifiés, puis appliqués au circuit intégré comme tensions positive et négative: quand la tension positive augmente, la tension négative diminue proportionnellement et la sortie du circuit intégré 8 augmente ... d'où l'appellation "Modulation d'amplitude".

Vous vous demandez certainement ce que signifie l'abréviation FM? Soyez patient, nous allons bientôt vous l'expliquer.

PROJECT 70: MG-ZENDER

Zou je niet graag een MG-zender maken waarmee je je eigen stem (of een ander geluid) via de radio kunt uitzenden zodat je vrienden ze vanop enige afstand op hun radio kunnen horen? Zoals bij de vorige radioprojecten moet je bij dit project een vrije plek zoeken om de MG-frequentieband.

Op de lange golf en de middengolf maakt de radio gebruik van een methode die "amplitudemodulatie" heet. Jouw stem of de muziek heeft een frequentie tussen 40 en 20.000 Hz, wat te laag is om als radiogolven door te sturen. Voor radiogolven gebruiken we dus veel hogere frequenties: bij normale MG-uitzendingen is dat 530.000 tot 1.620.000 Hz. Op een radio zie je die frequenties staan als 530 kHz en 1.620 kHz - k staat voor kilo, wat duizend betekent, weet je 't nog?

De klanksignalen die de zender binnenkomen veranderen de amplitude van de radiogolf. Aan de kant van de ontvanger wordt de radiofrequentie gewist en wordt alleen het geluidssignaal opgevangen - wat men "detectie" noemt.

Wanneer je je eigen stem uitzendt met de luidspreker als microfoon, versterkt IC1 het door de luidspreker opgevangen signaal. Bij het uitzenden van muziek wordt een signaal naar het AUX-contactpunt gestuurd en door IC2 gemengd met het audiosignaal. IC3 en IC4 zijn eveneens versterkers, maar hun output heeft een tegengestelde fase: wanneer de ene golf stijgt, daalt de andere.

De MG-zendfrequentie wordt geproduceerd door IC5: je kunt de frequentie wijzigen met de variabele condensator. IC6 en IC7 werken als een buffer, en IC8 is een modulator. Merk op dat de output van beide versterkers verbonden is met de positieve en de negatieve contactpunten van deze IC. Dus wanneer de geluidssignalen binnenkomen, worden ze versterkt en op de IC aangelegd als positieve en negatieve spanningen: wanneer de positieve spanning hoog wordt, daalt de negatieve spanning evenredig en de output van IC8 wordt groter... "amplitudemodulatie" dus!

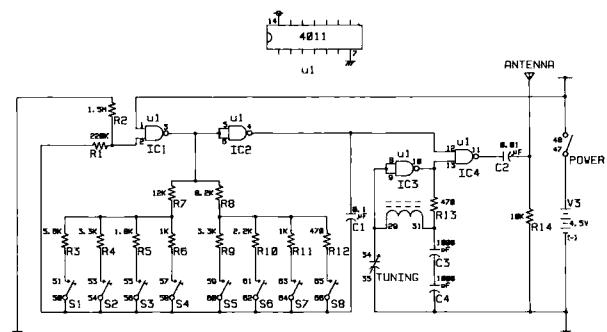
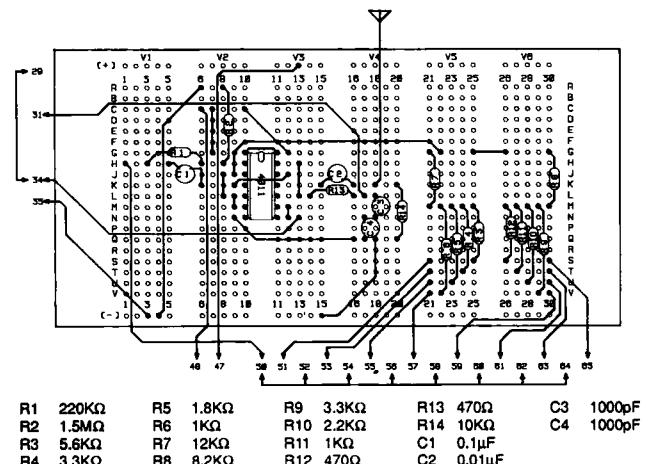
We verklappen je nu al dat er ook frequentiemodulatie bestaat (FM), maar daarover later meer.

PROJECT 71: ROADCASTING ORGAN

You're now going to broadcast an organ melody and receive it on an AM radio set. In this experiment also we need to find the quiet spot on the AM band.

The schematic shows you that NAND gate CMOS ICs are used for oscillation and modulation. The organ melody is produced by IC1 and IC2. You can make different notes organ by turning S1 - S8 ON one by one.

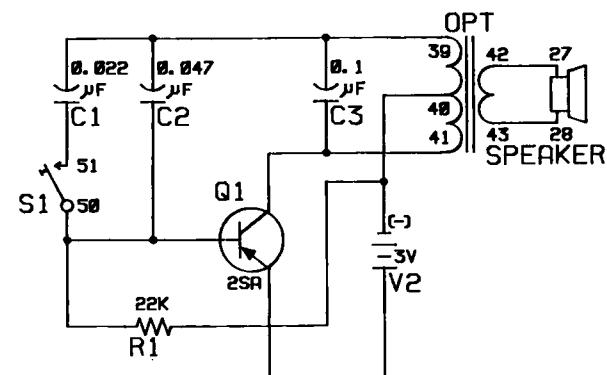
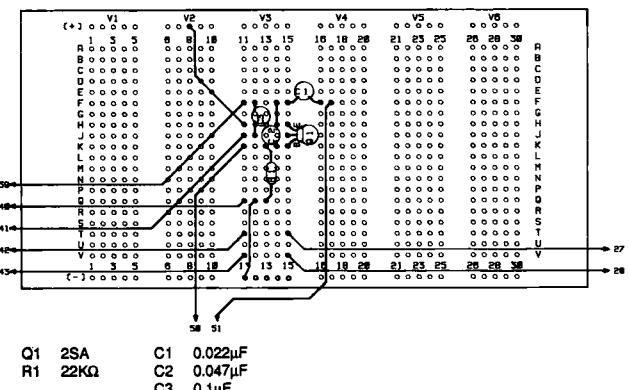
S3 produces an AM broadcast frequency, and IC4 works as a modulator. You can change the frequency with the variable capacitor C1.



PROJECT 72: WO-TONE PATROL CAR SIREN

There is a loud siren which is so much like the real sirens on some police cars or ambulances. You have to be careful you don't confuse people! The initial tone is at a high pitch, but when the key is closed the pitch decreases. You can control the cycling of the pitch the same as the police and ambulance drivers do.

You can see from the schematic, this is the same type of oscillator circuit we've used in many other projects. Current to the transistor's base is supplied through the 22k resistor. Feedback to keep the oscillator going comes from the 0.047 μF capacitor as they charge and discharge. When you press the key, another 0.022 μF capacitor is inserted into the circuit to slow down the switching action as its charge holds the transistor on and off.



MONTAGE 71: DIFFUSION DES SONS D'UN ORGUE

Dans ce montage, nous allons diffuser la mélodie d'un orgue que nous pourrons entendre à l'aide d'une radio OM. Une fois encore, il vous faudra trouver une fréquence OM qui n'est occupée par aucune station.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que les circuits intégrés CMOS porte NON-ET sont utilisés pour l'oscillation et la modulation. La mélodie de l'orgue est produite par les circuits intégrés 1 et 2. Vous pouvez produire différentes notes en mettant successivement en marche les manipulateurs S1 à S8.

Le CI 3 produit une fréquence d'émission OM et le CI 4 joue le rôle de modulateur. Vous pouvez modifier la fréquence à l'aide du tuner à condensateur variable.

PROJECT 71: ORGELUITZENDING

Nu gaan we een orgeldeuntje uitzenden dat op een MG-radio kan worden ontvangen. Ook bij dit experiment moeten we een rustig plekje zoeken op de MG-frequentieband.

Op het schema zie je dat CMOS IC's met NAND poort gebruikt worden voor oscillatie en modulatie. De orgelmelodie wordt geproduceerd door IC1 en IC2. Je kunt verschillende orgelnoten krijgen door afzonderlijk S1 tot S8 in te drukken.

IC3 produceert een MG-zendfrequentie en IC4 werkt als modulator. Je kunt de frequentie wijzigen met de variabele condensatorafstemknop.

PROJECT 72: TWEETONIGE POLITIESIRENE

Dit is een lude sirene die heel sterk gelijkt op de echte sirenes op sommige politie- of ziekenwagens. Let dus op en zorg ervoor dat je niemand in verwarring brengt! De beginoot is hoog, maar wanen de toets dichtgaat daalt de toonhoogte. Je kunt het cyclisch verloop van de toonhoogte regelen op zoals politie- en ziekenwagenbestuurders dat doen.

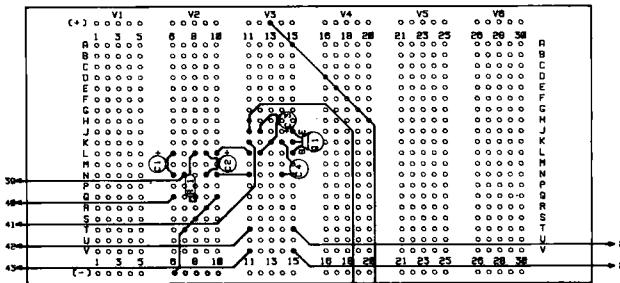
Zoals je op het schema kunt zien is dit hetzelfde soort oscillatorcircuit als bij vele andere projecten. Via de weerstand van 22k wordt stroom geleverd aan de basis van de transistor. De terugkoppeling om de oscillator aan de gang te houden komt van de condensator van 0,047 μF die voortdurend oplaat en onlaadt. Druk je op de toets, dan wordt nog een condensator van 0,022 μF aan het circuit toegevoegd om de schakelwerking te vertragen naar gelang de lasting daarvan de transistor aan en uit houdt.

PROJECT 73: PLANT GROWTH STIMULATOR

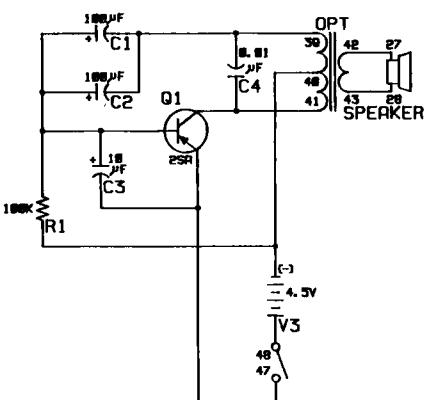
Some persons claim that sound can affect how fast plants grow! Here's a project that lets you test this idea for yourself!

The circuit must now be familiar to you... yes, it is the oscillator.

To see if this project can actually speed up the growth of plants, you need to set up an experiment just like a scientist does. Take a dozen budding plants (such as beans) and divide them into two groups. Make sure each group gets the same amount of sunlight, water, fertilizer and keep both groups at the same temperature. Let one group "hear" sound from the project for a few minutes each day. At the end of two weeks compare the two groups. Has one grown faster than the other? Is the difference large or small? (Small difference in the growth rate might be due to chance.)



Q1 2SA C1 100 μ F C3 10 μ F
R1 100k Ω C2 100 μ F C4 0.01 μ F



PROJECT 74: ELECTRONIC WOODPECKER

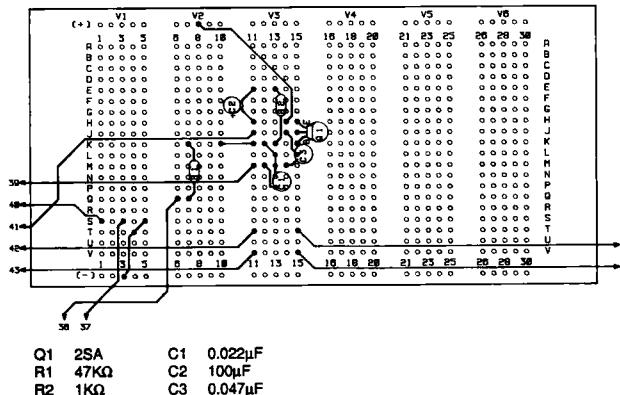
Have you ever heard a red-headed woodpecker chirping? Here is an electronic bird capable of reproducing the sounds of the red-headed woodpecker. If you have them around your house they might fly near by to try to see this electronic relative!

The basic circuit shown does not have a switch or key but you can wire one in yourself. Simply replace one of the wires connected to the battery with leads to the key or switch. The key provides more convenient control when carrying the kit around outside as you try to attract birds with your bird calls.

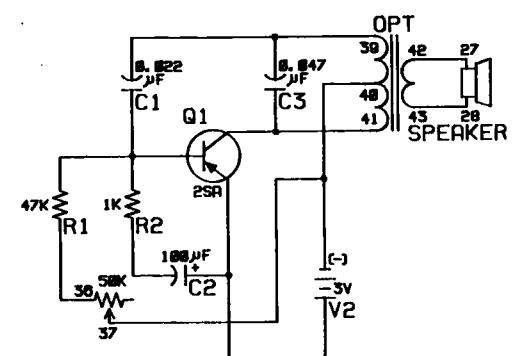
You can also try the 9V supply. The output is louder and resembles even more the scolding chirps of the red-headed woodpecker. The chirps with the 3V supply circuit resemble more the English sparrow.

When experimenting with this circuit you can change almost anything without causing damage. However, do not decrease the 47K resistor to below about 10K or the transistor can be damaged.

Some combination of resistance and capacitance in place of the 1K and 100 μ F results in some interesting sounds from crickets to bears! Don't forget to record your results for later use, like a good scientist does.



Q1 2SA C1 0.022 μ F C3 0.047 μ F
R1 47k Ω C2 100 μ F
R2 1k Ω



MONTAGE 73: STIMULATEUR DE CROISSANCE DES PLANTES

Certaines personnes prétendent que les sons peuvent influencer la vitesse de croissance des plantes. Voici un montage qui vous permettra de vous en rendre compte par vous-même!

A présent, ce circuit doit vous être familier, n'est-ce pas? Il s'agit en effet de l'oscillateur.

Pour vérifier si ce montage stimule réellement la croissance des plantes, vous devrez procéder à une expérience, exactement comme le ferait un scientifique. Prenez une douzaine de fèves de haricots et divisez-les en deux groupes. Veillez à ce que chaque groupe reçoive la même quantité de lumière, d'eau et d'engrais. Maintenez-les à la même température. Chaque jour, faites "entendre" le son de votre montage à un groupe pendant quelques minutes. Après deux semaines, comparez les deux groupes. La croissance des fèves d'un groupe a-t-elle été plus rapide que celle de l'autre groupe? La différence est-elle importante? (Une légère différence de croissance entre les deux groupes pourrait être due au hasard.)

PROJECT 73: GROEIESTIMULATOR VOOR PLANTEN

Sommigen beweren dat geluiden de groeisnelheid van planten kunnen beïnvloeden! Met dit project kun je dat zelf uitstellen!

Het circuit moet je nu toch al bekend voorkomen... inderdaad het is een oscillator.

Om na te gaan of dit project werkelijk de groei van planten kan versnellen, moet je een proef opstellen zoals echte wetenschapslui. Neem een dozijn ontkiemende planten (bonen b.v.) en verdeel ze in twee groepen. Zorg ervoor dat elke groep even veel zonlicht, water en meststof krijgt en bewaar ze bij dezelfde temperatuur. Laat de ene groep een paar minuten per dag "luisteren" naar het geluid van dit project. Na twee weken vergelijk je beide groepen. Is die ene groep sneller gegroeid dan de andere? Is het verschil groot of klein? (Kleine groeiverschillen kunnen aan toeval te wijten zijn.)

MONTAGE 74: PIC VERT ELECTRONIQUE

Avez-vous déjà entendu chanter un pic vert? Et bien, voici un oiseau électronique dont le chant ressemble un peu à celui du pic vert. Si un de ces oiseaux en chair et en os niche près de chez vous, il risque bien de venir rendre visite à son congénère.

Le circuit de base illustré sur le diagramme ne possède ni interrupteur ni manipulateur, mais vous pouvez toutefois lui en raccorder un, si vous le souhaitez. Il vous suffit pour cela de remplacer un des fils raccordés à la pile par les fils du manipulateur ou de l'interrupteur. Le manipulateur vous permettra de commander plus facilement ce circuit si vous l'emmenez à l'extérieur pour essayer d'attirer les oiseaux.

Vous pouvez aussi essayer une tension de 9 volts. La sortie est plus puissante et ressemble davantage encore au chant du pic vert. Par contre, le gazouillis produit par une tension de 3 volts ressemble plutôt au chant d'un moineau.

Si vous désirez vous faire la main sur ce circuit, vous pouvez modifier la valeur de pratiquement tous les composants sans risquer de les endommager. Vous ne devez cependant pas réduire la résistance de 47 kohms au-dessous de 10 kohms car vous risqueriez d'endommager le transistor.

Essayez différentes combinaisons de résistance et de capacité en modifiant la résistance de 1 kohm ainsi que le condensateur de 100 μ F. Le chant de votre "oiseau" ressemblera alors à celui d'un grillon ou au cri d'un ours! N'oubliez pas de noter les résultats obtenus afin de pouvoir les consulter ultérieurement, comme le font les véritables scientifiques.

PROJECT 74: ELEKTRONISCHE SPECHT

Dit is een "elektronische vogel" die het geluid van de Noordamerikaanse roodkopspecht nabootst. (Als je niet weet hoe zo'n vogel roept, dan zul je 't spoedig ondervinden.)

Het afgebeelde basiscircuit heeft geen toets of schakelaar, maar die kun je zelf tussenvoegen. Vervang gewoon één van de draden die met de batterij verbonden is, door draden die naar de schakelaar of toets toe lopen. De toets is handiger als je de kit mee buiten wil nemen, bij voorbeeld om de spechten van bij ons nieuwsgierig te maken!

Je kunt ook de voeding van 9 volt proberen. De output is dan luid en lijkt nog sterker op de kijvende roep van de echte roodkopspecht. Met een voedingscircuit van 3 volt lijkt het eigenlijk meer op een soort mus.

Bij het experimenteren met dit circuit kun je nagenoeg alles veranderen zonder schade te veroorzaken. Verminder de weerstand van 47k echter niet onder zowat 10k, want dan kun je de transistor beschadigen.

Combinatie van andere weerstanden en condensatoren dan die van 1k en 100 F levert een paar interessante geluiden uit: van krekels tot beren! Vergeet je resultaten niet te noteren voor later gebruik, zoals alle goede wetenschapslui doen.

PROJECT 75: ISH CALLER

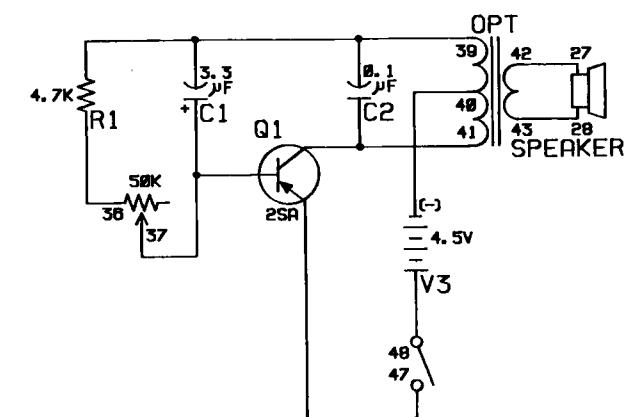
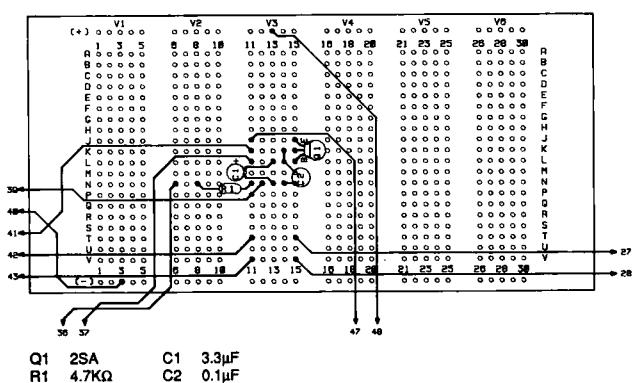
ants are not the only things in nature which respond to sound. Did you know that some marine animals communicate with each other by sound? You've probably heard that whales and porpoises communicate by sound, but they're not the only ones. Research indicates that some fish are attracted by certain sounds. This circuit is for you to see for yourself.

First try building this project on dry land. When you slide the **select switch** power ON, you hear sound pulses from the **speaker**. You can control the rate of the pulses with the **control**. Look at the schematic - you find this to be a variation of the audio oscillator circuit we've used in other projects in this Manual.

How well does this work in attracting fish? If you have an aquarium at home or at your school, you can place your kit near the aquarium tank and watch to see if fish are attracted to the sound. Or you can actually try it out while fishing. Get another speaker from your local Tandy/Radio Shack and attach it to terminals 42 and 43 using long lengths of insulated wire (also available from your nearest Tandy/ Radio Shack).

Carefully wrap the **speaker** in a waterproof plastic bag or seal it inside of a jar. Make sure no water can reach the **speaker**. Now lower it into the water. Then cast a line in the water and wait for the results.

If you don't have much luck with this project, try altering a few parts values for a different pulse sound. Be sure to keep notes of your results - and good fishing.

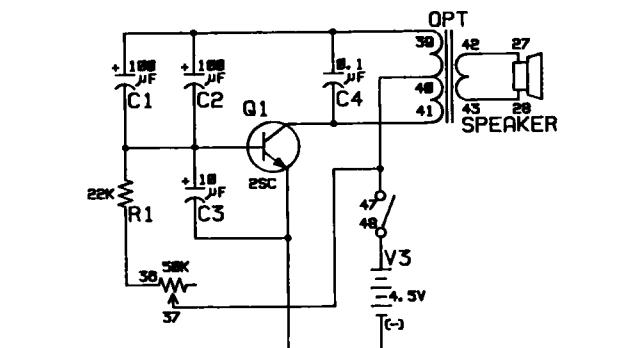
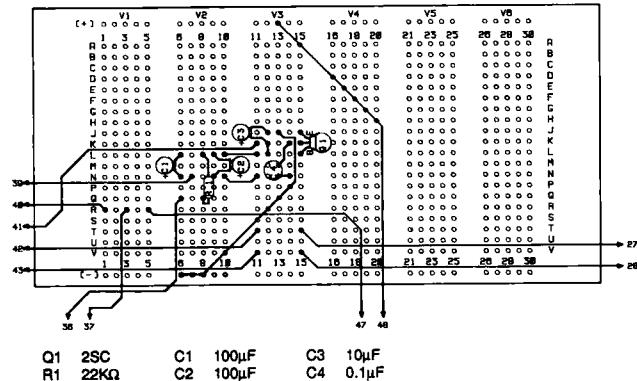


PROJECT 76: ELECTRONIC RAINDROPS

This circuit produces a sound like raindrops falling. By adjusting the **control knob** you can change it from a drizzle to a downpour.

As you can see on the schematic, this project uses two 100 µF capacitors in parallel. Their charging and discharging rates are controlled by the 22K resistor and 50K control. When you turn power ON, you hear the "falling raindrops" sound from the **speaker**. Turning the control knob causes the sound to "speed up" or "slow down."

By substituting different values of capacitors and resistors in this project, just like you've done in previous circuits. Be sure to keep notes about what you discover.



MONTAGE 75: APPAT POUR POISSONS

Les plantes ne sont pas les seuls éléments de la nature qui réagissent aux sons. Saviez-vous que certains animaux marins communiquent entre eux par des sons? Vous avez probablement déjà entendu dire que les baleines et les marsouins communiquent par des sons; et bien ils ne sont pas les seuls. Des recherches ont démontré que certains poissons étaient attirés par des sons bien particuliers. Ce circuit vous permettra de vous en rendre compte.

Essayez d'abord de réaliser vous-même ce circuit. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position de marche, vous entendez des impulsions sonores provenant du **haut-parleur**. Vous pouvez contrôler le rythme des impulsions à l'aide de la **commande**. Examinez le diagramme schématique. Vous voyez que ce circuit est une variante du circuit oscillateur basse fréquence que nous avons utilisé dans d'autres montages.

Parviendrez-vous réellement à attirer les poissons avec ce circuit? Si vous disposez d'un aquarium à la maison ou à l'école, vous pouvez placer votre ensemble à proximité de la vitre de l'aquarium et regarder si les poissons sont attirés par les sons que vous émettez. Vous pouvez également tenter l'expérience en allant à la pêche. Procurez-vous un autre haut-parleur auprès de votre magasin Tandy et raccordez-le aux bornes 42 et 43 au moyen de longs fils isolés (également disponibles auprès de votre magasin Tandy).

Emballez soigneusement le **haut-parleur** dans un sac en plastique imperméable ou fixez-le à l'intérieur d'un bocal et assurez-vous qu'il soit bien étanche. Mettez-le dans l'eau, lancez votre ligne et attendez de voir le résultat.

Si ce montage ne vous réussit pas, essayez de modifier les valeurs de certains composants, afin d'obtenir des impulsions différentes. N'oubliez pas de noter les résultats obtenus - et bonne pêche.

MONTAGE 76: GOUTTES DE PLUIE ELECTRONIQUES

Ce circuit produit un son qui rappelle la chute des gouttes de pluie. En réglant le **bouton de commande**, vous pouvez passer de la bruine à l'averse.

Comme vous pouvez le constater sur le diagramme schématique, ce circuit utilise deux condensateurs de 100 µF montés en parallèle. Leur vitesse de charge et de décharge est commandée par la résistance de 22 kohms et la commande de 50 kohms. Quand vous mettez le circuit sous tension, vous entendez "tomber la pluie" dans le **haut-parleur**. En tournant la commande, vous "ralentirez" ou "accélérerez" la chute de la pluie.

Essayez de remplacer les condensateurs et les résistances par d'autres de valeurs différentes, exactement comme vous l'avez déjà fait pour les montages précédents. N'oubliez surtout pas de noter toutes vos découvertes.

PROJECT 75: VISSENLOKKER

Planten zijn niet de enige wezens in de natuur die reageren op geluid. Wist je dat sommige zeedieren met elkaar communiceren via geluid? Wellicht heb je al gehoord dat walvissen en dolfijnen met geluiden communiceren, maar ze zijn niet de enige. Onderzoek wijst uit dat ook sommige vissen door geluid worden aangetrokken. Met dit circuit kun je dat zelf uitproberen.

Probeer dit project eerst op het droge te bouwen. Wanneer je de **keuzeschakelaar** aanzet, hoor je geluidsimpulsen uit de **luidspreker**. De snelheid van de impulsen kun je bepalen met de **regelknop**. Kijk naar het schema: je stelt vast dat dit een variante is op de audio-oscillator die we in andere projecten gebruikt hebben.

Hoe goed werkt dit ding nu als visserlokker? Als je thuis of op school een aquarium hebt, kun je de kit naast het aquariumglas plaatsen en kijken of vissen op het geluid afkomen. Of je kunt het zelfs uittesten bij het vangen. Koop nog een luidspreker in je Tandy-winkel en maak hem met lange stukken geïsoleerde draad (eveneens bij Tandy verkrijgbaar) vast aan contactpunten 42 en 43.

Pak de **luidspreker** zorgvuldig in een waterdichte plastic zak in of verzeegel hem in een bokaal. Zorg ervoor dat er geen water bij de **luidspreker** kan komen. Laat hem vervolgens in het water zakken, gooい een lijntje uit en wacht op het resultaat.

Als ze met dit project niet te best bijten, dan kun je nog de waarde van enkele onderdelen veranderen om een ander impulsgeluid te krijgen. Noteer je resultaten en... goede vangst.

PROJECT 76: ELEKTRONISCHE REGENDRUPPELS

Dit circuit produceert een geluid dat op vallende regendruppels lijkt. Door aan de **regelknop** te draaien kun je het naar keuze laten motregenen of pijpsteen gieten.

Zoals je op het schema ziet, gebruikt dit project twee parallel geschakelde condensatoren van 100 µF. Het ritme waarmee ze opladen en ontladen wordt bepaald door de weerstand van 22k en de regelknop van 50k. Wanneer je de stroom inschakelt hoor je de vallende regendruppels uit de **luidspreker**. Door aan de regelknop te draaien kun je het geluid versnellen of vertragen.

Probeer andere weerstanden en condensatoren in dit project, net als je bij de vorige circuits gedaan hebt. Hou ook hier notities bij van je bevindingen.

PROJECT 77: PENCIL LEAD ORGAN

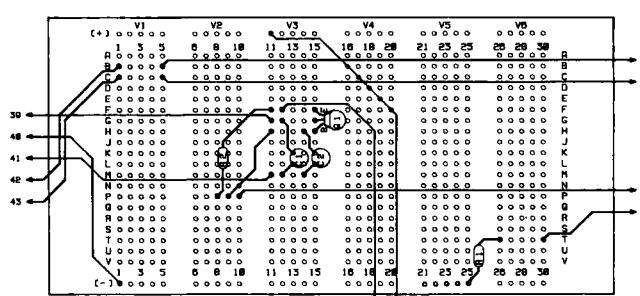
You know about electronic organs that have keyboard... but one with a pencil lead? It's possible with this project!

To use this project, you need to draw a box four inches long and a quarter-inch wide on a sheet of paper. Fill in the box using a soft pencil. Make sure that a heavy coating of pencil lead is left in the box.

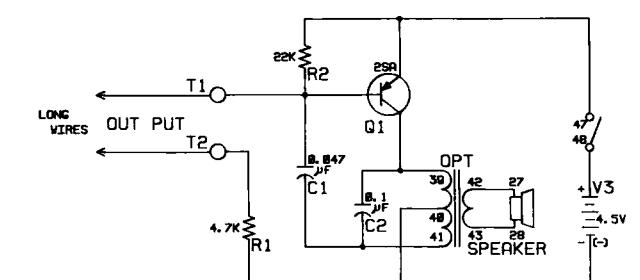
We know what you're thinking... "why on earth did I do that?" Believe it or not, that penciled-in box is the keyboard you're going to use to play the organ!

Turn power ON and place the exposed end of one of the long wires at one end of the penciled-in box. Take the exposed end of the other long wire and place it at the opposite end of the box. Carefully move the two long wires toward each other. You'll discover that you hear sound from the **speaker** when the two long wires are close enough. As you get more skilled in moving the wires, you'll be able to play simple tunes on your Pencil Lead Organ.

Don't be surprised if you have try several different pencils before you find one that gives good results. A very soft lead (such as the kind in a #1 pencil) will probably work best.



Q1 2SA R1 4.7kΩ C1 0.047µF
R2 22kΩ C2 0.1µF



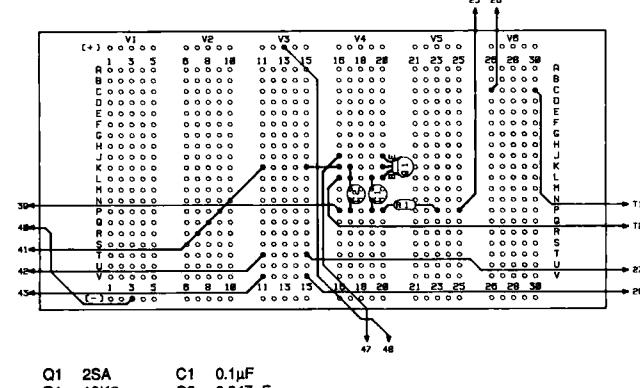
PROJECT 78: ELECTRONIC MOTORCYCLE

Ever try steering a motorcycle with just four fingers? That's dangerous on a real motorcycle, but it's a lot of fun on this electronic version.

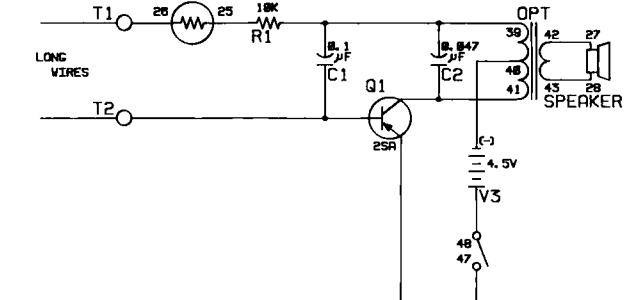
This circuit is similar to the one we played with in project 34. You notice that we've added a **CdS cell** to this circuit to give you even more control over its operation.

To use this project, turn power ON. Grasp the exposed metal ends of each long wire with the thumb and index finger of your hands. Now vary the grip as you listen to the sound from the **speaker**. With a little practice you can make the sound of a speeding motorcycle. You can also get different sounds by controlling the amount of light that falls on the **CdS cell**.

Try using this circuit without the **CdS cell** and with a different capacitor in place of the 0.1 µF one (remember to carefully observe the polarity of the electrolytic capacitors - see the description of different parts at the front of this manual if your memory needs refreshing).



Q1 2SA R1 10kΩ C1 0.1µF
R2 1kΩ C2 0.047µF



MONTAGE 77: UN ORGUE A LA POINTE DU CRAYON

Vous connaissez l'orgue électronique et son clavier? Mais avez-vous déjà joué de l'orgue avec la mine d'un crayon? Pourquoi n'essayeriez-vous pas en réalisant le montage que nous vous proposons maintenant.

Pour utiliser ce montage, vous devrez tracer sur une feuille de papier un rectangle de dix centimètres de long sur six millimètres de large. Noircissez l'intérieur de ce rectangle à l'aide d'un crayon gras, en veillant à laisser une épaisse couche de crayon sur toute la surface du rectangle.

Nous savons ce que vous pensez ... "à quoi cela va-t-il bien pouvoir servir?". Croyez-le ou non, ce rectangle noir servira de clavier pour jouer de l'orgue!

Mettez le circuit sous tension et placez l'extrémité dénudée d'un long fil à un bout du rectangle. Prenez ensuite l'extrémité dénudée de l'autre long fil et placez-la à l'autre bout du rectangle. Rapprochez lentement les deux extrémités dénudées et le **haut-parleur** émettra un son dès qu'elles seront suffisamment proches l'une de l'autre. Avec un peu d'entraînement, vous parviendrez à jouer des airs simples en déplaçant simplement les fils.

Ne vous étonnez pas si vous devez essayer plusieurs crayons différents avant d'obtenir un résultat optimal. Un crayon très gras (numéro 1, par exemple) donnera probablement de meilleurs résultats.

PROJECT 77: GRAFIETORGEL

Dat elektronische orgels een toetsenbord hebben weet je... maar een orgel met potloodgrafiet? Doe maar verder met dit project, en je ziet wel!

Voor dit project moet je op een blad papier een rechthoek van 10 cm bij 7 mm tekenen. Vul de rechthoek op met een zacht potlood en zorg voor een flinke laag grafiet op het papier.

Je denkt nu allicht: waarom moet ik hier als een klein kind zitten kleuren?? Maar geloof het of niet, dat ingekleurde rechthoekje is het toetsenbord waarop je orgel gaat spelen!

Schakel de stroom in en plaats het blote uiteinde van één van de lange draden aan het één uiteinde van het ingekleurde rechthoekje. Het blote uiteinde van de andere draad plaats je aan de andere kant van het rechthoekje. Beweeg nu de twee draden voorzichtig naar elkaar toe. Zodra ze dicht genoeg bij elkaar zijn stel je vast dat er geluid uit de **luidspreker** komt. Als je wat oefent met het bewegen van de draden kun je op den duur eenvoudige deuntjes spelen op je grafietorgel.

Wees niet teleurgesteld als het niet onmiddellijk werkt. Misschien moet je een ander potlood proberen. Het beste resultaat krijg je wellicht met heel zacht grafiet (bij voorbeeld in een #1 potlood).

PROJECT 78: ELEKTRONISCHE MOTORFIETS

Probeer nooit een motorfiets te besturen met maar vier vingers, want dat is gevaarlijk. Met deze elektronische versie is het echter bijzonder leuk.

Dit circuit lijkt op hetgene dat we bij project 34 gebruikt hebben. Wel zie je dat we er een **CdS-cel** aan toegevoegd hebben om de werking van het circuit nog beter te kunnen regelen.

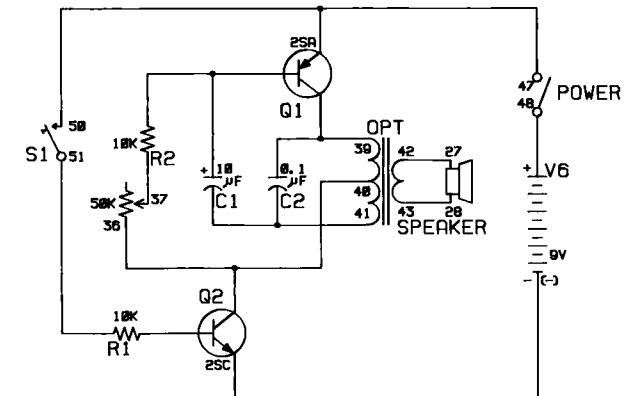
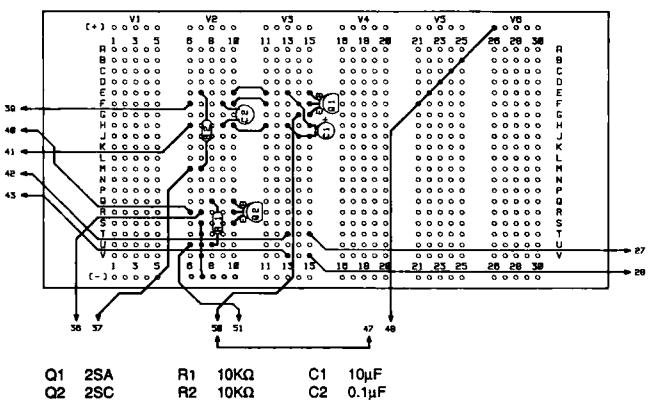
Schakel de stroom in. Neem de blote metalen uiteinden van elke lange draad tussen duim en wijsvinger van elke hand. Knijp harder en minder hard en luister naar het geluid van de **luidspreker**. Met wat oefening kun je het geluid van een optrekende motorfiets nabootsen. Je kunt het geluid ook veranderen aan de hand van de hoeveelheid licht die op de **CdS-cel** valt.

Probeer het circuit te gebruiken zonder **CdS cel** en met een andere condensator dan die van 0,1 µF (vergeet niet dat je bij elektrolytische condensatoren + en - aan de juiste kant moet houden - zie de beschrijving van de verschillende onderdelen vooraan in deze handleiding, mocht je geheugen wat opruising kunnen gebruiken).

PROJECT 79: MACHINE GUN PULSE DETECTOR

This project is a pulse oscillator that has a sound like a machine gun or a one cylinder motorcycle engine. Adjust the control change the sound from the speaker from a few pulses per second to a dozen or so per second.

You can experiment and change the frequency of this oscillator by trying other capacitors in place of the $10\mu F$ capacitor. Be sure to observe the + and - connection (polarity) on the capacitors marked with a + sign. Don't forget you can change the frequency by adjusting the **control**, too!

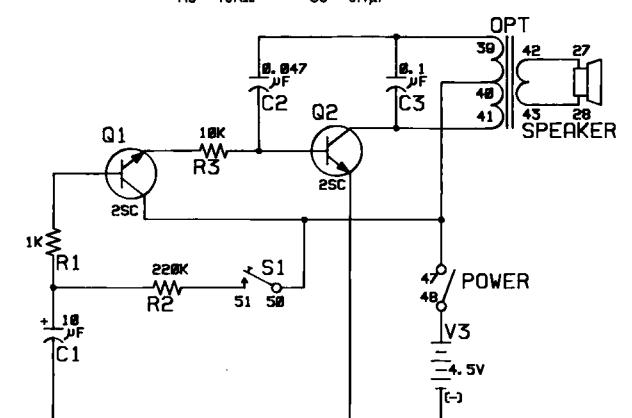
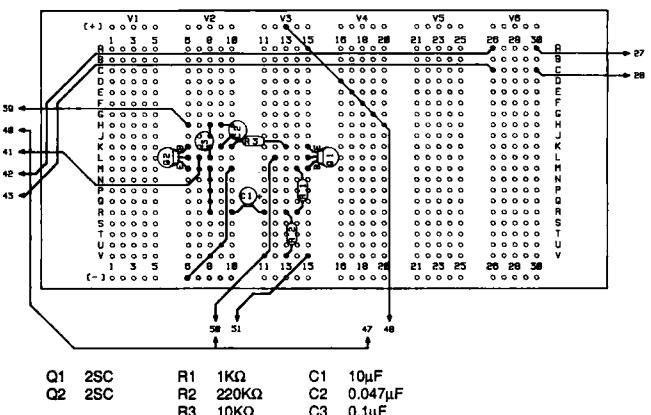


PROJECT 80: ELECTRONIC SIREN

Turn the select switch ON, and press **S1**. You'll hear the sound from the speaker slowly build step-by-step until it reaches a mindboggling peak. Release **S1**, and the volume from the **speaker** gradually diminishes and eventually stops.

Carefully compare the schematic of this project with that of our next project. What's the biggest difference you can spot? Try some other ways of changing the current to the base of the right transistor and see what other sounds you can come up with.

You can adapt this circuit for other applications... wouldn't this make a terrific door or other alarm?



MONTAGE 79: DETECTEUR A IMPULSIONS MITRAILLEUR

Ce montage est un oscillateur à impulsions qui émet des sons semblables au bruit d'une mitrailleuse ou d'un moteur de moto à un seul cylindre. Le réglage de la commande permet de modifier le son produit dans le haut-parleur, de quelques impulsions par seconde à une douzaine d'impulsions par seconde environ.

Vous pouvez essayer de modifier la fréquence de cet oscillateur en remplaçant le condensateur de $10\mu F$ par d'autres condensateurs de valeurs différentes. N'oubliez pas de respecter les polarités (+ et -) des condensateurs portant le symbole +. Rappelez-vous aussi que vous pouvez modifier la fréquence en réglant la **commande**!

PROJECT 79: MACHINEGEWEER-IMPULSDETECTOR

Dit project is een impulsoscillator met het geluid van een machinegeweer of de motor van een motorfiets met één cilinder. Draai aan de regelknop om het luidsprekergeluid te wijzigen van enkele impulsen per seconde tot zowat een dozijn per seconde.

Je kunt experimenteren en de frequentie van deze oscillator wijzigen door andere condensatoren uit te proberen i.p.v. die van $10\mu F$. Hou wel rekening met de juiste stand van + en - (de polariteit) als je condensatoren met een plusteken monteert. Verget niet dat je de frequentie ook kunt veranderen door aan de **knop** te draaien!

MONTAGE 80: SIRENE ELECTRONIQUE

Placez le sélecteur sur la position de marche, puis enfoncez **S1**. Le son émis par le haut-parleur augmente progressivement d'intensité jusqu'à atteindre un hurlement presqu'insoutenable. Relâchez **S1** et le son du **haut-parleur** diminue petit-à-petit jusqu'à ce qu'il s'arrête.

Comparez soigneusement le diagramme schématique de ce montage avec celui du montage suivant. Quelle différence fondamentale voyez-vous? Utilisez d'autres moyens pour modifier l'arrivée du courant à la base du transistor droit et voyez si vous parvenez à produire d'autres sons.

Nous pouvons adapter ce circuit à d'autres applications ... ne serait-ce pas une extraordinaire sonnette pour porte d'entrée?

PROJECT 80: ELEKTRONISCHE SIRENE

Met de keuzeschakelaar schakel je de stroom in en je drukt op **S1**. Je hoort in de luidspreker hoe het geluid zich geleidelijk opbouwt tot een verbijsterende piek. Laat **S1** los en het volume van de **luidspreker** daalt weer geleidelijk om uiteindelijk stil te vallen.

Vergelijk zorgvuldig het schema van dit project met dat van het volgend project. Wat is het grootste verschil dat je kunt zien? Probeer een paar andere manieren om de stroom naar de basis van de rechter transistor te veranderen en luister wat voor geluiden dat oplevert.

Je kunt dit circuit aanpassen voor andere toepassingen... zou dit bijvoorbeeld geen schitterend inbraakalarm zijn?

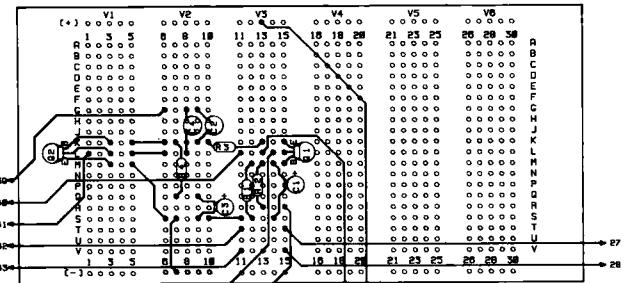
PROJECT 81: CHIRPING BIRD

Here's a project that imitates our feathered friends - you could say it mocks the mockingbird!

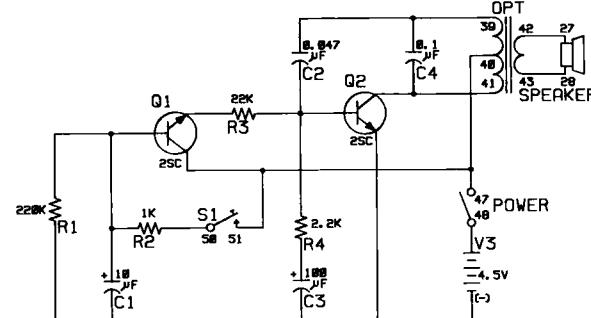
When you turn power ON, you won't hear any sound from the **speaker**. Now press **S1**. You'll hear a chirping sound from the **speaker**. Release the key, and you still hear the chirping sound for a few moments until it stops. Take a look at the schematic and see if you can tell why this happens.

You see that when you press **S1** a current is supplied to the base of the left transistor. This allows the transistor to operate and supplies current for the right transistor. The $10\ \mu F$ capacitor charges when **S1** is pressed and starts to discharge when **S1** is released. When it is completely discharged, the circuit no longer works.

Try a different value of capacitor in place of the $10\ \mu F$ and $100\ \mu F$ ones and see what happens.



Q1 2SC R2 1kΩ C1 10µF
Q2 2SC R3 22kΩ C2 0.047µF
R1 220kΩ R4 2.2kΩ C3 100µF
 C4 0.1µF



PROJECT 82: ELECTRONIC CAT

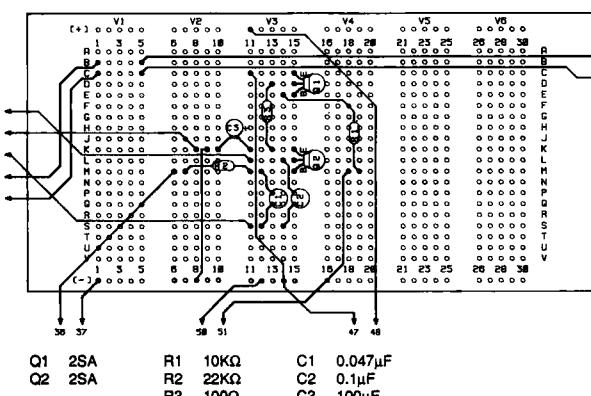
Bothered by mice? And you don't have a mousetrap? Try this project instead - see if the sound of the electronic feline can keep them away. (And you don't have to bait it with any cheese!)

This project is another variation of the audio oscillator circuit we've used in other projects. Look at the schematic for this project and notice the location of $100\ \mu F$ capacitor. This is why this circuit operates even if you only briefly press the key and then release it.

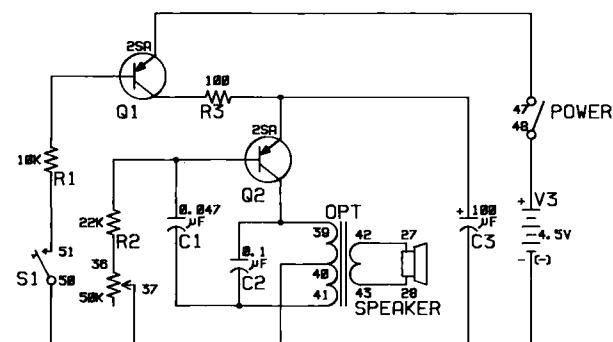
When you press **S1**, you hear the "cat's meow" from the speaker. Adjust the control knob - what effect does it have on the circuit's operation?

You can experiment with this circuit and produce a variety of other sounds. Just don't change the value of $0.047\ \mu F$ capacitor to more than $10\ \mu F$ or reduce the value of the $100\ \Omega$ resistor - otherwise the transistor might be damaged.

Have fun with this project - and we hope you're not bothered by mice anymore!



Q1 2SA R1 10kΩ C1 0.047µF
Q2 2SA R2 22kΩ C2 0.1µF
R3 100Ω R4 100Ω C3 100µF



MONTAGE 81: GAI COMME UN PINSON

Voici un montage qui imite le chant de nos amis les oiseaux.

Quand vous mettez le circuit sous tension, le **haut-parleur** n'émet encore aucun son. A présent, enfoncez **S1**. Vous entendez le chant d'un oiseau. Relâchez le manipulateur: votre oiseau électronique chante encore quelques instants puis se tait. Examinez le diagramme schématique et voyez si vous pouvez expliquer ce qu'il se passe.

Vous constatez qu'en enfonçant **S1**, une tension alimente la base du transistor gauche, ce qui lui permet de fonctionner et d'alimenter le transistor droit. Quand **S1** est enfoncé, le condensateur de $10\ \mu F$ se charge. Quand **S1** est relâché, le condensateur commence à se décharger. Dès qu'il est complètement déchargé, le circuit s'arrête de fonctionner.

Essayez de remplacer les condensateurs de $10\ \mu F$ et de $100\ \mu F$ par d'autres de valeurs différentes et écoutez le résultat.

PROJECT 81: TSJILPENDE VOGEL

Dit is een project waarmee je onze gevaderde vriendjes kunt imiteren - de spot drijven met spotvogels als het ware.

Wanneer je de stroom inschakelt hoor je niets uit de **luidspreker**. Druk nu op **S1** en je hoort een tsjilpend geluid uit de **luidspreker**. Laat de toets los en je hoort het getsjijp nog enkele ogenblikken tot het stilvalt. Kijk naar het schema: zie je waarom dit gebeurt?

Wanneer je op **S1** drukt wordt een stroom aangelegd op de basis van de linker transistor. Daardoor kan de transistor werken en krijgt de rechter transistor stroom. De condensator van $10\ \mu F$ wordt opgeladen wanneer **S1** wordt ingedrukt en begint te ontladen wanneer je **S1** loslaat. Zodra hij volledig ontladen is, werkt het circuit niet meer.

Wat gebeurt er als je de condensatoren van 10 en $100\ \mu F$ vervangt door andere waarden?

PROJECT 82: ELEKTRONISCHE KAT

Last van muizen? En je hebt geen muizeval? Probeer dan eens dit project en kijk of het geluid van een elektronisch poezebeestje afschrikt - je hoeft er niet eens een stukje kaas op te prikkelen!

Dit project is nog maar eens een variant van het audio-oscillatorcircuit dat we reeds in andere projecten gebruiken. Kijk naar het schema en let op de plaats van de condensator van $100\ \mu F$. Daarom werkt het circuit zelfs als je maar heel eventjes op de toets drukt en ze weer loslaat.

Wanneer je op **S1** drukt hoor je het miauwelen van een kat uit de **luidspreker**. Draai aan de regelknop: welke invloed heeft dat op de werking van het circuit?

Je kunt met dit circuit experimenteren en een reeks andere geluiden produceren. Alleen mag je niet de waarde van de condensator van $0.047\ \mu F$ veranderen naar meer dan $10\ \mu F$ of de waarde van de weerstand van $100\ \Omega$ verminderen, want daardoor kan de transistor beschadigd raken.

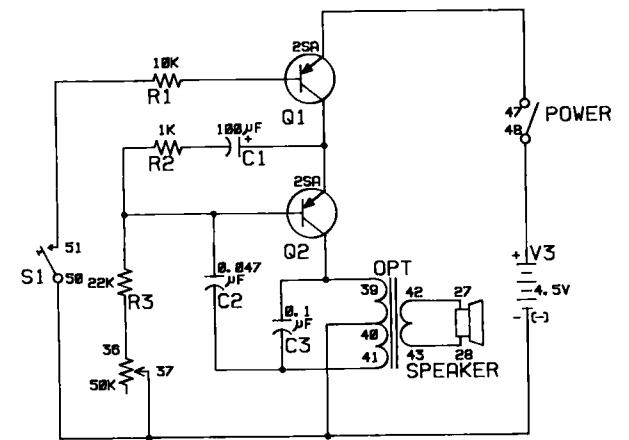
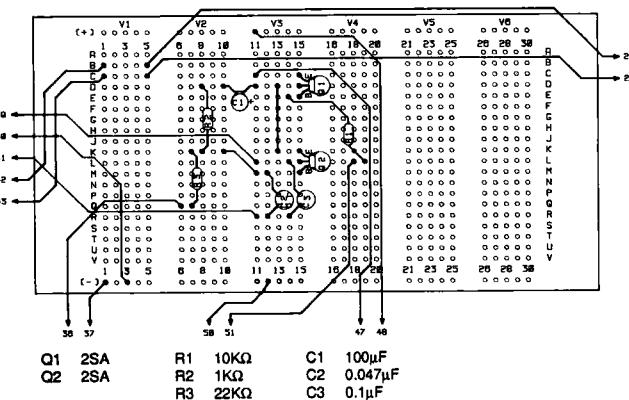
Veel pret met dit project - en hopelijk kiezen de muizen het hazard!

PROJECT 83: ELECTRONIC BIRD

ave you heard the old saying about the "cat that ate the canary?" We use that expression when we mean someone looks guilty of having done something they shouldn't have. (So what's that got to do with electronics? Simple - we've decided to make an electronic bird for our electronic cat!)

his circuit is another variation of an audio oscillator circuit. When you press **S1** you hear a "chirping" sound from the speaker. You can make the "bird" chirp faster or slower by adjusting the **control knob**.

you like to make changes to these projects (of course you do!) you'll love this circuit! You can change just about any part and get a different result. Just don't decrease the value of the 22K resistor below 10K (this helps prevent damage to the transistor).

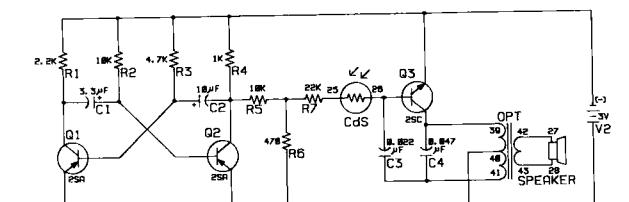
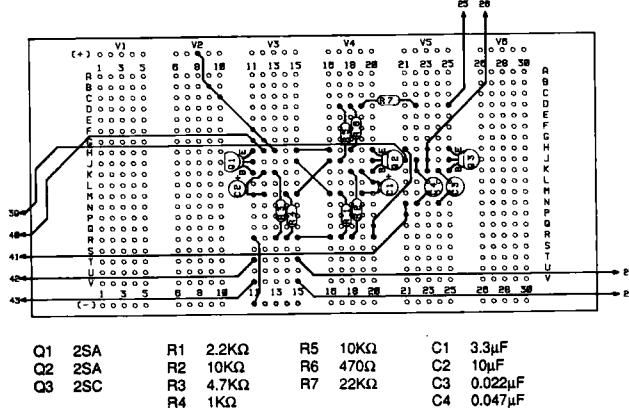


PROJECT 84: "HORROR MOVIE" SOUND EFFECT

The sound that it produces might remind you of the "scary" music you hear in horror movies.

The pulse type oscillator on the right side of the schematic produces the basic sound. The base bias of the NPN transistor is supplied through two sources: the multivibrator circuit on the left side of the schematic and the **CdS cell**. The multivibrator provides a pulsating current flow, which causes the tremolo (wavering tone) effect, and the resistance of the **CdS cell** controls how much of that current reaches the transistor base. This determines the charge/discharge rate of the capacitor and therefore the frequency of the pulse oscillator.

When the frequency of an oscillator is controlled by another circuit, it is called FM or frequency modulation. (See? We've promised you will soon learn what is FM...) An FM radio signal is something like this, except at much higher frequencies.



MONTAGE 83: OISEAU ELECTRONIQUE

Vous savez que les oiseaux et les chats ne font pas toujours bon ménage. Il y a cependant des exceptions. C'est pourquoi nous avons décidé de donner un compagnon à notre chat électronique. Voici donc l'oiseau électronique!

Ce circuit est encore une variante du circuit oscillateur basse fréquence. Quand vous enfoncez **S1**, vous entendez le haut-parleur "gazouiller". Vous pouvez ralentir ou accélérer le gazouillis en réglant le **bouton de commande**.

Si vous aimez modifier les montages (nous savons que c'est ce que vous préférez), vous appréciez tout particulièrement celui-ci. En effet, vous pouvez remplacer pratiquement tous les composants et obtenir ainsi des résultats différents. Veillez simplement à ne pas réduire la valeur de la résistance de 22 kohms au-dessous de 10 kohms car vous risqueriez d'endommager le transistor.

PROJECT 83: ELEKTRONISCHE VOGEL

En nu een vogel voor de kat! Een elektronische vogel natuurlijk, voor onze elektronische kat uit het vorige project...

Dit circuit is nogmaals een variante van een audio-oscillatorkcircuit. Wanneer je op **S1** drukt hoor je een "tsjilpend" geluid uit de luidspreker. Je kunt de "vogel" sneller of trager laten tsjilpen door aan de **regelknop** te draaien.

Als je graag één en ander verandert aan deze projecten (en daar twijfelen we niet aan!), dan zul je beslist tut zijn op dit project. Je kunt er immers zo goed als elk onderdeel van vervangen en je krijgt dan een ander resultaat. Alleen mag je de waarde van de weerstand van 22k niet onder de 10k laten zakken (zo vermijd je schade aan de transistor).

MONTAGE 84: MUSIQUE DE FILM D'EPOUVANTE

Les sons produits par ce montage ne manqueront pas de vous rappeler cette musique crispante qui accompagne les films d'épouvante.

L'oscillateur à impulsions, situé à droite sur le diagramme schématique, fournit le son de base. La polarisation de la base du transistor NPN est produite par deux sources, à savoir: le circuit multivibrateur, situé à gauche sur le diagramme schématique, et la **cellule CdS**. Le multivibrateur produit un flux de courant à impulsions qui engendre un effet de trémolo (tonalité tremblante) tandis que la résistance de la **cellule CdS** contrôle la quantité de courant qui atteint la base du transistor. Celui-ci détermine la vitesse de charge et de décharge du condensateur et donc la fréquence de l'oscillateur à impulsions.

Lorsque la fréquence d'un oscillateur est commandée par un autre circuit, on parle de "FM" ou "fréquence modulée" (vous voyez, nous avons promis de vous fournir bientôt la définition de l'abréviation FM!), comme pour un signal radio (ce dernier se distinguant toutefois par sa fréquence beaucoup plus élevée).

PROJECT 84: "GRIEZELFILM"-GELUIDSEFFECT

Het geluid van dit project zal je misschien doen denken aan de "bibber"-muziek die je bij griezelfilms hoort.

De impuls-oscillator aan de rechterkant van het schema produceert het basisgeluid. De basis-voerspanning van de NPN transistor wordt geleverd via twee bronnen: het multivibratorcircuit aan de linkerhand van het schema en de **CdS-cel**. De multivibrator zorgt voor een pulserende stroom, die het tremolo-effect (de beverige toon) veroorzaakt, en de weerstand van de **CdS-cel** bepaalt hoeveel van die stroom tot bij de transistorbasis geraakt. Dat bepaalt het laad/ontlaad-tempo van de condensator en dus de frequentie van de impuls-oscillator.

Wanneer de frequentie van een oscillator wordt geregeld door een ander circuit, dan noemen we dat FM of frequentiemodulatie - we hadden je beloofd daar nog meer over te vertellen. Een FM-radiosignaal is ook iets dergelijks, maar dan wel met veel hogere frequenties.

PROJECT 85: ELECTRONIC ORGAN

Electronic organs have revolutionized the music world in recent years. This project shows you the principles of electronic organs and let you play some simple tunes as well.

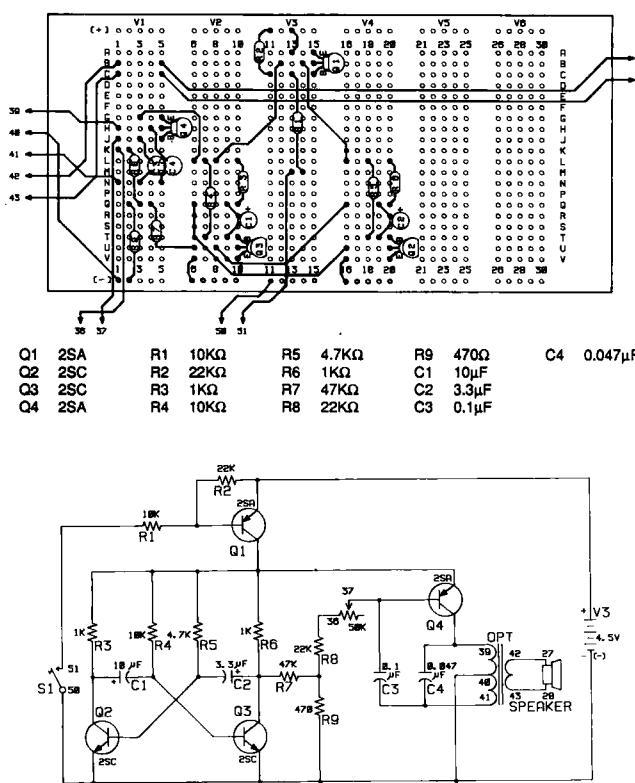
As you can see from the schematic, this project is an oscillator circuit coupled to an amplifier circuit - remember how we told you complex electronic devices are actually composed of simple circuits?

After you finish wiring connections, press the key down. You'll hear a tone from the **speaker**. You can vary this tone from the **speaker**. You can vary this tone with the 50K control. Try pressing the key and rotating the **control** so that you can produce simple tunes.

This circuit is a "natural" for experimentation! You can alter the tonal range by changing the 10 μ F and 3.3 μ F capacitor to different values. Try adding the select switch in place of the key - and see if you can use the key to add another component to the circuit (like an extra capacitor in parallel to the 10 μ F or 3.3 μ F ones). Be sure to keep notes of what you do.

Since this is our last audio oscillator project for a while, it might be good to review your notes. What have you discovered about oscillators so far? Were you able to come up with some interesting circuits on your own? Try making up your own "Electronic Zoo and Sound Factory" like we've done here.

Now here's a challenge for you - think you can make up your own audio oscillator circuit using just your notes and what you've got stored in your head? Try it, and don't peek at this Manual. We think you can do it. (And if you do, you're designing electronic circuits just like we promised you would do!)



MONTAGE 85: ORGUE ELECTRONIQUE

Au cours de ces dernières années, les orgues électroniques ont révolutionné le monde de la musique. Ce montage vous permettra de comprendre leur fonctionnement et de jouer quelques airs simples.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, ce montage est un circuit oscillateur couplé à un circuit amplificateur - vous vous rappelez que nous vous avons déjà expliqué que les circuits électroniques complexes sont en réalité composés de circuits simples.

Une fois le câblage terminé, enfoncez le manipulateur. Le **haut-parleur** reproduit une tonalité que vous pouvez régler à l'aide de la commande de 50 kohms. Essayez de tourner la **commande** tout en maintenant le manipulateur enfoncé. Vous parviendrez ainsi à jouer quelques airs simples.

Ce circuit se prête à merveille à de nombreuses modifications! Vous pouvez modifier la tonalité en remplaçant les condensateurs de 10 μ F et de 3,3 μ F par d'autres condensateurs de valeurs différentes. Essayez aussi de remplacer le manipulateur par le sélecteur et voyez si vous pouvez utiliser le manipulateur pour ajouter un autre composant au circuit (notamment un condensateur supplémentaire monté en parallèle avec celui de 10 μ F ou de 3,3 μ F). N'oubliez pas de noter toutes ces modifications.

Comme il s'agit du dernier montage à oscillateur basse fréquence que nous réaliserons pour l'instant, nous vous conseillons de revoir vos notes. Qu'avez-vous découvert jusqu'à présent sur les oscillateurs? Êtes-vous parvenu à réaliser vous-même quelques circuits intéressants? Essayez de fabriquer votre propre "zoo électrique et usine à sons", comme nous l'avons fait ici.

Voici le moment de relever le défi - pensez-vous que vous êtes capable de réaliser votre propre circuit oscillateur basse fréquence en utilisant uniquement vos notes et vos connaissances? Faites l'expérience et ne trichez pas en consultant ce manuel. Nous sommes convaincus que vous y arriverez. (Et si c'est le cas, comme promis, vous aurez réussi à réaliser vos propres montages!)

PROJECT 85: ELEKTRONISCH ORGEL

Elektronische orgels waren de laatste jaren een omwenteling in de muziekwereld. Dit project toont je de basisprincipes van een elektronisch orgel, en je kunt er ook een paar eenvoudige wijsjes mee spelen.

Zoals je uit het schema kunt afleiden is dit project een oscillatorcircuit, gekoppeld aan een versterker circuit - opnieuw zie je dat complexe elektronische apparaten in feite bestaan uit eenvoudige circuits.

Na het afwerken van de bedrading druk je op de toets. Uit de **luidspreker** komt een toon die je kunt veranderen met behulp van de 50k **regelknop**. Probeer eens op de toets te drukken en aan de knop te draaien om zo eenvoudige deuntjes te spelen.

Dit circuit "roept" als het ware om verder experimenteren. Je kunt het toonbereik wijzigen door de condensatoren van 10 μ F en 3,3 μ F te vervangen door andere waarden. Probeer de keuzeschakelaar toe te voegen ter vervanging van de toets en ga na of je de toets dan kunt gebruiken om een extra onderdeel aan het circuit toe te voegen (b.v. een bijkomende condensator parallel met die van 10 μ F of 3,3 μ F). En altijd noteren wat het resultaat is, natuurlijk.

Aangezien dit voorlopig onze laatste audio-oscillator is, kun je er al je notities eens op naslaan. Wat heb je zoal ontdekt over oscillatoren? Heb je zelf een paar interessante circuits kunnen uitwerken? Probeer je eigen "elektronische dierentuin en klankenfabriek" uit te bouwen.

En nu een uitdaging: denk je dat je zelf een audio-oscillatorkcircuit kunt bouwen op basis van alleen je notities en de bagage in je hoofd? Probeer het, en gluur niet stiekempjes in deze handleiding. We denken dat je 't kunt. En als het lukt, ja, dan ontwerp je inderdaad zelf elektronische circuits, zoals we je voorspeld hadden!

PROJECT 86: SOUND MACHINE I

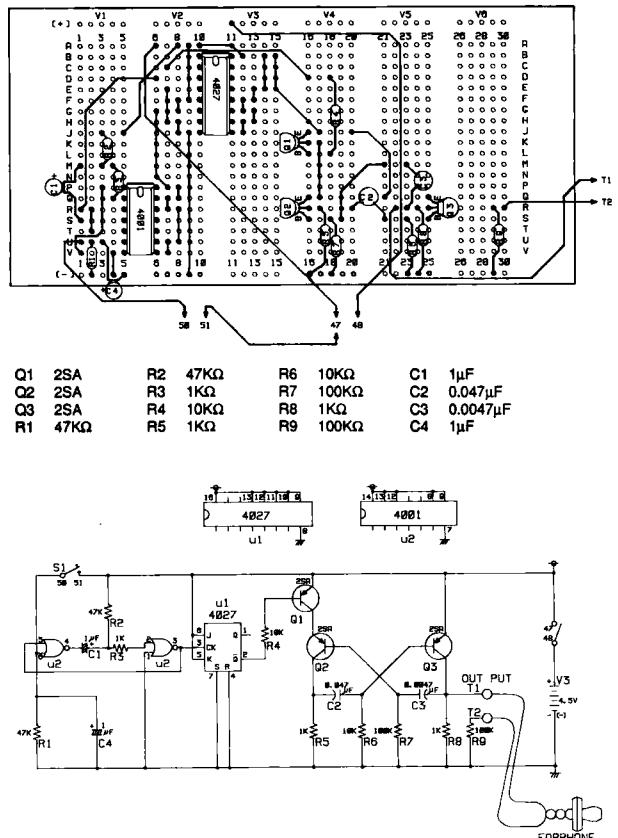
Here's a marriage of digital and analog electronics. Take a good look at the schematic - can you guess how this circuit works even before you build it? Make a mental note of your guess.

To listen to this project, connect the earphone to **Terminals 1 and 2** and the **select switch** power ON. Can you guess what happens when you press the key and then release it? What happens when you press it again? If you guessed right about how this circuit works, those two questions should be a cinch.

We don't want to keep you in suspense, so press the key and release it. Listen for a few seconds and then press and release the key again. Now what happens?

By now you probably had no problem recognizing the multivibrator circuit. But did you notice the R-S flip-flop integrated circuit? And, is you saw back in project 31, an R-S flip-flop "remembers." Press the key once, and the R-S flip-flop sets. You heard sounds in the earphone. When you pressed the key a second time, the sounds stopped. This was because the circuit reset.

The R-S flip-flop circuit we looked at back in project 31 used two transistors and other parts. Here we use two transistors in the multivibrator circuit and an integrated circuit for the flip-flop. Does this give you any further hints about what's inside those integrated circuits? (It should!) Have you changed your guess about what's inside an IC and how they work? If so, make a note of what you think now!



MONTAGE 86: MACHINE A SONS I

Voici une combinaison de circuits numériques et analogiques. Examinez attentivement le diagramme schématique - pouvez-vous imaginer le fonctionnement de ce circuit avant même de le réaliser? Gardez votre réponse à l'esprit.

Pour écouter les sons émis par ce montage, raccordez l'écouteur aux **bornes 1 et 2** et placez le **sélecteur** sur la position de marche. A votre avis, que se passe-t-il lorsque vous enfoncez et relâchez le manipulateur? Et si vous l'enforcez à nouveau? Si vous avez deviné le fonctionnement du circuit, vous répondrez très facilement à ces deux dernières questions.

Nous ne voulons pas vous tenir en haleine plus longtemps. Appuyez donc sur le manipulateur et relâchez-le. Ecoutez le son pendant quelques secondes, puis enfoncez et relâchez à nouveau le manipulateur. Que se passe-t-il à présent?

Maintenant, vous pouvez certainement reconnaître sans problème le circuit multivibrateur. Mais avez-vous reconnu le circuit intégré à bascule bistable? Comme vous l'avez vu au montage 31, la bascule bistable "a de la mémoire". Enfoncez une fois le manipulateur, la bascule est mise à 1. Vous entendez alors des sons dans l'écouteur. Enfoncez une seconde fois le manipulateur, et les sons s'arrêtent car le circuit a été remis à 0.

Le circuit à bascule bistable que nous avons étudié au montage 31 utilise deux transistors ainsi que d'autres composants. Dans ce montage, nous utilisons deux transistors pour le circuit multivibrateur et un circuit intégré pour la bascule bistable. Cela ne vous donne-t-il aucune indication supplémentaire à propos du contenu de ces circuits intégrés? (Cela devrait vous aider!) Avez-vous changé d'avis à propos du contenu et du fonctionnement des CI? Si oui, notez vos nouvelles idées.

PROJECT 86: GELUIDSMACHINE I

Dit is een combinatie van digitale en analoge elektronica. Kijk eens goed naar het schema - kun je raden hoe dit circuit werkt, zelfs voordat je het bouwt? Onthou alvast wat je ervan denkt.

Om dit project te beluisteren sluit je de oortelefoon aan op **contactpunten 1 en 2** en je zet de **keuzeschakelaar** aan. Raad je wat er gebeurt wanneer je op de toets drukt en ze weer loslaat? Wat gebeurt er wanneer je nogmaals drukt? Als je juist geraden hebt in verband met de werking van het circuit, dan zijn die twee vragen een makkie.

We willen je niet langer in spanning houden, dus druk op de toets en laat ze weer los. Luister enkele seconden en druk dan nog eens op de toets en laat ze los. Wat gebeurt er nu?

Nu moet je onderhand toch het multivibratorcircuit herkend hebben. Maar heb je ook de R-S flip-flop geïntegreerde schakeling opgemerkt? En zoals je in project 31 al geleerd hebt "onthoudt" een R-S flip-flop. Druk één keer op de toets en de R-S flip-flop wordt ingesteld en je hoort geluiden door de oortelefoon. Druk een tweede keer en het geluid valt stil. Dat komt doordat het circuit wordt teruggesteld.

Bij het R-S flip-flop circuit in project 31 werden twee transistors en andere onderdelen gebruikt. Hier gebruiken we twee transistors in het multivibratorcircuit en een geïntegreerde schakeling voor de flip-flop. Geeft dit je geen aanwijzingen i.v.m. wat er in die geïntegreerde schakelingen zit? (Dat zou toch moeten!) Ben je niet van gedachte veranderd wat de inhoud van een IC en de werking ervan betreft? Zo ja, noteer dan ergens wat je nu denkt.

PROJECT 87: SOUND MACHINE II

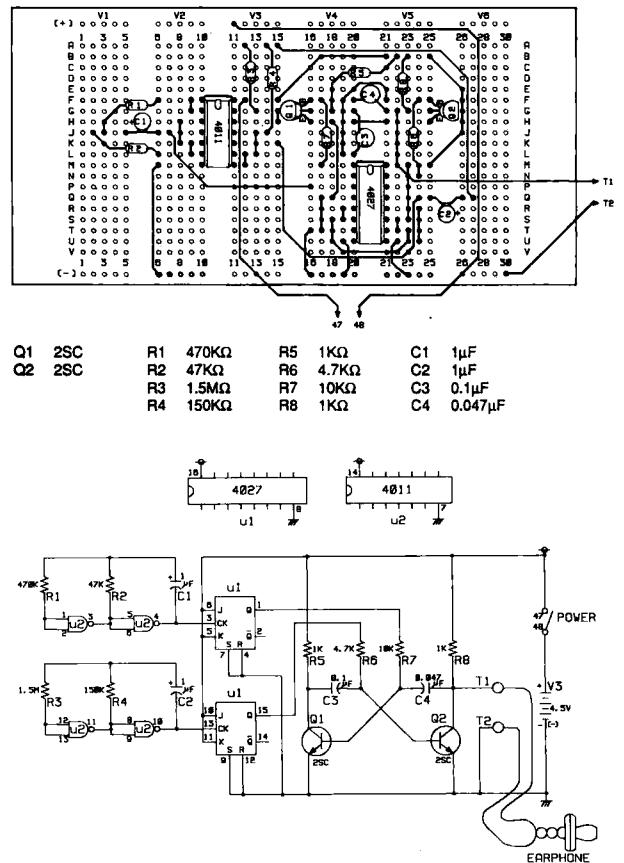
Look at the schematic for this project. You'll see that the NAND gates are connected to the R-S flip-flops at a point known as CK. The output from the NAND gates control the set/reset functions of the R-S flip-flops. Notice how the output of the R-S flip-flops go to the bases of the transistors in the multivibrator circuit. What effect do you suppose this has upon the operation of the multivibrator?

Take care as you make the wiring connections for this project - it's easy to make a mistake with so many connections. Connect the earphone to Terminals 1 and 2 and turn power ON. What kind of sounds do you hear?

The strange sounds you hear are produced by the digital portion of the circuit controlling the operation of the multivibrator. You can also alter the operation of the NAND gates (and their effect on the rest of the circuit) by substituting different values of capacitors in place of the 1 μF ones.

As you might have suspected, the 1 μF capacitor control the NAND gates by charging and discharging, which turns the NAND gates on and off. The NAND gates set or reset the R-S flip-flop, whose output then goes to the bases of the transistors, which then

See how everything fits together? Like we said earlier - even complex devices are made up of a few basic circuits.



MONTAGE 87: MACHINE A SONS II

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Vous constatez que les portes NON-ET sont raccordées aux bascules bistables en un point désigné par l'abréviation CK. La sortie des portes NON-ET contrôle les fonctions de mise à 1/remise à 0 des bascules bistables. Examinez la façon dont la sortie de ces bascules atteint les bases des transistors du circuit multivibrateur. A votre avis, quelle influence exerce-t-elle sur le fonctionnement du multivibrateur?

Faites attention lorsque vous réalisez le câblage de ce montage - les raccordements sont tellement nombreux que vous risquez de vous tromper. Raccordez l'écouteur aux bornes 1 et 2, puis mettez le circuit sous tension. Quel type de son entendez-vous?

Les sons étranges que vous entendez sont produits par la partie numérique du circuit qui contrôle le fonctionnement du multivibrateur. Vous pouvez aussi modifier le fonctionnement des portes NON-ET (ainsi que l'influence qu'elles exercent sur le reste du circuit) en remplaçant les condensateurs de 1 μF par d'autres condensateurs de valeurs différentes.

Comme vous l'avez probablement deviné, la charge et la décharge du condensateur de 1 μF contrôle les portes NON-ET en les activant et en les désactivant. Ces dernières mettent à 1 ou remettent à 0 les bascules bistables dont la sortie atteint ensuite les bases des transistors qui à leur tour ...

Voyez-vous l'enchaînement du circuit? Comme nous l'avons déjà expliqué - les circuits les plus complexes sont constitués de plusieurs circuits élémentaires.

PROJECT 87: GELUIDSMACHINE II

Bekijk het schema voor dit project. Je ziet dat de NAND poorten verbonden zijn met de R-S flip-flops op het punt dat we CK noemen. De output vanuit de NAND poorten regelt de instel/terugstel-functies van de R-S flip-flops. Merk op hoe de output van de R-S flip-flops naar de basis van de transistors in het multivibratorcircuit gaat. Welke invloed heeft dat volgens jou op de werking van de multivibrator?

Let op bij het aanbrengen van de draadverbindingen voor dit project: met zoveel verbindingen kun je gemakkelijk een foutje maken. Sluit de oortelefoon aan op contactpunten 1 en 2 en schakel de stroom in. Wat voor geluiden hoor je?

De gekke geluiden die je hoort worden opgewekt door het digitale gedeelte van het circuit, dat de werking van de multivibrator regelt. Je kunt de werking van de NAND poorten (en hun invloed op de rest van het circuit) ook wijzigen door andere waarden te kiezen voor de condensatoren van 1 μF .

Zoals je misschien vermoedde regelen de condensatoren van 1 μF de NAND poorten door op te laden en te ontladen, wat de NAND poorten in- en uitschakelt. De NAND poorten stellen de R-S flip-flop in of terug, en de output daarvan gaat dan naar de basis van de transistors, die vervolgens...

Zie je hoe alles in elkaar past? Zoals reeds gezegd: zelfs complexe toestellen bestaan uit enkele elementaire circuits.

PROJECT 88: MULTI-TONE SIREN

Would you like to build a siren that can imitate a bird's chirping using three astable multivibrators?

All three multivibrators are made up of NAND gate CMOS ICs.

Multivibrator I sets T1 shown in Figure 1 using the time constant of C1, C2, R3 and R4. Multivibrator II sets T2 using C8 - 10 and R7, and multivibrator III sets T3 using C7 and R8. The circuit changes the frequency of the waves. How such circuits are called? Why, it is FM.

You can change the frequency of the generated sound at certain intervals by pressing S1-S6. So, using various ON-OFF combinations of S1-S6, you can produce different sounds, such as a siren sound or a bird's chirp. Try finding the ON-OFF combination that can produce your own favorite sound.

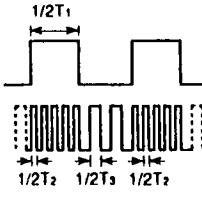
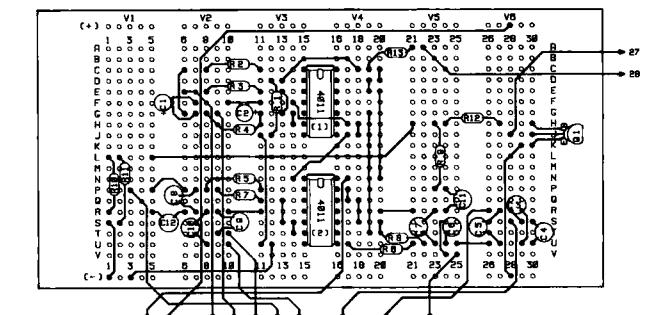
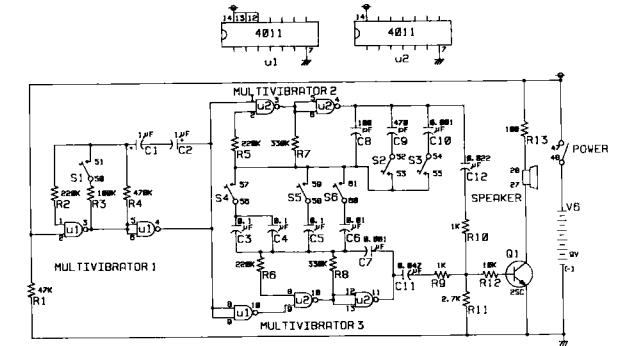


Figure 1



Q1	2SC	R5	220kΩ	R10	1kΩ	C2	1μF	C7	0.001μF
R1	47kΩ	R6	220kΩ	R11	2.7kΩ	C3	0.1μF	C8	100pF
R2	220kΩ	R7	330kΩ	R12	10kΩ	C4	0.1μF	C9	470pF
R3	100kΩ	R8	330kΩ	R13	100kΩ	C5	0.1μF	C10	0.001μF
R4	470kΩ	R9	1kΩ	C1	1μF	C6	0.01μF	C11	0.047μF
								C12	0.022μF



MONTAGE 88: SIRENE A TONALITES MULTIPLES

Que diriez-vous de fabriquer une sirène qui imite le chant des oiseaux à partir de trois multivibrateurs astables?

Les trois multivibrateurs sont constitués de circuits intégrés CMOS porte NON-ET.

Multivibrator I définit T1, illustré sur la Figure 1, en utilisant la constante de temps de C1, C2, R3 et R4. Multivibrator II définit T2 à l'aide des C8 à 10 et de R7. Enfin, le multivibrateur III définit T3 par l'intermédiaire de C7 et R8. Le circuit modifie la fréquence des ondes. Quel est son nom? Evidemment, il s'agit d'une fréquence modulée.

Vous pouvez modifier la fréquence du son produit à intervalles réguliers en enfonçant les manipulateurs S1 à S6. En combinant les positions ouvertes/fermées des manipulateurs S1 à S6, vous pouvez donc produire différents sons, notamment le bruit d'une sirène ou le chant d'un oiseau. Essayez de trouver la combinaison ouverte/fermée qui permet de produire le son que vous préférez.

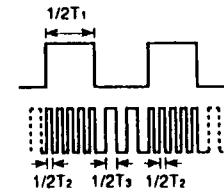


Figure 1

PROJECT 88: VEELTONIGE SIRENE

Zou je een sirene willen bouwen die het geluid van een vogel naait met drie veranderlijke multivibrators?

De drie multivibrators bestaan uit CMOS IC's met NAND poort.

Multivibrator I stelt T1 in, afgebeeld op figuur 1, met behulp van de tijdconstante van C1, C2, R3 en R4. Multivibrator II stelt T2 in met behulp van C8 - 10 en R7, en multivibrator III stelt T3 in met behulp van C7 en R8. Het circuit wijzigt de frequentie van de golven. Hoe heet zo'n circuit weer? FM, inderdaad.

Je kunt de frequentie van het opgewekte geluid met bepaalde intervallen wijzigen door op S1-S6 te drukken. Aan de hand van verschillende aan/uit combinaties van S1-S6 kun je verschillende geluiden produceren, zoals de klank van een sirene of het geluid van een vogel. Zoek de aan/uit combinatie die jouw favoriete geluid geeft.

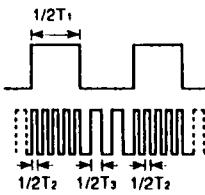


Figure 1

PROJECT 89: DIGITAL RHYTHM

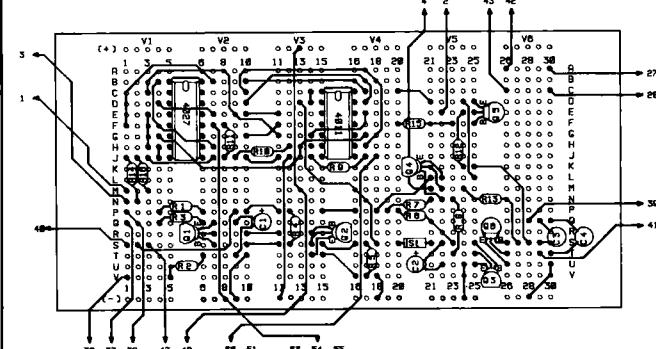
We can also use digital electronics in circuits to make unusual sounds.

Look at the schematic for this project. You'll notice that the output of the oscillator goes into the counter circuit instead of the speaker. The oscillator circuit generates pulses (similar to the raindrops sound in project 76). Since digital circuits operate "on" or "off", they can make use of these pulses.

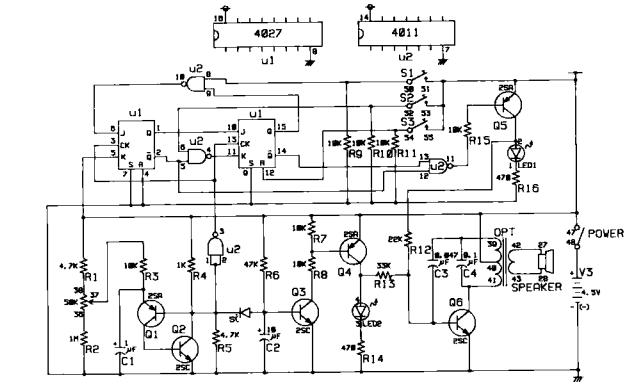
Do circuits like amplifiers and oscillators have a special term for themselves like digital circuits do? Yes - it's called analog. Analog circuits are those we can vary continuously in some way - their volume, tone, etc. (Digital circuits, as you remember, are either "on" or "off" - there's no "in-between"!).

Now turn power ON. What do you hear from the **speaker**? What are the **LEDs** doing? Now press S1, S2, and S3 key in order. What do you hear now from the **speaker**? Do the **LEDs** change in any way? Rotate the **control knob** and see what effect this has on the circuit's operation.

Take some notes about how you think this project works. Before long you'll be able to explain how this works. (Remember how we asked you to make notes about earlier projects? Came in handy, didn't they?)



Q1	2SA	R1	4.7kΩ	R7	10kΩ	R13	33kΩ	C1	1μF
Q2	2SC	R2	1MΩ	R8	10kΩ	R14	470kΩ	C2	10μF
Q3	2SC	R3	10kΩ	R9	10kΩ	R15	10kΩ	C3	0.047μF
Q4	2SA	R4	1kΩ	R10	10kΩ	R16	470Ω	C4	0.1μF
Q5	2SA	R5	4.7kΩ	R11	10kΩ				
Q6	2SC	R6	47kΩ	R12	22kΩ				



MONTAGE 89: GENERATEUR DE RYTHME NUMERIQUE

L'électronique numérique permet aussi de réaliser des circuits qui produisent des sons inhabituels.

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Vous remarquez que la sortie de l'oscillateur atteint le circuit compteur plutôt que le haut-parleur. Le circuit oscillateur produit des impulsions (semblables aux "gouttes de pluie" du montage 76). Comme les circuits numériques sont "ouverts" ou "fermés", il peuvent utiliser ces impulsions.

Existe-t-il un adjectif pour qualifier les circuits amplificateurs ou oscillateurs, comme c'est le cas pour les circuits numériques? Oui, il s'agit de circuits analogiques. Les circuits analogiques sont ceux qui varient de manière continue - variation du volume, de la tonalité, etc. (Les circuits numériques, comme vous le savez, sont "ouverts" ou "fermés" - ils ne possèdent pas d'état "intermédiaire!").

A présent, mettez le circuit sous tension. Qu'entendez-vous dans le **haut-parleur**? Que font les diodes **LED**? Maintenant, enfoncez respectivement S1, S2 et S3. Qu'entendez-vous dans le haut-parleur? Les diodes **LED** réagissent-elles différemment? Tournez le **bouton de commande** et voyez l'influence qu'il exerce sur le fonctionnement du circuit.

Notez la manière dont le circuit fonctionne, selon vous. Vous serez bientôt capable d'expliquer par vous-même. (Vous nous rappeliez que nous vous avons conseillé de prendre des notes au cours des montages précédents. Ne nous sont-elles pas utiles?)

Hebben circuits zoals versterkers en oscillatoren een speciaal woord voor zichzelf, zoals digitale circuits er een hebben? Ja: "analoog". Analoge circuits kunnen we traploos op één of andere manier variëren - b.v. qua volume, toonhoogte enz. (Digitale circuits daarentegen zijn ofwel "aan" ofwel "uit", zonder mogelijkheden tussenin.)

Schakel nu de stroom in. Wat hoor je uit de **luidspreker**? En wat doen de **LED's**? Druk nu achtereenvolgens op S1, S2 en S3. Wat komt er nu uit de **luidspreker**? Doen de **LED's** wat anders? Draai aan de **regelknop** en kijk welke invloed dat heeft op de werking van het circuit.

Noteer een paar dingen over de manier waarop dit project volgens jou werkt. Spoedig zul je kunnen uitleggen hoe dit werkt. (Weet je nog dat we ook bij vroegere projecten vroegen één en ander te noteren? Komen die notities nu niet van pas?)

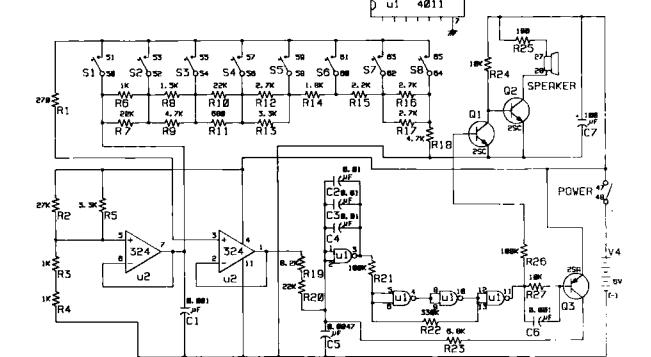
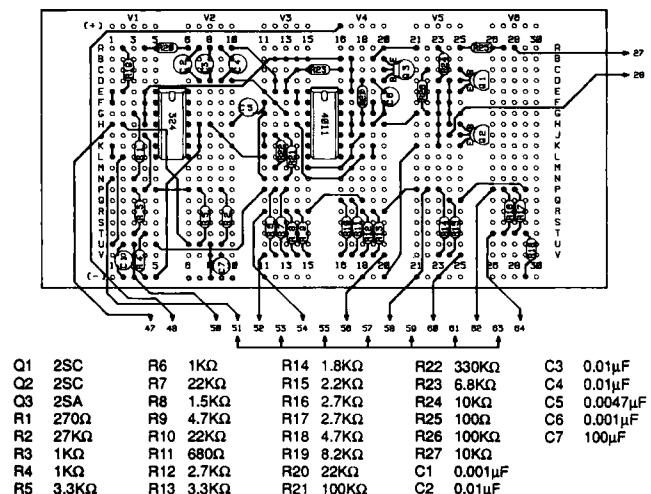
PROJECT 90: TWO-IC ELECTRIC ORGAN

This is an electronic organ which uses two ICs, the Operational Amplifier IC and the NAND gate IC.

The organ sound is produced by IC1. This works as a voltage controlled oscillator made up of an integrating circuit and a Schmitt circuit. You can change the frequency of the oscillator by varying the input voltage. That's why it is called "voltage controlled oscillator." You will learn more later.

The voltage for producing the sound at different pitches is generated by IC2 (Operational Amplifier). IC2 produces a voltage corresponding to the pitch selected by **S1** to **S8**. This voltage is applied to the oscillator. So, you see it's meaningless to turn two or more switches ON at a time.

When you finish wiring up the circuit, switch power ON and press **S1** to **S2**, **S3** ... This organ can play over a full octave.



PROJECT 91: MAJORITY LOGIC GATES

The circuit is called "Majority Logic Gate." It has an odd number of input terminals (three in this project), and judges the input level (1 or 0) of each terminal. Then it judges which of the two kinds of inputs, 1 or 0, are larger in number. Why odd number inputs? Because when you set even number of terminals, there can be a case of a tie.

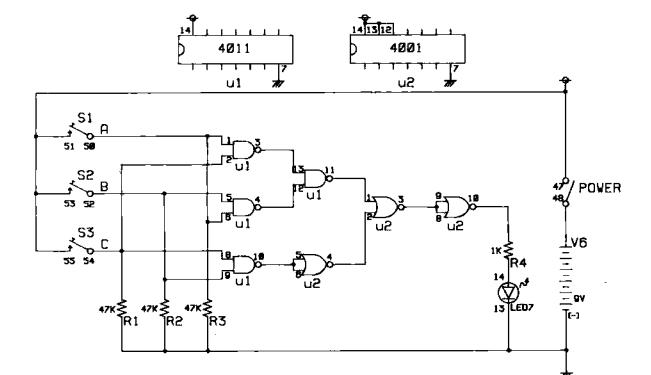
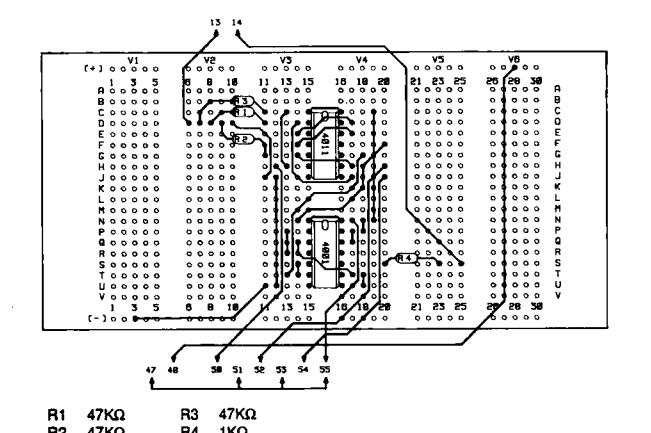
This circuit is made up of seven NAND gates. See in figure 1: the output is 1 when two or more inputs are at 1, and is 0 when two or more inputs are at 0.

When you finish the wiring for the project, try pressing and releasing for various key combinations while looking at Figure 1, and see how this counter works. A table like this is called "Truth table". It shows the output logic levels against the combinations of the input levels.

A	B	C	Output
L	L	L	L
H	L	L	L
L	H	L	L
H	H	L	H
L	L	H	L
H	L	H	H
L	H	H	H
H	H	H	H

Switch ON : H
Switch OFF: L
LED ON : H
LED OFF: L

Figure 1



MONTAGE 90: ORGUE ELECTRONIQUE A DEUX CIRCUITS INTEGRES

Cet orgue électronique utilise deux circuits intégrés: un CI amplificateur opérationnel et un CI porte NON-ET.

Le son de l'orgue est produit par le CI 1. Il fonctionne comme un oscillateur commandé en tension constitué d'un circuit intégré et d'un circuit Schmitt. Vous pouvez modifier la fréquence de l'oscillateur en variant la tension d'entrée, ce qui explique l'origine du mot "oscillateur commandé en tension". Nous en reparlerons plus tard.

La tension qui permet de modifier la hauteur du son est produite par le CI 2 (amplificateur opérationnel). La tension produite correspond à la hauteur sélectionnée à l'aide des manipulateurs **S1** à **S8**. Elle est appliquée à l'oscillateur. Il est donc inutile d'ouvrir simultanément deux interrupteurs ou davantage.

Une fois le câblage du circuit terminé, mettez-le sous tension, puis enfoncez **S1**, **S2**, **S3**, ... Cet orgue vous permet de jouer sur toute une octave.

PROJECT 90: ELEKTRONISCH ORGEL MET 2 IC'S

Dit is een elektronisch orgel dat twee IC's gebruikt, nl. de operationele versterker IC en de NAND poort IC.

De orgelklank wordt geproduceerd door IC1, die als een door spanning gestuurde oscillator werkt, bestaande uit een geïntegreerde schakelaar en een Schmitt-circuit. Je kunt de frequentie van de oscillator wijzigen door de ingangsspanning te veranderen - daarom spreken we ook van "door spanning gestuurde" oscillator. Later meer daarover.

De spanning voor het produceren van geluiden met verschillende toonhoogten, wordt opgewekt door IC2 (operationele versterker). IC2 produceert een spanning die overeenkomt met de toonhoogte die wordt gekozen door **S1** tot **S8**. Deze spanning wordt aangelegd op de oscillator. Het heeft dus geen zin twee of meer schakelaar tegelijk aan te zetten.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en je drukt op **S1**, **S2**, **S3**... Dit orgel kan meer dan een volledig octaaf spelen.

PROJECT 91: LOGISCHE MEERDERHEIDSPOORT

Dit circuit heeft een oneven aantal ingangen, nl. drie (het kunnen er ook meer zijn) en beoordeelt het ingangsniveau (1 of 0) van elke ingang. Nadien gaat het na welke soort input (1 of 0 dus) het meest voorkomt. Waarom een oneven aantal ingangen? Met een even aantal ingangen kan het immers voorkomen dat er geen meerderheid is (even veel 0 als 1).

Dit circuit bestaat uit zeven NAND poorten. Zie figuur 1: de output is 1 wanneer twee of meer inputs 1 zijn; de output is 0 wanneer twee of meer inputs 0 zijn.

Na het bedraven van het project probeer je drukken en loslaten uit in verschillende toetsencombinaties terwijl je naar figuur 1 kijkt. Zie hoe de teller werkt. Zo'n tabel noemen we een "waarheidstabell". Je ziet daarop de logische outputniveaus tegenover de combinaties van inputniveaus.

A	B	C	Sortie
L	L	L	L
L	L	H	L
L	H	L	L
H	H	L	H
L	L	H	L
H	L	H	H
L	H	H	H
H	H	H	H

Manipulateur enfoncé: H
Manipulateur relâché: L
Diode LED allumée: H
Diode LED éteinte: L

Figure 1

A	B	C	Output
L	L	L	L
H	L	L	L
L	H	L	L
H	H	L	H
L	L	H	L
H	L	H	H
L	H	H	H
H	H	H	H

Schakelaar AAN: H
Schakelaar UIT: L
LED AAN: H
LED UIT: L

Figuur 1

PROJECT 92: ELECTRONIC COIN TOSS

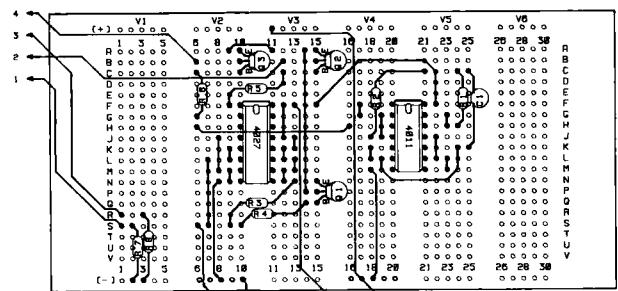
Do you hate to make decisions? If so, you'll love the next several projects! This group of "electronic decision makers" can be used in games in place of dice. And you can make up your own games using these circuits.

Since these projects all "make decisions", you might expect them all to involve digital electronics. And you're right! Take a look at the schematic diagram for this project. You'll see that it involves both AND gates and the R-S flip-flop. Can you guess how this circuit works before you build it?

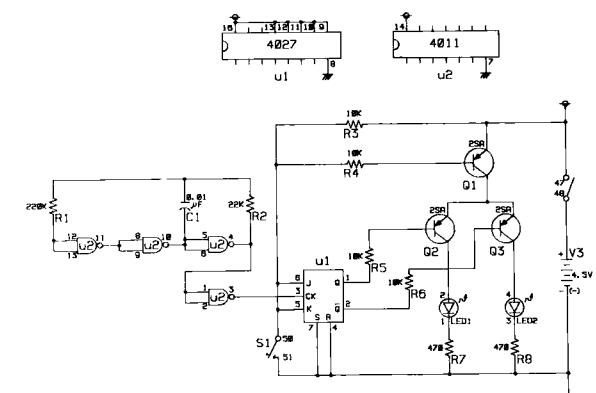
When you finish building this project, turn power ON. Press the key once. Observe what happens to **LEDs 1** and **2**. Press the key seven times. What pattern, if any, can you detect in the lighting of the two **LEDs**?

As you probably suspect, while the key is open, the R-S flip-flop is rapidly setting and resetting. This does not affect the **LEDs**, since the transistor Q1 is "off" while the key is open. By pressing the key, you do two things; turn the Q1 on (and thus provide a current path for the **LEDs**), and stop the R-S flip-flop's continuous setting and resetting. One **LED** is set while the other is reset. Does this happen at random or is there a pattern? Try this experiment to find out: press the key fifty times and record which **LED** lights. Does each **LED** light up 25 times? If not, are the results almost equal?

A truly random result would be each **LED** lighting exactly 25 times. It's not unusual for this to vary a bit, such as one **LED** lighting 27 times and the other 23 times. But if there's a big difference - such as one **LED** lighting 40 times and the other only lighting 10 times - that indicates the circuit isn't really random. Would you say this project is or isn't random?



Q1	2SA	R1	220kΩ	R4	10kΩ	R7	470Ω
Q2	2SA	R2	22kΩ	R5	10kΩ	R8	470Ω
Q3	2SA	R3	10kΩ	R6	10kΩ	C1	0.01µF



MONTAGE 92: PILE OU FACE ELECTRONIQUE

Détestez-vous prendre une décision? Si c'est le cas, vous ne manquerez pas d'apprécier les prochains montages! Ce groupe de "préneurs de décision électroniques" peut être utilisé dans des jeux en lieu et place des dés. Vous pourrez ainsi réaliser vos propres jeux à partir de ces circuits.

Comme ces montages impliquent une prise de décision, vous avez probablement deviné qu'ils font appel à l'électronique numérique. Vous avez deviné juste! Examinez le diagramme schématique de ce montage. Vous constatez qu'il comporte des portes NON-ET et une bascule bistable. Pouvez-vous imaginer le fonctionnement de ce circuit avant de le réaliser?

Une fois la réalisation de ce montage terminée, mettez le circuit sous tension. Appuyez une fois sur le manipulateur. Observez la réaction des **diodes LED 1** et **2**. Enfoncez le manipulateur à plusieurs reprises. Quelle règle - éventuelle - pouvez-vous tirer de l'illumination des deux diodes **LED**?

Comme vous l'avez probablement deviné, la bascule bistable se met à **1** quand le manipulateur est ouvert, et se remet rapidement à **0**, sans influencer le fonctionnement des diodes **LED** puisque le transistor Q1 demeure fermé aussi longtemps que le manipulateur reste ouvert. Quand vous enfoncez le manipulateur, vous provoquez deux événements: vous ouvrez Q1 (et permettez donc au courant de circuler jusqu'aux diodes **LED**) et vous interrompez la mise à **1** et la remise à **0** continue de la bascule bistable. Une diode **LED** est mise à **1** pendant que l'autre est remise à **0**. Ce phénomène est-il aléatoire ou répond-il à une règle bien précise? Pour le savoir, tentez l'expérience suivante: appuyez cinquante fois sur le manipulateur et voyez quelle diode **LED** s'allume. Chaque diode s'allume-t-elle 25 fois? Si ce n'est pas le cas, les résultats sont-ils à peu près identiques?

Le résultat le plus aléatoire serait que chaque diode **LED** s'allume précisément 25 fois. Il serait normal que les résultats varient légèrement, c'est-à-dire qu'une **LED** s'allume 27 fois et l'autre, 23 fois. Mais si la différence est importante - avec une diode qui s'éclaire 40 fois et l'autre 10 fois seulement, par exemple - cela signifierait que le circuit n'est pas réellement aléatoire. Alors, diriez-vous que ce montage est aléatoire ou ne l'est pas?

PROJECT 92: ELEKTRONISCH OPGOOIEN

Vind je kiezen ook zo verschrikkelijk? Dan kunnen de volgende projecten je helpen. Het gaat immers om "elektronische beslis-sers", die je kunt gebruiken i.p.v. dobbelstenen of muntstukken. En je kunt er zelf spelletjes mee samenstellen.

Aangezien al deze projecten "beslissen", zul je misschien vermoeden dat er digitale elektronica aan te pas komt. En dat is ook zo! Kijk maar naar het schema voor dit project: je ziet dat er zowel NAND poorten als de R-S flip-flop aan te pas komt. Kun je raden hoe dit circuit werkt nog voor je het bouwt?

Na het opbouwen van het project schakel je de stroom in. Druk één keer op de toets. Kijk wat er met **LED 1** en **LED 2** gebeurt. Druk nog verschillende keren op de toets. Kun je in het oplichten van de **LED's** een patroon ontdekken?

Zoals je wellicht vermoedt wordt de R-S flip-flop snel in- en teruggesteld zolang de toets niet ingedrukt is. Dit heeft geen invloed op de **LED's**, aangezien transistor Q1 "uit" staat zolang de toets niet ingedrukt is. Door de toets in te drukken doe je twee dingen: je zet Q1 aan (en zorgt dus voor een stroomleiding naar de **LED's**) en je stopt het voortdurende in- en terugstellen van de R-S flip-flop. Eén **LED** wordt ingesteld, terwijl de andere wordt teruggesteld. Gebeurt dit volkomen willekeurig of is er toch een zeker patroon? Ga als volgt te werk om dat te achterhalen: druk vijftig keer op de toets en noteer telkens welke **LED** brandt. Brandt elke **LED** 25 keer? Zo niet, zijn de resultaten dan min of meer gelijk?

Volkomen willekeurig is het resultaat als elke **LED** precies 25 keer brandt. Maar in een geval als dit is het niet abnormaal dat er wat variatie is, b.v. dat de ene **LED** 27 keer brandt en de andere 23 keer. Maar als er een groot verschil is - de ene **LED** brandt b.v. 40 keer en de andere 10 keer - dan is het circuit niet echt willekeurig. Wat denk je ervan: is dit project willekeurig of niet?

PROJECT 93: ELECTRONIC COIN TOSS II

Here's a different version of our last project. If you aren't happy with the decisions the last circuit made, then try this one!

You use this project almost like last project. Turn power ON. Now press **S1**. The two **LEDs** take turns lighting and going off. When you release **S1**, only one **LED** remains lit.

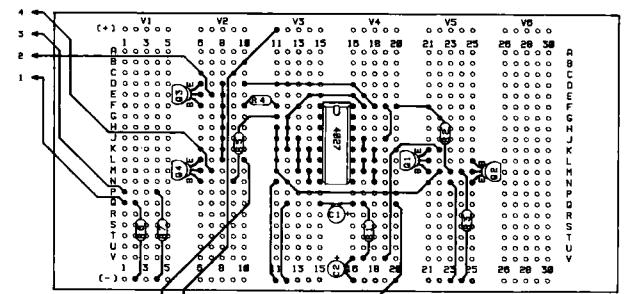
You can see by the schematic that this circuit uses the R-S flip-flop IC. Look at how the **LEDs** are connected - one is connected to a point called Q while the other is connected to a point called \bar{Q} . Electronics engineers call Q the set output while the \bar{Q} output is called the reset output.

Remember what we mean when we say a digital device is 0 or 1? (If you don't, look back at project 24.) With an R-S flip-flop, we say the flip-flop is set if Q is 1 and \bar{Q} is 0. But if Q is 0 and \bar{Q} is 1, then the flip-flop is reset.

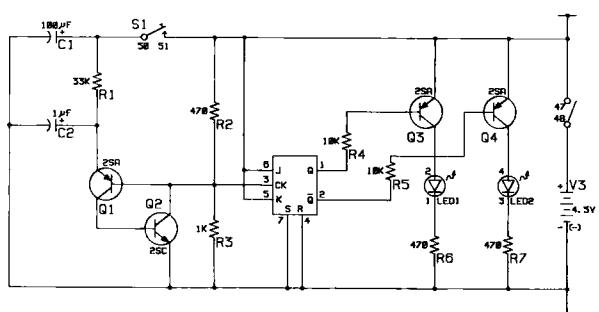
Armed with that bit of knowledge, try your hand at this: which **LED** is lit if the flip-flop is set? Which one is lit if it's reset?

Can you also figure out how or why the R-S flip-flop sets and resets? Do you suppose it has anything to do with the connection point marked CK?

Try the same experiment you did with project 92 to see if this is a random circuit. Is it more or less random than the previous project? Or are both the same? (If you can't decide, try letting one of the two projects decide for you!)



Q1	2SA	R1	33kΩ	R5	10kΩ	C1	100μF
Q2	2SC	R2	470Ω	R6	470Ω	C2	1μF
Q3	2SA	R3	1kΩ	R7	470Ω		
Q4	2SA	R4	10kΩ				



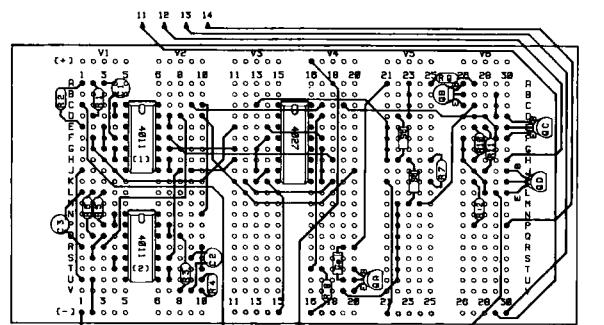
PROJECT 94: ELECTRONIC COIN TOSS III

Still you can't make decision? OK, then let's try this third version of the coin toss.

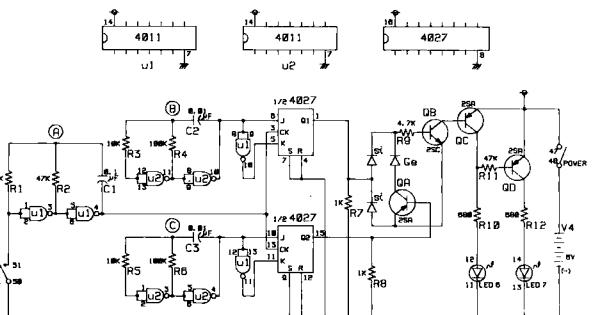
As you see in the schematic, this circuit uses three astable multivibrators, A, B, and C. A generates a clock pulse, and B and C generate pulses that are sent to two flip-flops. Outputs from the flip-flops (Q1, Q2) are sent to an XOR circuit to light up **LEDs 6** and **7**.

When you press **S1**, the clock pulse generation stops, and a random output is produced in Q1 and Q2, lighting up either **LED**.

When you've wired the project, switch power ON and see what happens to the **LEDs**. They take turns lighting, don't they? Now press **S1**, and you notice that just one of the **LEDs** stays ON. Try the same experiment to check if this circuit is random or not.



QA	2SA	R1	10kΩ	R5	10kΩ	R9	4.7kΩ	C1	0.1μF
QB	2SC	R2	47kΩ	R6	100kΩ	R10	680Ω	C2	0.01μF
QC	2SA	R3	10kΩ	R7	1kΩ	R11	47kΩ	C3	0.01μF
QD	2SA	R4	100kΩ	R8	1kΩ	R12	680Ω		



MONTAGE 93: PILE OU FACE ELECTRONIQUE II

Ce circuit est une variante du précédent. Si vous n'êtes pas satisfait des décisions prises par le circuit précédent, essayez celui que voici.

Ce montage est pratiquement identique au précédent. Mettez le circuit sous tension, puis enfoncez **S1**. Les deux diodes **LED** s'allument et s'éteignent successivement. Dès que vous relâchez **S1**, une seule diode **LED** demeure allumée.

Sur le diagramme schématique, vous remarquez que ce circuit utilise un circuit intégré à bascule bistable. Examinez la manière dont les diodes **LED** sont raccordées - l'une est raccordée en un point Q et l'autre en un point \bar{Q} . Les ingénieurs électroniciens appellent Q la sortie qui est mise à 1 et sortie \bar{Q} , celle qui est remise à 0.

Vous rappelez-vous ce que signifie un circuit numérique qui possède la valeur 0 ou la valeur 1? (Si ce n'est pas le cas, reportez-vous au montage 24.) Dans le cas d'une bascule bistable, nous disons qu'elle est mise à 1 quand Q est égal à 1 et \bar{Q} est égal à 0. Par contre, si Q est égal à 0 et si \bar{Q} est égal à 1, la bascule bistable est remise à zéro.

Armé de ces connaissances, essayez de répondre à ces questions: quelle diode **LED** est allumée lorsque la bascule bistable est mise sur 1 et quelle diode est allumée quand la bascule bistable est remise sur 0?

Selon vous, pourquoi et comment la bascule bistable se met sur 1 puis se remet sur 0? Pensez-vous que la réponse a trait au point de raccordement désigné par l'abréviation CK?

Tentez la même expérience que celle du montage 92 afin de savoir si ce circuit est aléatoire ou non. Est-il plus ou moins aléatoire que le montage précédent? Les deux montages sont-ils identiques? (Si vous ne parvenez pas à vous décider, laissez un des deux circuits prendre la décision à votre place!)

MONTAGE 94: PILE OU FACE ELECTRONIQUE III

Vous ne parvenez toujours pas à prendre une décision? Très bien, essayez alors cette troisième version du pile ou face.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, ce circuit utilise trois multivibrateurs astables (A, B et C). A produit une impulsion d'horloge tandis que B et C fournissent les impulsions qui sont envoyées aux deux bascules. La sortie des bascules (Q1 et Q2) est envoyée à un circuit OU exclusif de façon à éclairer les diodes **LED 6** et **7**.

Quand vous enfoncez **S1**, la production d'impulsions d'horloge s'arrête et une sortie aléatoire est produite dans Q1 et Q2, éclairant l'une ou l'autre **LED**.

Une fois le câblage du montage terminé, mettez le circuit sous tension, puis examinez la réaction des diodes **LED**. Elles s'allument l'une après l'autre, n'est-ce-pas? À présent, enfoncez **S1**. Vous remarquez qu'une seule **LED** demeure allumée. Répétez l'expérience des deux montages précédents afin de savoir si ce circuit est aléatoire ou non.

PROJECT 93: ELEKTRONISCH OPGOOIEN II

Hier is een andere versie van ons vorig project. Als je niet tevreden bent met de beslissingen die het vorige circuit neemt, probeer dan dit circuit!

Je gebruik dit project bijna zoals het vorige. Schakel de stroom in, druk op **S1**. De twee **LED's** gaan om beurten branden en uitdoven. Wanneer je **S1** loslaat, blijft slechts één **LED** branden.

Aan de hand van het schema zie je dat dit circuit een R-S flip-flop IC gebruikt. Kijk hoe de **LED's** aangesloten zijn: de ene is verbonden met een punt dat Q heet, de andere is verbonden met een punt dat \bar{Q} heet. Q noemen we de instel-output, terwijl de \bar{Q} -output terugstel-output wordt genoemd.

Weet je nog wat we bedoelen als we zeggen dat een digitaal onderdeel 0 of 1 is? (Zo niet, kijk dan nog even naar project 24.) Met een R-S flip-flop zeggen we dat de flip-flop ingesteld is als Q 1 is en Q 0 is. Maar als Q 0 is en \bar{Q} 1, dan is de flip-flop teruggesteld.

Gewapend met dat beetje kennis kun je hierop misschien een antwoord vinden: welke **LED** brandt wanneer de flip-flop ingesteld is? En welke brandt wanneer hij teruggesteld is?

Kun je ook uitdokteren hoe of waarom de R-S flip-flop in- en terugstelt? Denk je dat het iets te maken heeft met het verbindingspunt CK?

Probeer hetzelfde experiment als met project 92 om na te gaan of dit een willekeurig circuit is. Is het willekeuriger of minder willekeurig dan het vorige? Of zijn ze even willekeurig? (Kun je 't niet uitmaken, laat dan misschien één van beide projecten in jouw plaats beslissen!)

PROJECT 94: ELEKTRONISCH OPGOOIEN III

Kun je nu nog altijd niet beslissen? OK, laten we dan deze derde manier van elektronisch opgooien proberen.

Zoals je op het schema ziet, werkt dit circuit met drie veranderlijke multivibrators: A, B en C. A wekt een klok-impuls op en B en C weken impulsen op die naar twee flip-flops worden gestuurd. De output van beide flip-flops (Q1, Q2) gaat naar een XOR-circuit om **LED's 6** en **7** te doen branden.

Wanneer je op **S1** drukt, valt het opwekken van de klok-impuls stil en wordt in Q1 en Q2 een willekeurige output geproduceerd, waardoor één van beide **LED's** gaat branden.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en je kijkt wat er met de **LED's** gebeurt. Ze branden afwisselend, niet? Druk nu op **S1** en je merkt op dat slechts één **LED** blijft branden. Voer nogmaals het experiment uit om na te gaan of het circuit al dan niet willekeurig is.

PROJECT 95: EVEN OR ODD

you have a decision that comes down to either "even" or "odd", let this project decide for you!

After building this project, set the **select switch** up. You might see the letter **E** on the display. If not, press the key so the **E** appears on the display. Now set the **select switch** down and press **S1** (not rapidly) a few times. Set the select switch up and watch the display. You see either **E** for even or **O** for odd appear.

Look at the schematic for this project. You see that when you press **S1** and then release it you send and then stop current flow to a point called CK on the R-S flip-flop. CK stands for clock. It's the portion of the R-S flip-flop that controls whether the flip-flop sets or resets.

In most cases the clock signal is provided by another electronic circuit (multivibrator, AND gate etc.) but here you provide it by pressing the key. When you set the **select switch** up, current can flow to one of the inputs of the NAND gates. The other input comes from Q of the R-S flip-flop. Depending on whether these inputs are 0 or 1 (remember how a NAND gate works?), certain segments of the display turns on. In turn this spells out **E** or **O** on the display.

Since you are providing the clock signal instead of an electronic circuit, repeat the same experiment you did in previous projects. Is this circuit any more or less random than the previous two circuits?

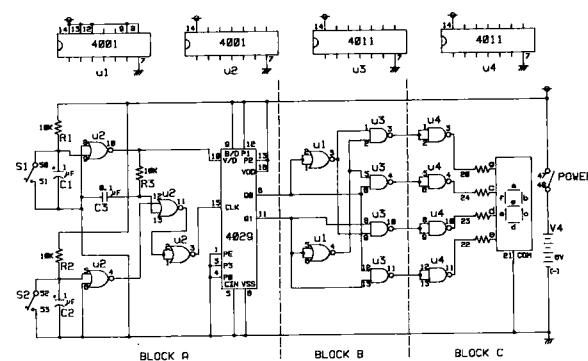
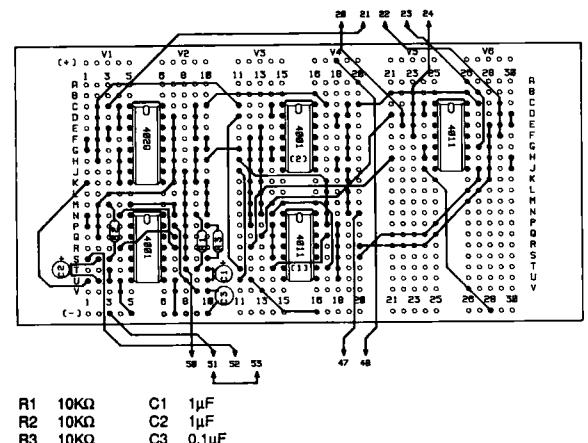
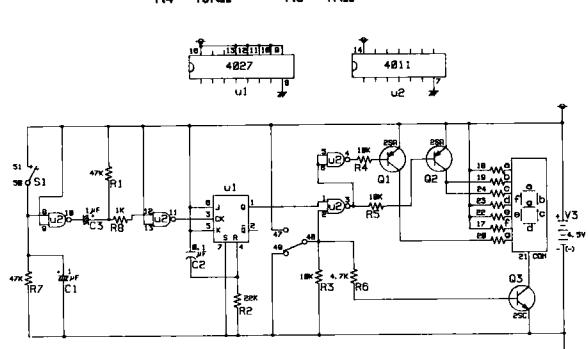
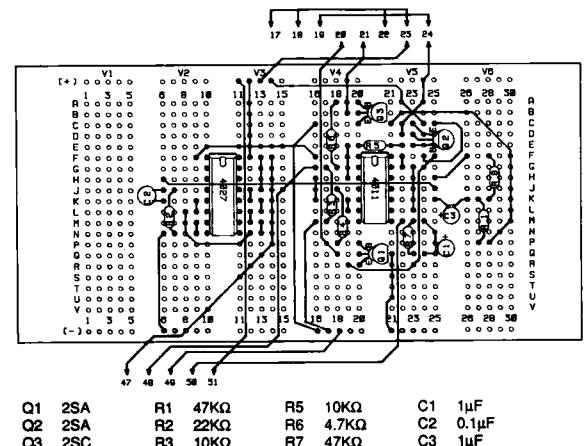
PROJECT 96: QUICK DRAW GAME

Here's a game circuit with two switches; two players compete to be the first press of the key. Which key is pressed first is indicated by the rotation direction (clockwise or counterclockwise) of the display.

See the schematic. **S1** and **S2** in block A are the keys for the two players. IC 4029 is a decade up/down counter. It works as an up or down counter, depending on which key is pressed first. (Don't worry, we'll explain you more about this IC later.) The output of IC is sent out from Q0 and Q1 and applied to the block B, which is what is known as decoder. Can you guess how it got this name? (Do you suppose it could have anything to do with "decoding" the output of the counter?) The output of the decoder is sent to the display in block C.

Assemble the project, turn power ON, and see what happens to the display when you repeatedly turn **S1** ON and OFF. Do you see the display on the display turning clockwise? Now repeat turning **S2** ON and OFF, and the display turns counterclockwise.

Now you can play the game with a friend. Tell him to choose his switch and press it at a "Go" sign. If your key is **S1** and you pressed and released it faster than he did his (**S2**), the display turns clockwise, and that means you've won the game.



MONTAGE 95: PILE OU FACE

Si vous devez prendre une décision à pile ou face, laissez donc ce montage décider pour vous.

Une fois le câblage terminé, placez le **sélecteur** sur la position levée. La lettre **E** apparaît peut-être sur l'affichage. Si ce n'est pas le cas, enfoncez le manipulateur de façon à ce qu'elle apparaisse. A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée et enfoncez **S1** (lentement) à plusieurs reprises. Placez le sélecteur sur la position levée et examinez l'affichage. La lettre **E** (pour pile) ou **O** (pour face) apparaît sur l'affichage.

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Quand vous enfoncez **S1** puis que vous le relâchez, vous envoyez un courant (que vous arrêtez ensuite) en un point appelé CK de la bascule bistable. CK est l'abréviation de l'anglais "Clock" (horloge). Elle correspond à la partie de la bascule bistable qui contrôle sa mise à 1 et sa remise à 0.

Dans la plupart des cas, le signal d'horloge est fourni par un autre circuit électronique (notamment un multivibrateur ou une porte ET). Ici, il est fourni par l'enfoncement du manipulateur. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée, le courant peut circuler jusqu'à l'une des entrées des portes NON-ET. L'autre entrée provient du point Q de la bascule bistable. Suivant la valeur de ces entrées (0 ou 1) (vous rappelez-vous du fonctionnement de la porte NON-ET?), certains segments de l'affichage s'illuminent et permettent d'afficher la lettre **E** ou **O**.

Comme vous fournissez le signal d'horloge à la place d'un circuit électronique, répétez l'expérience déjà effectuée aux montages précédents. Ce circuit est-il plus ou moins aléatoire que les deux précédents?

MONTAGE 96: TIR RAPIDE

Voici un circuit de jeu qui comprend deux manipulateurs et permet donc à deux joueurs de s'affronter dans un duel où chacun doit enfonce son manipulateur avant l'autre. Le sens de rotation de l'affichage (vers la gauche ou vers la droite) désigne le manipulateur qui a été enfoncé en premier.

Examinez le diagramme schématique. Dans le bloc A, **S1** et **S2** correspondent aux manipulateurs des deux joueurs. Le CI 4029 est une échelle ascendante/descendante décimale. Il fonctionne comme un compteur ascendant ou descendant en fonction du manipulateur enfoncé en premier lieu. (Ne vous inquiétez pas, nous reparlerons plus tard de ce CI.) La sortie du CI, produite par Q0 et Q1, est envoyée au bloc B, connu sous le nom de décodeur. Pouvez-vous deviner l'origine de cette appellation? (Pensez-vous qu'elle a trait au "décodage" de la sortie du compteur?) La sortie du décodeur est envoyée à l'affichage par l'intermédiaire du bloc C.

Assemblez le montage, puis mettez le circuit sous tension et voyez comment l'affichage réagit lorsque vous ouvrez et fermez **S1** à plusieurs reprises. L'affichage tourne-t-il vers la droite? A présent, ouvrez et fermez **S2** à plusieurs reprises. Vous constatez que l'affichage tourne dans le sens inverse (vers la gauche).

Vous pouvez à présent jouer à ce jeu avec un ami. Demandez-lui de choisir son manipulateur et de l'enfoncer lorsque vous donnez le signal de départ. Si vous jouez avec le manipulateur **S1** et si vous l'enforcez et le relâchez avant que votre ami enforce le manipulateur **S2**, l'affichage tourne vers la droite, ce qui signifie que vous avez gagné la partie.

PROJECT 95: EVEN OF ONEVEN

Als je een beslissing moet nemen die neer komt op "even" of "oneven", laat dan dit project in jouw plaats beslissen.

Na het ophouwen van het project zet je de **keuzeschakelaar** omhoog. Misschien zie je de letter **E** op het display. Zo niet, druk dan op de toets, zodat de **E** verschijnt. Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk een paar keer op **S1** (niet snel). Zet de keuzeschakelaar omhoog en kijk naar het display. Daar verschijnt ofwel **E** (voor Even) of **O** (voor Oneven).

Bekijk het schema van dit project. Wat zie je: als je op **S1** drukt en de toets dan weer loslaat, zend je en stop je de stroom naar het punt CK op de R-S flip-flop. CK staat voor "clock" (Engels voor klok). Dat is het gedeelte van de R-S flip-flop dat bepaalt of de flip-flop in- of terugstelt.

In de meeste gevallen is het kloksignaal afkomstig van een ander elektronisch circuit (een multivibrator, AND poort, enz.) maar hier lever je dat signaal door op de toets te drukken. Zet je de **keuzeschakelaar** omhoog, dan kan er stroom naar één van de ingangen van de NAND poorten. De andere input komt van Q van de R-S flip-flop. Naar gelang die inputs 0 of 1 zijn (weet je nog hoe een NAND poort werkt?), gaan bepaalde segmenten van het display branden. Die vormen ofwel een **E** ofwel een **O**.

Aangezien niet een elektronisch circuit maar jijzelf het kloksignaal levert, kun je nogmaals het experiment van de vorige projecten herhalen. Is dit circuit willekeuriger of minder willekeurig dan de vorige twee circuits?

PROJECT 96: WIE DRUKT HET SNELST?

Dit is een spelcircuit met twee schakelaars. Twee spelers proberen om ter snelst op hun toets te drukken. Welke toets het eerst wordt ingedrukt, wordt aangegeven door de draairichting van het display: in wijzerzin of tegenwijzerzin.

Bekijk het schema. **S1** en **S2** in blok A zijn de toetsen voor de twee spelers. IC 4029 telt op of naar gelang van de toets die het eerst wordt ingedrukt. (Wees gerust, later vertellen we over de CI nog meer.) De output van de CI gaat van Q0 en Q1 naar blok B, wat we een decodeerde noemen. Kun je raden vanwaar die naam komt? (Denk je dat het iets te maken zou kunnen hebben met "decodeeren" van de teller-output?) De output van de decodeerde gaat dan naar het display in blok C.

Monteer het project, schakel de stroom in en kijk wat er met het display gebeurt wanneer je meermalen **S1** in- en uitschakelt. Zie je het display in wijzerzin ronddraaien? Druk nu **S2** een paar keer aan en uit - het display draait in tegenwijzerzin.

Nu kun je dus gaan spelen met een vriend(in). Laat hem/haar een toets kiezen en op een afgesproken signalen drukken jullie om ter snelst. Als jij **S1** hebt en je drukt en loste sneller dan je vriend(in) op **S2**, dan draait het display in wijzerzin - wat betekent dat jij gewonnen hebt.

PROJECT 97: CLOSE-IN

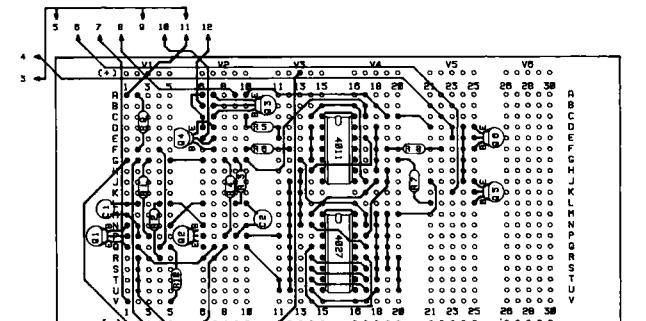
This is a project that's a bit different from the last few: This one too helps you make a decision ... like whether to go to the left or right.

After you finish the wiring connections, turn power ON. You notice that **LED 4** lights up. Now press **S1**. You see **LEDs 2, 3, 5 and 6** light at what seems to be "half brightness". Now release **S1**. What happens?

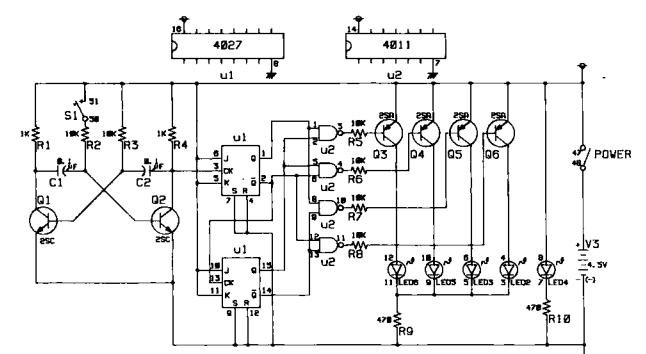
You see **LED 4** and one more **LED** lights up. Which one was it? Now press and release the keyand try it againand again. Does a different **LED** light up each time or does the same one light up over and over?

Look at the schematic. You notice that **LED 4** is a separate circuit of its own, not affected by the rest of the project. That's why **LED 4** stays on all the time. The rest of the project is the multivibrator/counter/decoder arrangement we've seen in other projects. Again, can you figure out how the outputs of the flip-flop are combined in the NAND gates to light just one of the **LEDs**? Be sure to make a note of your guess.

You can also use this project in game. The winner could be whoever can get a **LED** to light closest to **LED 4**, for example.



Q1	2SC	Q5	2SA	R3	10kΩ	R7	10kΩ	C1	0.1μF
Q2	2SC	Q6	2SA	R4	1kΩ	R8	10kΩ	C2	0.1μF
Q3	2SA	R1	1kΩ	R5	10kΩ	R9	470Ω		
Q4	2SA	R2	10kΩ	R6	10kΩ	R10	470Ω		



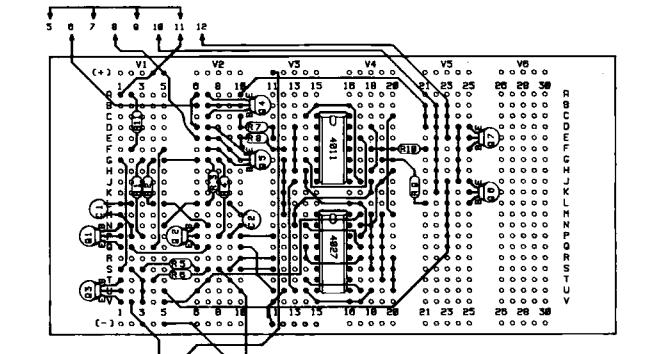
PROJECT 98: ESP TESTER

Do you believe in ESP (extrasensory perception)? Before you answer, why not investigate the subject a little more using this project?

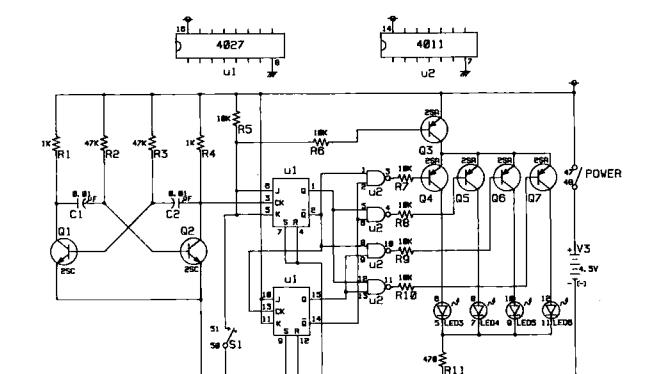
To use this project, turn power ON. Make a guess as to which **LED (3, 4, 5, or 6)** lights up. Then press **S1**. Were you right? Try this 100 times, keeping a record of your guess and the actual result.

You should have no trouble by now recognizing the different sections that make up this project. The multivibrator feeds its output into the flip-flops, which together make up a counter circuit. The output of the flip-flop go to the four NAND gates and flows to the transistor, which are connected to the four **LEDs**. The four NANDs make up the decoder.

What kind of results did you get when you tried the experiment 100 times? If the circuit is truly random, each of the four **LEDs** should have lit 25 times each. Don't be surprised if some lit more often than others; this is normal for only 100 times. How often were you able to guess which **LED** was going to be lit? Sheer luck would let you guess correctly about 20 or 30 times. You should not decide you have ESP until you can correctly guess 50 out of each 100 trialsin several tests. Ask your teacher or librarian for some good books about ESP. Read some of these books before making a final decision on whether you have ESP!



Q1	2SC	Q5	2SA	R2	47kΩ	R6	10kΩ	R10	10kΩ
Q2	2SC	Q6	2SA	R3	47kΩ	R7	10kΩ	R11	470Ω
Q3	2SA	Q7	2SA	R4	1kΩ	R8	10kΩ	C1	0.01μF
Q4	2SA	R1	1kΩ	R5	10kΩ	R9	10kΩ	C2	0.01μF



MONTAGE 97: JEU DE FLECHETTES ELECTRONIQUE

Voici un montage relativement différent des précédents, bien qu'il vous aide aussi à décider ... entre la gauche et la droite, par exemple.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que la diode **LED 4** s'allume. A présent, enfoncez **S1**. Il semble que les diodes **LED 2, 3, 5 et 6** s'éclairent "partiellement". Relâchez ensuite **S1**. Que se passe-t-il?

La diode **LED 4** s'allume ainsi qu'une seule autre diode. Laquelle? Enfoncez et relâchez le manipulateur une première fois ... une seconde fois et une troisième fois. Une diode différente s'allume-t-elle chaque fois ou s'agit-il toujours de la même **LED**?

Examinez le diagramme schématique. Vous constatez que la diode **4** possède un circuit indépendant des autres circuits du montage. Cela explique pourquoi elle demeure allumée en permanence. Le reste du montage est constitué du circuit multivibrateur/compteur/décodeur que nous avons déjà rencontré dans d'autres montages. Pouvez-vous imaginer une fois encore comment les sorties de la bascule se combinent avec les portes NON-ET pour n'éclairer qu'une seule **LED**? N'oubliez surtout pas de noter votre réponse.

Vous pouvez aussi appliquer ce montage à certains jeux, notamment celui dans lequel le vainqueur parviendrait à allumer la diode **LED** la plus proche de la diode **4**.

PROJECT 97: LINKS OF RECHTS

Dit project verschilt lichtjes van de vorige, al helpt het je ook bij het nemen van beslissingen, zoals - inderdaad - of je nu links of rechts moet.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Je ziet dat **LED 4** gaat branden. Druk nu op **S1**. Je ziet **LED's 2, 3, 5 en 6** op "halve kracht" branden. Laat **S1** los - wat gebeurt er?

Je ziet **LED 4** en nog één andere **LED** branden. Welke andere? Druk nu op de toets en laat ze weer los... en probeer nogmaals... en nogmaals. Gaat naast **LED 4** telkens een andere **LED** branden of is het altijd dezelfde?

Bekijk het schema en je ziet dat **LED 4** een afzonderlijk circuit op zichzelf is, dat niet door de rest van het project wordt beïnvloed. Daarom blijft **LED 4** ook de hele tijd branden. De rest van het project bestaat uit een multivibrator/teller/decodeer die we ook in andere projecten al gezien hebben. Kun je ook hier uitpluizen hoe de outputs van de flip-flop in de NAND poorten gecombineerd worden zodat slechts één van de andere **LED's** gaat branden? Noteer ergens wat je ervan denkt.

Je kunt van dit project ook een spel maken, waarbij de winnaar b.v. diegene is die een **LED** kan laten branden het dichtst bij **LED 4**.

MONTAGE 98: TESTEUR DE PERCEPTION EXTRASENSORIELLE

Croyez-vous à la perception extra-sensorielle? Avant de répondre, pourquoi ne pas mener votre propre enquête en vous servant de ce montage?

Pour utiliser ce montage, mettez le circuit sous tension. Essayez de deviner le numéro (3, 4, 5 ou 6) de la diode **LED** qui va s'éclairer. Ensuite enfoncez **S1**. Avez-vous deviné juste? Répétez 100 fois la même expérience en notant chaque fois le numéro deviné et le numéro sorti.

Vous devez à présent reconnaître sans problème les différents circuits qui constituent ce montage. Le multivibrateur alimente les bascules qui constituent le circuit compteur. La sortie des bascules est acheminée jusqu'aux quatre portes NON-ET raccordées aux quatres diodes **LED**, puis jusqu'au transistor. Les quatres portes NON-ET constituent le décodeur.

Quel résultat avez-vous obtenu lorsque vous avez recommencé 100 fois la même expérience? Si le circuit est vraiment aléatoire, les quatre **LED** se sont éclairées 25 fois chacune. Ne soyez pas étonné si certaines diodes s'allument plus souvent que d'autres. Sur 100 expériences seulement, cela est tout à fait normal. Combien de fois avez-vous deviné correctement le numéro de la diode **LED** qui s'est allumée? Si vous avez obtenu 20 ou 30 bonnes réponses, vous avez eu beaucoup de chance, rien de plus. Vous ne pourrez prétendre posséder une bonne perception extra-sensorielle que si vous obtenez plusieurs fois 50 bonnes réponses sur 100 essais. Demandez à votre professeur ou à votre bibliothécaire les références de quelques bons livres relatifs à la perception extra-sensorielle et lisez-les avant de décider si vous jouissez réellement d'une perception extra-sensorielle.

PROJECT 98: BZW-TESTER

Geloof jij in BZW (Buitenzintuiglijke Waarneming)? Nog niet antwoorden - verdiep je liever eerst wat in het onderwerp, met dit project.

Schakel de stroom in. Probeer te raden welke **LED (3, 4, 5 or 6)** zal gaan branden. Druk dan op **S1**. Zat je juist? Probeer dit 100 keer en hou jouw gok en het resultaat telkens bij.

Je zou nu onderhand de verschillende delen waaruit dit project bestaat, moeten kunnen herkennen. De multivibrator stuurt zijn output naar de flip-flops, die samen een tellercircuit vormen. De output van de flip-flop gaat naar de vier NAND poorten en vloeit naar de transistors, die verbonden zijn met de vier **LED's**. De vier NAND's vormen samen de decodeer.

Hoe zag je resultaat eruit na 100 keer gokken? Als je te doen hebt met een echt willekeurig circuit, zou elk van de vier **LED's** precies 25 keer hebben moeten branden. Maar het mag je niet verbazen dat sommige een paar keer meer gebrand hebben, op slechts 100 keer is dat normaal. Maar hoe vaak heb je juist gegokt? Met puur geluk moet je al een keer of 20-30 juist gezeten hebben. En als je geen 50 keer op 100 juist raadt (verschillende keren nog wel), moet je zeker niet denken dat je paranormale gaven hebt. Ga in de bib op zoek naar degelijke boeken over BZW en lees er een paar van voor je uiteindelijk voor jezelf uitmaakt of je paranormaal bent!

PROJECT 99: THE LIGHT FANTASTIC

In the last projects we used NAND gates to combine the outputs of flip-flops. There's no law that says NAND gates must always follow flip-flops in a circuit - just look at the schematic for this project and see.

You notice that this project uses a two transistor circuit to drive the NAND gates. Have you seen this particular circuit in other projects? (Hint- it's a type of oscillator.) The output is combined by the NAND gates and then goes to the flip-flops.

Note that the NAND gates control the clock signal for each flip-flop, meaning that the NAND gates really control when the different LEDs light up.

After wiring this project, turn power ON and press **S1**. The LEDs begin lighting up in certain patterns. Now release **S1**. Notice which LED or LEDs remain lit. Try pressing and releasing **S1** several times - is the result truly random?

Using what you've found out about flip-flops so far, can you tell which outputs are 0 and which are 1 when various LEDs are lit (now that should be easy!). Once you figure that out, put your thinking cap on and try to figure out how the output of the oscillator circuit combines in the NAND gates to produce the clock signal for the flip-flops! (Don't feel bad if you have trouble doing that....it isn't easy to keep track of what goes on inside those NANDs. But give it your best shot and make a note of what you think happens.....)

PROJECT 100: SHOOTING GAME

Here's a shooting game that can sharpen your sense of speed. You can play this game with a friend. It has three functions, the function to judge the player's speed, the function to judge the start signal, and the function to judge the foul signal.

Let's take a look at the schematic and see how to play this game. The two flip-flops judge the speed that determine which key is pressed first. If **S1** is pressed first, **LED 1** lights up. If **S2** is pressed first, **LED 2** lights up.

Turn on the slide switch. After a short period, **LED 3** lights. As soon as you see it light, press **S1** or **S2**.

If a player press **S1** or **S2** before the **LED 3** light up, the display indicates the letter **F** (meaning "foul") and the speaker gives the foul sound. When this happens, release the key, turn power OFF, and then switch it ON again. The game re-starts. You can adjust the time lag between power on to the start signal generation by rotating the **control**.

A truth table for this game is shown in figure 1.

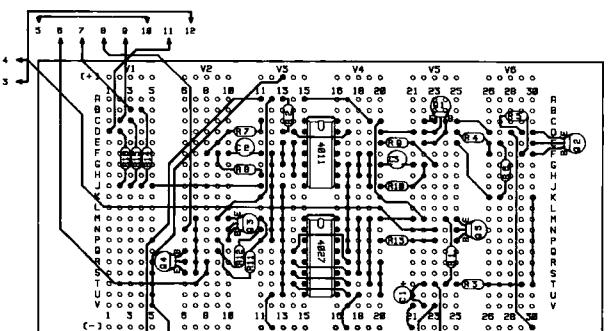
Mode	Input				Output		
	CK	J	K	S	R	Qn+1	Qn+1
①	✓	L	L	L	L	Qn	Qn
②	✓	L	H	L	L	L	H
③	✓	H	L	L	L	H	L
④	✓	H	H	L	L	Qn	Qn
⑤	✓	X	X	L	L	Qn	Qn
⑥	X	X	X	L	H	L	H
⑦	X	X	X	H	L	H	L
⑧	X	X	X	H	H	H	H

"H" when LED is ON: Up edge motion
"L" when LED is Off: Down edge motion

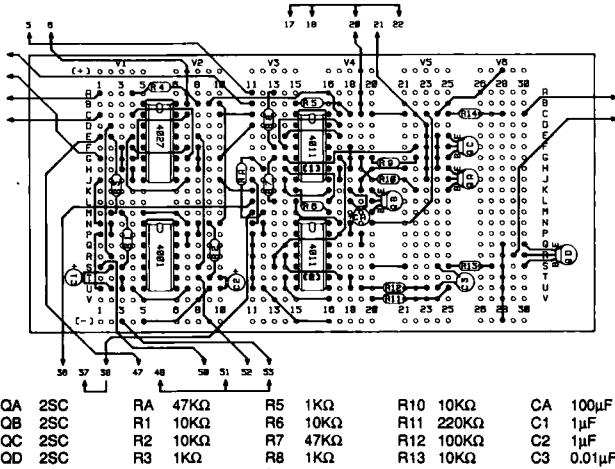
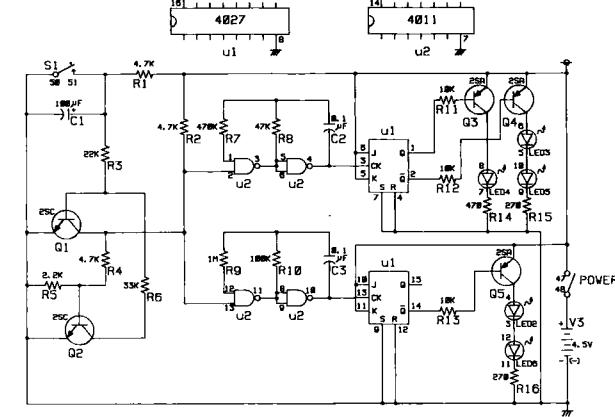
Symbols for Game

SW: Game start SW
LED 1: Player A WIN display
LED 2: Player B WIN display
S1: Player A
LED 3: Play start display
S2: Player B
7-Segment: Four ("F") display

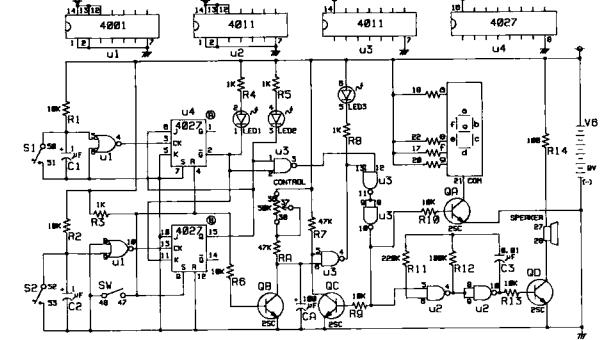
Figure 1



Q1 2SC	R1 4.7kΩ	R6 33kΩ	R11 10kΩ	R16 270Ω
Q2 2SC	R2 4.7kΩ	R7 470kΩ	R12 10kΩ	C1 100μF
Q3 2SA	R3 22kΩ	R8 47kΩ	R13 10kΩ	C2 0.1μF
Q4 2SA	R4 4.7kΩ	R9 1MΩ	R14 470Ω	C3 0.1μF
Q5 2SA	R5 2.2kΩ	R10 100kΩ	R15 270Ω	



QA 2SC	RA 47kΩ	R5 1kΩ	R10 10kΩ	CA 100μF
QB 2SC	R1 10kΩ	R6 10kΩ	R11 220kΩ	C1 1μF
QC 2SC	R2 10kΩ	R7 47kΩ	R12 100kΩ	C2 1μF
QD 2SC	R3 1kΩ	R8 1kΩ	R13 10kΩ	C3 0.01μF
	R4 1kΩ	R9 10kΩ	R14 100kΩ	



MONTAGE 99: DIODES EN FOLIE

Dans les montages précédents, nous avons combiné les sorties des bascules à l'aide de portes NON-ET. Il n'existe cependant aucune règle qui nous oblige à placer les portes NON-ET à la suite des bascules. Regardez plutôt le diagramme schématique de ce montage.

Vous constatez que ce montage utilise un circuit à deux transistors pour commander les portes NON-ET. Avez-vous déjà rencontré ce circuit particulier dans d'autres montages? (Un tuyau pour vous aider: il s'agit d'un type d'oscillateur.) La sortie est combinée par les portes NON-ET avant d'atteindre les bascules.

Notez que les portes NON-ET commandent le signal d'horloge de chaque bascule, ce qui signifie qu'elles commandent réellement l'éclairage des LED.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et enfoncez **S1**. Les diodes LED commencent à s'éclairer dans un ordre bien précis. A présent, relâchez **S1**. Quelle(s) diode(s) LED demeure(nt) allumée(s)? Enfoncez et relâchez **S1** à plusieurs reprises. Le résultat obtenu est-il vraiment aléatoire?

En faisant appel à vos connaissances relatives aux bascules, pourriez-vous indiquer les sorties qui possèdent la valeur 0 et celles qui possèdent la valeur 1 quand différentes diodes LED sont allumées? (A présent, cela ne devrait poser aucun problème!) Une fois cet exercice terminé, réfléchissez bien et essayez de deviner comment la sortie du circuit oscillateur se combine aux portes NON-ET pour produire le signal d'horloge destiné aux bascules. (Ne vous découragez pas si vous ne trouvez pas la réponse immédiatement ... il n'est pas facile de suivre ce qui entre dans ces portes NON-ET. Perséverez et notez votre réponse.)

MONTAGE 100: JEU DE TIR

Voici un jeu de tir qui vous permettra de perfectionner la rapidité de vos mouvements en affrontant un ami. Ce montage possède trois fonctions: il permet d'apprécier la rapidité du joueur, le signal de départ et le signal d'exclusion.

Examinons d'abord le diagramme schématique de façon à comprendre le principe de ce jeu. Les deux bascules apprécieront la vitesse déterminée par le manipulateur qui sera enfoncé en premier. Si **S1** est enfoncé avant **S2**, la diode **LED 1** s'allume. Dans le cas contraire, c'est la diode **LED 2** qui s'allume.

Placez l'interrupteur à glissière en position enfoncée. Après un bref instant, la diode **LED 3** s'allume pour donner le signal de départ. Appuyez alors sur **S1** ou **S2**.

Si un joueur enfonce son manipulateur avant l'émission du signal de départ, l'affichage fait apparaître la lettre **F** (qui correspond au signal d'exclusion) et le **haut-parleur** émet un son adéquat. Vous devez alors relâcher le manipulateur et mettre le circuit hors tension avant de le remettre à nouveau sous tension. La partie recommence. Vous pouvez modifier l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'appui de l'interrupteur et l'émission du signal de départ en tournant la **commande**.

Le tableau illustré à la Figure 1 décrit le principe du jeu.

"H" quand la diode LED est allumée:
Mouvement ascendant
"L" quand la diode LED est éteinte:
Mouvement descendant

Signification des symboles

SW: Début de partie
S1: Joueur A
S2: Joueur B
Diode LED 1: S'allume quand le joueur A gagne la partie
Diode LED 2: S'allume quand le joueur B gagne la partie
Diode LED 3: S'allume pour donner le signal de départ
Affichage: Illumine 4 segments ("F")

PROJECT 99: FANTASIELICHT

Bij de laatste projecten gebruikten we NAND poorten om de outputs van flip-flops te combineren. Er is echter geen wet die zegt dat NAND poorten in een circuit altijd na flip-flops moeten komen. Werp maar eens een blik op het schema van dit project.

Je zie dat we hier een circuit met twee transistors gebruiken om de NAND poorten te sturen. Heb je dit soort circuit al in andere projecten gezien? (Tip: het is een soort oscillator.) De output wordt gecombineerd door de NAND poorten en gaat dan naar de flip-flops.

Merk op dat de NAND poorten het kloksignaal voor iedere flip-flop regelen, wat betekent dat de NAND poorten echt bepalen wanneer de verschillende LED's gaan branden.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en druk je op **S1**. De LED's gaan branden in bepaalde patronen. Laat nu **S1** los. Kijk welke LED of LED's blijven branden. Probeer nu **S1** verscheidene keren in te drukken en los te laten - is het resultaat echt willekeurig?

Kun je - met wat je tot dusver over flip-flops ontdekt hebt - zeggen welke outputs 0 en 1 zijn wanneer verschillende LED's branden (dat zou niet moeilijk mogen zijn!). Zodra je dat uitgeprobeerd hebt, laat je je hersentjes nog harder werken en probeer je uit te vinden hoe de output van het oscillatorcircuit in de NAND poorten gecombineerd wordt om het kloksignal voor de flip-flops te produceren. (Wees niet ongelukkig als dat niet te best lukt... bijhouwen wat er in die NAND's aan de gang is, is geen makkie. Maar maak er het beste van en schrijf toch maar op wat er volgens jou gebeurt...)

PROJECT 100: SCHIETSPEL

Met dit schietspelletje kun je je reactievermogen wat aanscherpen. Je kunt het met z'n tweeën spelen. Het heeft drie functies: de eerste beoordeelt de snelheid van de speler, de tweede beoordeelt het startsein, de derde beoordeelt het overtredingssignaal.

Even naar het schema kijken om te zien hoe je dit spel moet spelen. De twee flip-flops beoordelen de snelheid en maken uit welke toets het eerst wordt ingedrukt. Als **S1** het eerst wordt ingedrukt, brandt **LED 1**. Wordt **S2** het eerst ingedrukt, dan brandt **LED 2**.

Door de schuifschakelaar aan te zetten krijg je het startsein. Na een korte tijd gaat **LED 3** branden om aan te duiden dat het spel begint. Druk dan onmiddellijk op **S1** of **S2**.

Als een speler op **S1** of **S2** drukt voordat **LED 3** verschijnt op het display de letter **F** (voor "fout") en hoor je ook in de **luidspreker** een geluid dat op een valse start wijst. Laat dan de toets los, schakel de stroom uit en weer aan. Het spel herbegint dan. De tijd die verloopt tussen het aanzetten en het startsein kun je wijzigen door aan de **regelknop** te draaien.

Een waarheidstabellen voor dit spel vind je in figuur 1.

Mode	Entrée				Sortie		
	CK	J	K	S	R	Qn+1	Qn+1
①	✓	L	L	L	L	Qn	Qn
②	✓	L	H	L	L	L	H
③	✓	H	L	L	L	H	L
④	✓	H	H	L	L	Qn	Qn
⑤	✓	X	X	L	L	Qn	Qn
⑥	X	X	X	L	H	L	H
⑦	X	X	X	H	L	H	L
⑧	X	X	X	H	H	H	H

Figuur 1

"H" wanneer LED aan is:
beweging naar boven
"L" wanneer LED uit is:
beweging naar onder

Symbolen voor het spel

SW: Startschakelaar
S1: Speler A
S2: Speler B
LED 1: Speler A wint.
LED 2: Speler B wint.
LED 3: Startsein
"F" op display: valse start

PROJECT 101: MARCHING LEDS

Make way for the parade of marching LEDs! This project lets you send LEDs "moving" across the front panel of your kit as you press S1.

When you finish the wiring, turn power ON. LED 2 lights and starts flickering (you might also have other LEDs light; this is normal). Keep pressing S1. First LED 3 lights, followed by LEDs 4 and 5. As you keep pressing S1, you'll have LEDs 3, 4 and 5 lighting in turn. It looks just like a parade of LEDs marching down the street.

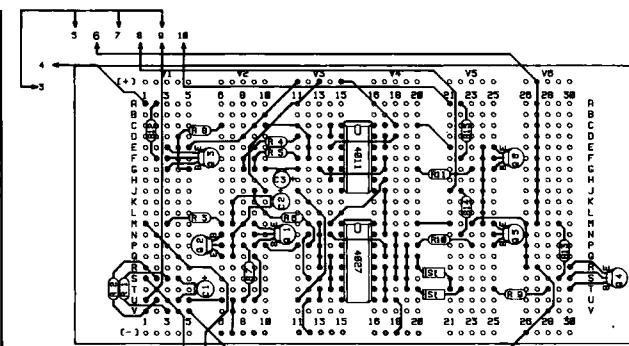
While pressing S1, try quickly setting the **select switch** down. What happens?

The LEDs come to a screeching halt. The LEDs are either lit or off just like they were the instant you set the **select switch** down. Now set the select switch again up. The LEDs again starts "marching."

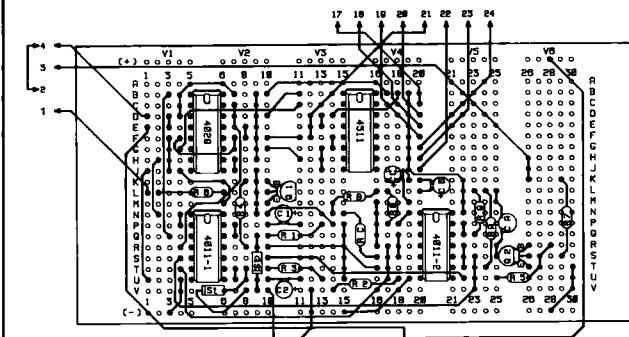
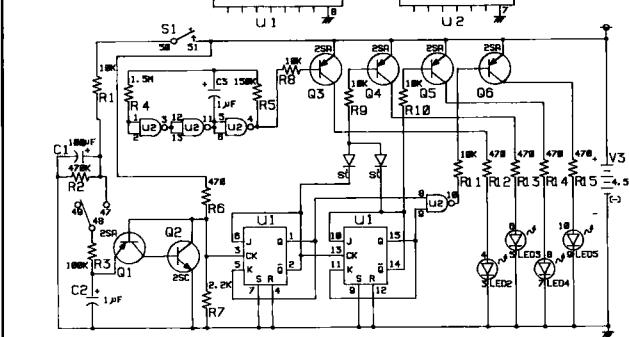
While you have the select switch at the up position, stop pressing S1 and watch what happens to the LEDs.

Can you guess why this takes place?

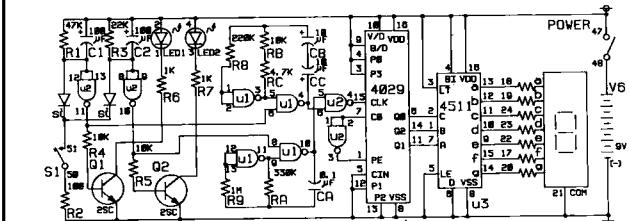
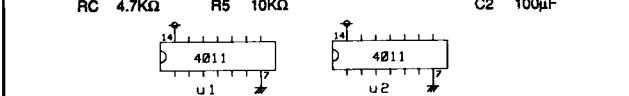
This project also uses the "flip-flop" IC. You can easily see why this device is so useful in electronics!



Q1 2SA	R1 10kΩ	R7 2.2kΩ	R13 470Ω	C1 100µF
Q2 2SC	R2 470kΩ	R8 10kΩ	R14 470Ω	C2 1µF
Q3 2SA	R3 100kΩ	R9 10kΩ	R15 470Ω	C3 1µF
Q4 2SA	R4 1.5MΩ	R10 10kΩ		
Q5 2SA	R5 150kΩ	R11 10kΩ		
Q6 2SA	R6 470Ω	R12 470Ω		



Q1 2SC	R1 47kΩ	R6 1kΩ	CA 0.1µF
Q2 2SC	R2 100Ω	R7 1kΩ	CB 10µF
RA 330kΩ	R3 22kΩ	R8 220kΩ	CC 10µF
RB 10kΩ	R4 10kΩ	R9 1MΩ	C1 100µF
RC 4.7kΩ	R5 10kΩ		C2 100µF



PROJECT 102: ELECTRONIC DICE

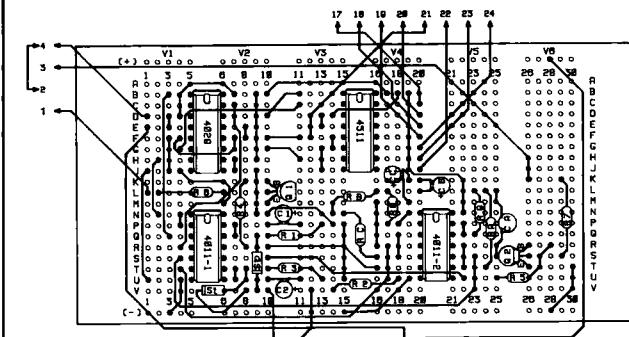
Here's electronic dice that can display the numbers 1-6 using the display.

As you see in the schematic, the electronic dice uses a counter IC to count the number of pulses, and displays the numbers 1 - 6 on the display with the aid of a decoder IC.

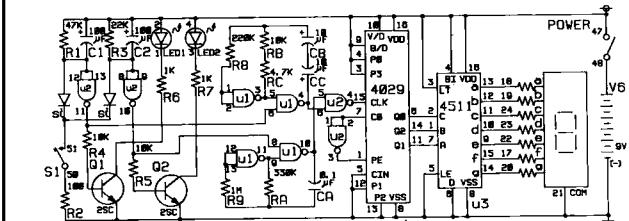
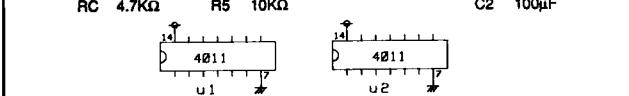
Two circuits are used to generate pulses. They begin generating pulses from the moment when you release S1 after pressing it, and continue generating pulses during the time determined by C1 and R1 and by C2 and R3.

These two oscillators have different frequencies, and you can reproduce the natural movement of ordinary dice by staggering the pulse generating time of the two oscillators.

When you finish building this project, turn power ON and press S1. The numbers on the **LED display** changes swiftly and one of the numbers 1 - 6 is finally displayed.



Q1 2SC	R1 47kΩ	R6 1kΩ	CA 0.1µF
Q2 2SC	R2 100Ω	R7 1kΩ	CB 10µF
RA 330kΩ	R3 22kΩ	R8 220kΩ	CC 10µF
RB 10kΩ	R4 10kΩ	R9 1MΩ	C1 100µF
RC 4.7kΩ	R5 10kΩ		C2 100µF



MONTAGE 101: DEFILE DES DIODES ELECTROLUMINESCENTES

Laissez passer le défilé des diodes électroluminescentes! Ce montage permet de faire défiler les diodes LED sur la face avant de votre ensemble, sur simple appui de S1.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. La diode LED 2 s'allume et commence à trembler (si d'autres diodes s'allument aussi, ne vous inquiétez pas, cela est tout à fait normal.) Maintenez S1 enfoncé. La diode LED 3 s'allume en premier lieu, suivie des LED 4 et 5. En maintenant S1 enfoncé, vous voyez les diodes LED 3, 4 et 5 s'allumer successivement. Vous avez l'impression d'assister à un défilé de LED.

Tout en maintenant S1 enfoncé, essayez de placer rapidement le **sélecteur** sur la position abaissée. Que se passe-t-il?

Vous avez interrompu le défilé des LED. Elles demeurent dans l'état (allumé ou éteint) qui était le leur lorsque vous avez placé le **sélecteur** sur la position abaissée. Placez à nouveau le sélecteur sur la position levée. Les diodes LED reprennent leur défilé.

Pendant que vous maintenez le sélecteur en position levée, relâchez S1 et voyez ce que font les LED.

Pouvez-vous fournir une explication?

Ce montage utilise également le circuit intégré à bascule. Vous voyez certainement la raison pour laquelle ce circuit est extrêmement utile en électronique!

PROJECT 101: LED-STOET

Opzij, opzij, opzij, de LED-stoet komt voorbij! Met dit project kun je LED's over het voorpaneel van de projectdoos laten "paraderen" door op S1 te drukken.

Na het bedraden schakel je de stroom in. LED 2 gaat branden en begint te knipperen (er kunnen ook andere LED's branden, dat is niet abnormaal). Blijf op S1 drukken. Eerst gaat LED 3 branden, gevolgd door LED's 4 en 5. Blijf je op S1 drukken, dan gaan LED's 3, 4 en 5 om beurten branden. Het ziet eruit als een stoet van LED's die door de straat gaan.

Probeer terwijl je op S1 drukt snel de **keuzeschakelaar** naar beneden te zetten. Wat gebeurt er?

De LED's vallen op staande voet stil: ze branden of niet, naar gelang van hun stand op het moment waarop je de **keuzeschakelaar** naar beneden deed. Zet hem nu weer omhoog en de LED's beginnen weer te "paraderen".

Terwijl de keuzeschakelaar omhoog staat druk je niet langer op S1 - wat gebeurt er dan met de LED's.

Kun je raden waarom dit plaatsvindt?

Ook dit project maakt gebruik van de "flip-flop" IC. Je ziet goed waarom dit onderdeel zo nuttig is in de elektronica!

MONTAGE 102: DE ELECTRONIQUE

Voici un dé électrique qui vous permet de faire apparaître les chiffres 1 à 6 sur l'affichage.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le dé électrique utilise un circuit intégré compteur pour compter le nombre d'impulsions et afficher les chiffres 1 à 6 à l'aide du circuit intégré décodeur.

Les impulsions sont produites par deux circuits. Ceux-ci engendrent des impulsions dès que vous relâchez S1 après l'avoir enfoncé et continuent à les produire pendant toute la durée déterminée par C1 et R1 ainsi que par C2 et R3.

Ces deux oscillateurs possèdent des fréquences différentes. Vous pouvez reproduire le mouvement naturel d'un dé ordinaire en espaçant la durée de production des impulsions des deux oscillateurs.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et enfoncez S1. L'affichage LED fait défiler rapidement les chiffres 1 à 6 avant d'afficher l'un d'eux.

PROJECT 102: ELEKTRONISCHE DOBBELSTENEN

Deze elektronische dobbelstenen kunnen op het display de cijfers 1 - 6 weergeven.

Zoals je op het schema ziet, maken de elektronische dobbelstenen gebruik van een teller-IC om het aantal impulsen te tellen en worden de cijfers 1 - 6 op het display weergegeven met behulp van een decodeer-IC.

Twee circuits worden gebruikt om impulsen op te wekken. Ze beginnen impulsen op te wekken zodra je S1 loslaat nadat je erop gedrukt had, en blijven impulsen opwekken gedurende de tijd die wordt bepaald door C1 en R1 en C2 en R3.

Deze twee oscillatoren hebben een verschillende frequentie en je kunt de normale beweging van gewone dobbelstenen weergeven door de impuls-opwekperiode van beide oscillatoren te laten alterneren.

Zodra het project opgebouwd is, schakel je de stroom in en druk je op S1. De cijfers op het **LED-display** veranderen snel en uiteindelijk wordt één van de cijfers 1 - 6 weergegeven.

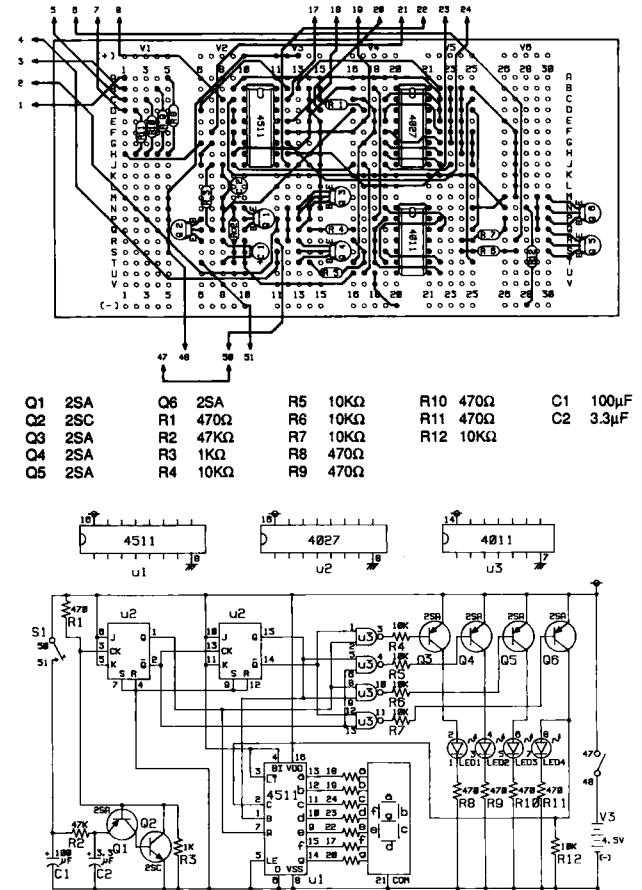
PROJECT 103: ELECTRONIC ROULETTE

You'll find the general principle behind this circuit the same as the previous three. Be careful in constructing this one - there are many wiring connections. Take your time and double-check your work. When you're finished, turn power ON and press S1. Hold it down for few seconds. You'll see the four LEDs flash off and on rapidly. On the display you'll see the numbers 1 through 4 indicated in order very rapidly. Now release S1. The LEDs and display "slow down" and finally stop at one LED and its corresponding number.

As you might suspect, the two transistors generate the clock signal for the R-S flip-flops. Note from the schematic that the clock signal for the second R-S flip-flop comes from output Q of the first flip-flop. The combined outputs of the R-S flip-flops then are applied to the NAND gates, which in turn light and turn off the LEDs. As you might also suspect, the discharge of the 100 μ F capacitor controls how long the clock signal is generated.

Notice how many R-S flip-flops and NAND gates were used in this circuit. You see, there are actually two R-S flip-flops in the Dual J-K flip-Flop IC and four NAND gates in the Quad 2-input NAND IC. That's what the "integrated" means in integrated circuit - there are actually several circuits inside each IC!

Check the notes you made about integrated circuits did you manage to figure out the correct answer?



PROJECT 104: MEET THE VCO

CO?? What's that??? No, actually this is not the first time you meet the VCO....

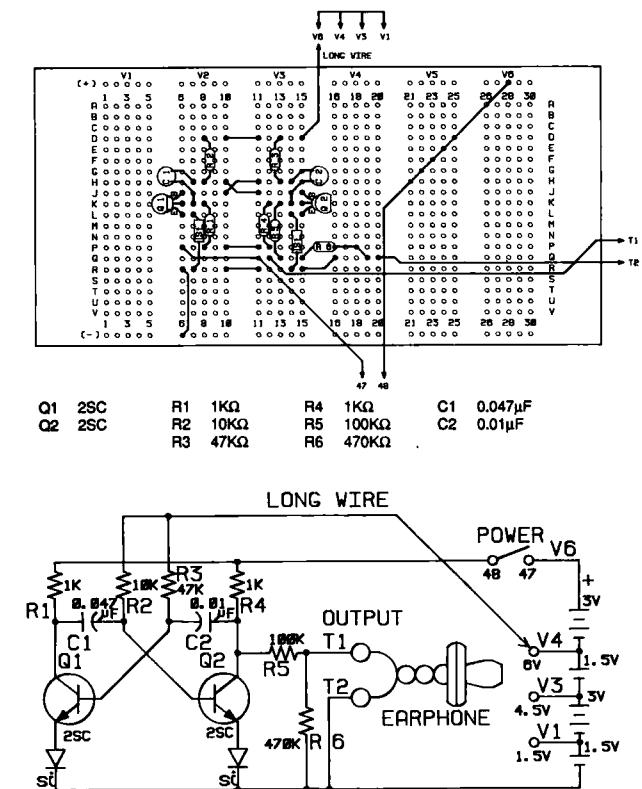
VCO" is short for "voltage controlled oscillator." (Now recalled? If not, refer back to project 90.) The name alone should give you a big hint how this project works.

When you finish the wiring connections, turn power ON. Connect the earphone to terminals 1 and 2. Take the long wire and attach it to one end of a 47K resistor as illustrated. Now connect the other end of the wire to various points of the voltage source... You'll find the sound varies by changing the long wires with different values of voltages. What effect does changing the voltage have on the sound you hear?

This project uses the familiar astable multivibrator that we've used in many of our other projects. The frequency of other types of oscillators is also sensitive to changes in voltages.

CO circuits have a variety of uses. They can let you hear when the voltage from a circuit or power source changes. They can warn when the voltage from a source gets too high or too low. And they're often found in electronic musical instruments and devices.

Try to think of some other applications for VCO circuits. You might also want to substitute the LED in place of the earphone to "see" what you've been hearing.



MONTAGE 103: ROULETTE ELECTRONIQUE

Le principe général de ce circuit est identique à celui des trois montages précédents. Soyez vigilant lorsque vous réalisez ce montage - les raccordements sont extrêmement nombreux. Prenez votre temps et vérifiez tous vos raccordements. Quand vous avez terminé, mettez le circuit sous tension, enfoncez S1 et maintenez-le sur cette position pendant quelques secondes. Vous constatez que les quatre diodes LED s'allument et s'éteignent rapidement tandis que les chiffres 1 à 4 se succèdent rapidement sur l'affichage. A présent, relâchez S1. Les diodes LED et l'affichage "ralentissent" pour finalement s'arrêter sur une diode LED et son numéro correspondant.

Comme vous l'avez probablement deviné, les deux transistors produisent le signal d'horloge des bascules bistables. Sur le diagramme schématique, vous constatez que le signal d'horloge de la seconde bascule bistable provient de la sortie Q de la première bascule. Les sorties combinées des bascules bistables sont ensuite appliquées aux portes NON-ET qui, à leur tour, allument et éteignent les diodes LED. Comme vous devez aussi le supposer, la décharge du condensateur de 100 μ F commande la durée de production du signal d'horloge.

Comptez le nombre de bascules bistables et de portes NON-ET utilisées dans ce circuit. Il y a bien deux bascules bistables dans le double CI à bascule J-K et quatre portes NON-ET dans le quadruple CI NON-ET à deux entrées. Voilà l'origine de l'adjectif "intégré" de l'expression circuit intégré - chaque CI contient en réalité plusieurs circuits.

(Relisez vos notes relatives aux circuits intégrés ... aviez-vous trouvé l'explication correcte?)

PROJECT 103: ELEKTRONISCHE ROULETTE

Je zult vaststellen dat het algemene principe achter dit circuit hetzelfde is als bij de vorige drie. Ga zorgvuldig te werk bij het bedradden, want er zijn heel wat draadverbindingen aan te leggen. Neem er de tijd voor en controleer je werk twee keer. Zodra je klaar bent, schakel je de stroom in en druk je op S1. Hou de toets enige seconden ingedrukt. Je ziet de vier LED's snel aan en uit knipperen. Op het display zie je de cijfers 1 tot en met 4 heel snel in volgorde terugkeren. Laat S1 los, de LED's en het display "vertragen" en valt uiteindelijk stil op één LED en het overeenkomstige cijfer.

Zoals je misschien vermoedde wekken de twee transistors het kloksignaal voor de R-S flip-flops op. Merk in het schema op dat het kloksignaal voor de tweede R-S flip-flop afkomstig is van output Q van de eerste flip-flop. De gecombineerde outputs van beide R-S flip-flops worden dan aangelegd op de NAND poorten, die op hun beurt de LED's doen branden en doven. Zoals je eveneens misschien vermoedde, bepaalt de ontlasting van de condensator van 100 μ F hoe lang het kloksignaal wordt opgewekt.

Merk op hoeveel R-S flip-flops en NAND poorten er in dit circuit gebruikt worden. Zoals je ziet zijn er in feite twee R-S flip-flops in de dubbele J-K flip-flop IC en vier NAND poorten in de Quad NAND IC met 2 inputs. Dat bedoelt men met "geïntegreerd" in het woord "geïntegreerde schakeling": in elke IC zitten eigenlijk verschillende circuits!

(Controleer je notities over geïntegreerde schakelingen... ben je erin geslaagd het juiste antwoord te vinden?)

PROJECT 104: HIER HEBBEN WE DE VCO

VCO? Wat is dat nu weer? Niet te snel panikeren: het is in feite niet de eerste keer dat je met de VCO in contact komt...

"VCO" is immers de Engelse afkorting voor "spanning-gestuurde oscillator". (Weet je 't weer? Zoniet, gaauw terug naar project 90.) Alleen al de naam zou je een flinke aanwijzing moeten geven over de werking van dit project.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Sluit de oortelefoon aan op **contactpunt 1 en 2**. Maak de lange draad vast aan één uiteinde van de weerstand van 47k, zoals aangebeeld. Verbind nu het andere uiteinde van de draad met verschillende punten van de stroombron... Je zult ondervinden dat de klank wisselt door de lange draad met andere spanningswaarden te verbinden. Welke invloed heeft een verandering van spanning op wat je hoort?

Dit project maakt gebruik van de al bekende veranderlijke multivibrator die we in tal van andere projecten gebruikt hebben. De frequentie van andere soorten oscillatoren is eveneens gevoelig voor verandering van spanning.

VCO-circuits kunnen op allerlei manieren gebruikt worden. Ze kunnen je laten horen wanneer de spanning uit een circuit of stroombron verandert. Ze kunnen je waarschuwen wanneer de spanning van een stroombron te hoog of te laag wordt. En ze komen vaak voor in elektronische muziekinstrumenten en toestellen.

Probeer nog andere toepassingen voor VCO-circuits te bedenken. Misschien wil je ook de oortelefoon eens vervangen door een LED, zodat je "ziet" wat je gehoord hebt.

PROJECT 105: SILICON DIODE SOLAR CELL

We all know that the brilliant rays of the sun pouring down on the ground have energy (because we feel warm when we go out into the sun), but have you ever thought of turning this energy into electricity? Maybe it sounds like a dream to you, but this dream comes true if a solar cell is used, and that's what we're going to build in this project! The silicon diode in your kit is a semiconductor just as any solar cell, so we'll use it to generate electricity.

The circuit for this experiment uses "comparator," a device for voltage comparison, to check if electricity is actually created in the silicon diode. IC 324 acts as a comparator, and the standard voltage for comparison is set at 60 mV. So, when electricity with a voltage of more than 60 mV is generated in the silicon diode, it lights up **LED 1** and tells you electricity is actually produced.

Now, see what happens when you expose the silicon diode to the sun. If **LED 1** lights up, it means that you've succeeded in turning the energy of the sun into electricity.

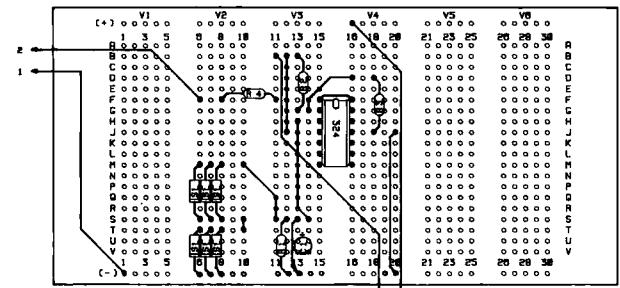
Try light energies from other sources such as an incandescent lamp and a fluorescent lamp, and see how the voltage changes according to the distance and brightness of each light source.

PROJECT 106: INTEGRATING CIRCUIT

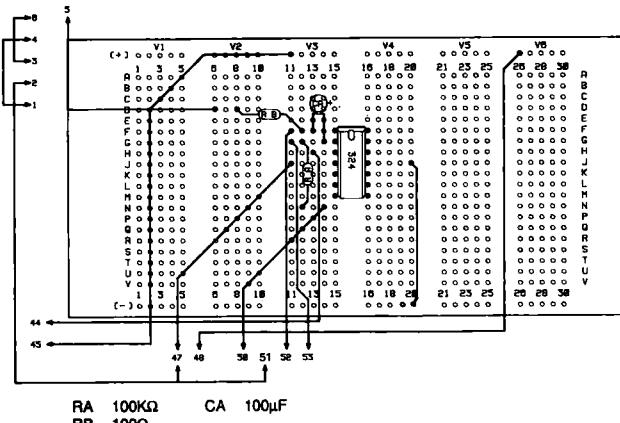
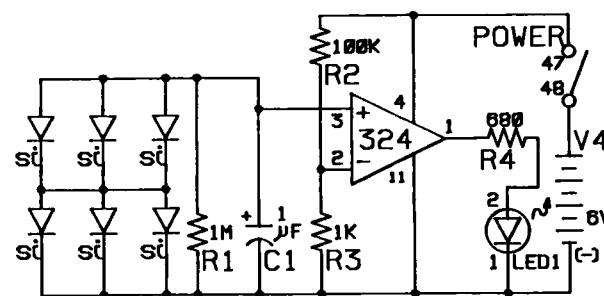
You'd think that any **LED** instantly gives a flash when you switch it ON. But by applying some knowledge of electronics, you can light it up gra-du-a-ly... It's exciting to see an **LED** getting brighter slowly while holding down the key, and you're going to feel that excitement in this project!

The circuit that realizes this interesting performance is called Miller integrating circuit. Capacitor C shows a very high nominal value because of the function of IC 324. When you press **S1** ON, the capacitor is charged slowly through resistor R and the **LED** becomes bright slowly. **S2** is used to discharge the electrons stored in the capacitor.

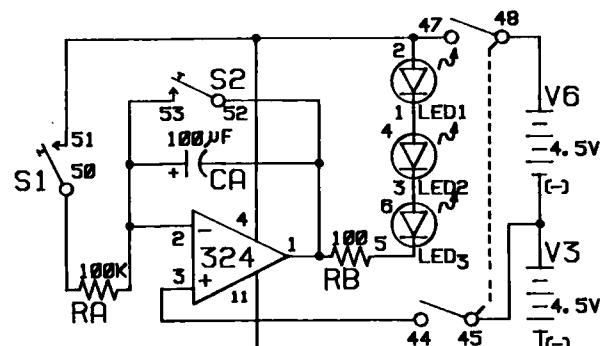
To use this project, press **S2** after switching power ON to discharge electrons from capacitor, then keep holding down **S1**, **LED** becomes brighter little by little. It reaches the maximum brightness in about five seconds. Press **S2** to discharge capacitor and then hold down **S1** to repeat the experiment.



R1 1MΩ R3 1kΩ C1 1μF
R2 100kΩ R4 680Ω



RA 100kΩ CA 100μF
RB 100Ω



MONTAGE 105: CELLULE SOLAIRE A DIODE AU SILICIUM

Nous savons tous que les rayons lumineux du soleil qui frappent la terre possèdent de l'énergie (puisque nous avons chaud quand nous nous exposons au soleil), mais avez-vous déjà pensé à transformer cette énergie en électricité? Ce qui pour vous ressemble à un rêve peut devenir réalité lorsque nous utilisons une cellule solaire, comme c'est le cas dans ce montage. La diode au silicium de votre ensemble est un semi-conducteur au même titre que n'importe quelle cellule solaire et nous allons l'utiliser pour produire de l'électricité.

Le circuit de ce montage utilise un "comparateur" (dispositif qui compare la tension), pour contrôler si l'électricité augmente réellement dans la diode au silicium. Le CI 324 joue le rôle de comparateur et la tension nominale de comparaison est réglée sur 60 mV. Autrement dit, quand l'électricité produite dans la diode au silicium dépasse une tension de 60 mV, la **diode électroluminescente 1** s'allume pour signaler la production d'électricité.

Voyons à présent ce qu'il se passe lorsque vous exposez la diode au silicium aux rayons du soleil. Si la diode **LED 1** s'allume, cela signifie que vous êtes parvenu à transformer l'énergie solaire en électricité.

Essayez d'éclairer la diode avec d'autres sources d'énergie telles qu'une lampe incandescente ou une lampe fluorescente et voyez comment la tension varie en fonction de la distance et de l'intensité de chaque source lumineuse.

PROJECT 105: SILICIUMDIODE-ZONNECEL

Natuurlijk weten we dat de felle zonnestralen die ons bereiken, energie hebben (ze voelen immers warm aan wanneer we buiten gaan), maar heb je er wel eens aan gedacht om die energie om te zetten in elektriciteit? Een droom? Een droom die werkelijkheid wordt als je een zonnecel gebruikt, en die gaan we in dit project bouwen! De siliciumpdiode in je projectdoos is een halfgeleider, net als elke zonnecel, en dus gaan we die gebruiken om elektriciteit op te wekken.

Het circuit voor dit experiment maakt gebruik van een "comparator", een onderdeel dat spanningen vergelijkt, om na te gaan of de siliciumpdiode wel degelijk elektriciteit wordt opgewekt. IC 324 werkt als comparator, en het standaardvoltage voor de vergelijking is ingesteld op 60 mV. Wanneer in de siliciumpdiode dus elektriciteit wordt opgewekt met een spanning van meer dan 60 mV, gaat **LED 1** branden om je te vertellen dat er inderdaad elektriciteit wordt geproduceerd.

Kijk nu wat er gebeurt wanneer je de siliciumpdiode aan de zon blootstelt. Als **LED 1** brandt, betekent dit dat je erin geslaagd bent zonne-energie om te zetten in elektriciteit.

Probeer andere lichtbronnen uit, zoals een gloeilamp of een TL-lamp, en kijk hoe de spanning verandert naar gelang van de afstand en de helderheid van elke lichtbron.

PROJECT 106: GEINTEGREERDE SCHAKELING

Je zou denken dat elke **LED** onmiddellijk opflits wanneer je hem inschakelt. Maar door wat elektronische kennis in praktijk om te zetten kun je een **LED** ook geleidelijk doen branden... Een **LED** langzaam feller zien branden terwijl je de toets ingedrukt houdt, is opwindend - en met dit project is die opwindig ook voor jou.

Het circuit dat deze interessante voorstelling verwezenlijkt heet een "Miller geïntegreerde schakeling". Condensator C heeft een heel hoge nominale waarde omwille van de werking van IC 324. Wanneer je op **S1** drukt, wordt de condensator langzaam opgeladen via weerstand R en gaat de **LED** langzaam branden. **S2** wordt gebruikt om de elektronen in de condensator weer te laten ontsnappen.

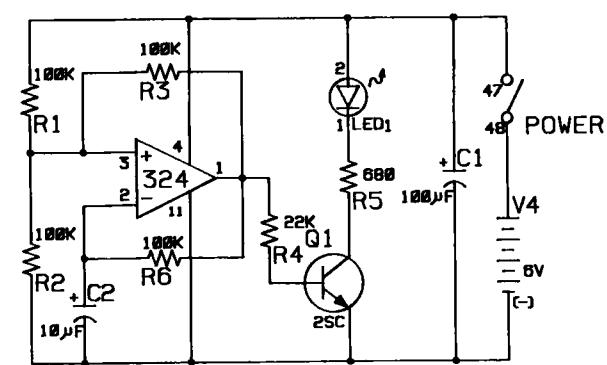
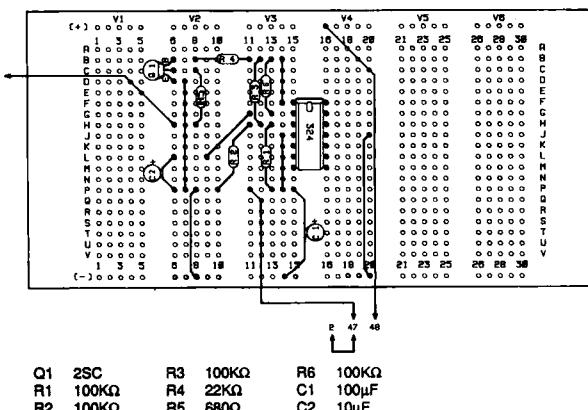
Om dit project te gebruiken druk je op **S2** nadat je de stroom hebt ingeschakeld, om de elektronen uit de condensator te laten ontsnappen; je blijft dan **S1** ingedrukt houden en de **LED** wordt stap voor stap helderder. De maximum helderheid wordt bereikt na ongeveer vijf seconden. Druk op **S2** om de condensator te ontladen en hou **S1** ingedrukt om het experiment over te doen.

PROJECT 107: ASTABLE MULTIVIBRATOR USING OP AMPLIFIER

We've already learned how a multivibrator circuit works. In this project, we're going to make an **LED** flash on and off with an astable multivibrator using an operational amplifier. The astable multivibrator is used in **LED** flashers and similar electronic devices.

IC 324 acts as the astable multivibrator. Remember that the output of a multivibrator is a square wave? The circuit shown in the schematic has an oscillating frequency of about 0.5 Hz and makes **LED 1** light up and go out repeatedly. This continues over and over again at intervals of about 2 seconds. (That means the half of the intervals is a second -- 0.5 Hz, OK?) The output of the multivibrator is sent to transistor Q1. Q1 amplifies current to light up **LED 1**.

This experiment is super-easy... just switch power ON, and **LED 1** flashes on and off. See how the oscillating frequency changes by changing C (10 μ F) and R (100 k ohms) to different values.



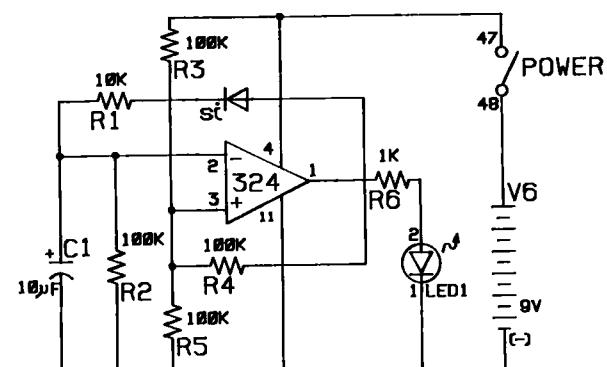
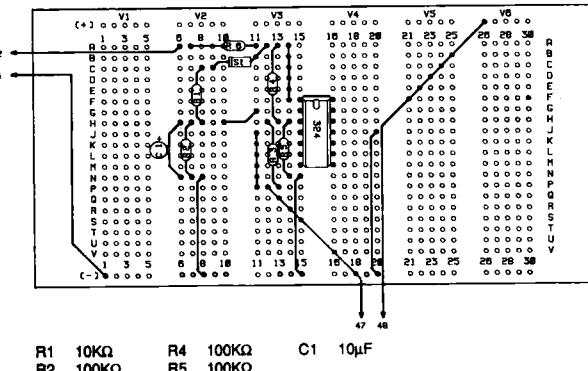
PROJECT 108: PULSE GENERATOR

This is an **LED** flasher that makes an **LED** flash on and off rapidly. Using this flasher, you make the **LED** flash for a moment and go out, flash again and go out, and repeat this cycle over and over.

This is a pulse generator which works in the following way. When you switch power ON, an output voltage is produced and C1 is charged through R1, and **LED 1** stays on while C1 is charged. As the charging of C1 goes on, the output voltage goes down to 0. The electrons stop flowing to C1 and **LED 1** goes out. How this happens? Wait till you build the next project.

Then, the electrons stored in C1 are discharged through R2. When C1 is discharged to a certain extent, the circuit restores the original power-ON state. This cycle repeats itself continuously.

Do you get **LED 1** winking all right? Then, see how its flickering changes when you use different values for R1 and R2. You'll notice that it goes on and off slowly when R2 is increased, and fast when R2 is decreased.



MONTAGE 107: MULTIVIBRATEUR ASTABLE AVEC AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Nous avons déjà étudié le fonctionnement d'un circuit multivibrateur. Ce montage vous permettra d'allumer et d'éteindre une **LED** à l'aide d'un multivibrateur astable comprenant un amplificateur opérationnel. Le multivibrateur astable est utilisé dans les clignotants à **diodes électroluminescentes** ainsi que dans d'autres dispositifs électroniques similaires.

Le CI 324 joue le rôle de multivibrateur astable. Vous vous souvenez que sa sortie se présente sous forme d'ondes carrées? Le circuit illustré sur le diagramme schématique possède une fréquence d'oscillation d'environ 0,5 Hz et permet d'allumer et d'éteindre la diode **LED 1** à plusieurs reprises. Ce cycle se répète continuellement à intervalles d'environ 2 secondes. (Autrement dit, la moitié d'un intervalle est égal à une seconde, c'est-à-dire 0,5 Hz, d'accord?) La sortie du multivibrateur est envoyée au transistor Q1 qui amplifie le courant de façon à éclairer la diode **LED 1**.

Ce montage est extrêmement simple ... il vous suffit de mettre le circuit sous tension et la diode **LED 1** clignote. Voyez comment la fréquence d'oscillation varie en remplaçant le condensateur de 10 μ F et la résistance de 100 kohms par d'autres de valeurs différentes.

MONTAGE 108: GENERATEUR D'IMPULSIONS

Il s'agit d'un clignotant à **LED** qui permet d'allumer et d'éteindre rapidement une **LED**. Celle-ci clignote alors pendant quelques instants, s'éteint, clignote à nouveau un moment, s'éteint, etc. Ce cycle se répète indéfiniment.

Le générateur d'impulsions fonctionne de la manière suivante. Quand vous mettez le circuit sous tension, vous produisez une tension de sortie, C1 se charge par l'intermédiaire de R1 et la diode **LED 1** demeure allumée pendant que C1 se charge. Pendant que C1 continue de se charger, la tension de sortie diminue jusqu'à atteindre 0. Les électrons cessent alors de circuler dans C1 et la diode **LED 1** s'éteint. Comment cela se passe-t-il? Attendez d'avoir réalisé le montage suivant.

Ensuite, les électrons emmagasinés dans C1 se déchargent dans R2. Dès que la décharge atteint un niveau déterminé, le circuit se met à nouveau sous tension et le cycle se répète ainsi de manière continue.

La diode **LED 1** clignote-t-elle correctement? Voyez à présent comment le clignotement varie lorsque vous remplacez R1 et R2 par des résistances de valeurs différentes. Vous remarquez que la diode s'allume et s'éteint lentement quand vous augmentez la valeur de R2 et rapidement quand vous diminuez la valeur de R2.

PROJECT 107: VERANDERLIJKE MULTIVIBRATOR MET OPERA- TIELE VERSTERKER

We hebben al geleerd hoe een multivibratorcircuit werkt. In dit project laten we een **LED** aan en uit knipperen met een veranderlijke multivibrator die gebruik maakt van een operationele versterker. De veranderlijke multivibrator wordt gebruikt in **LED**-knipperlichten en gelijkaardige elektronische onderdelen.

IC 324 werkt als veranderlijke multivibrator. Weet je nog dat de output van een multivibrator een vierkantsgolf is? Het circuit op het schema heeft een oscillatiefrequentie van ongeveer 0,5 Hz en laat **LED 1** meermalen opflikken en doven. Dat gaat zo altijd maar verder met intervallen van ongeveer 2 seconden. (Dat betekent: de helft van de intervallen in één seconde - 0,5 Hz, gesnopen?) De output van de multivibrator gaat naar transistor Q1. Q1 versterkt de stroom om **LED 1** te doen branden.

Dit experiment is supereenvoudig... schakel gewoon de stroom in en **LED 1** knippert aan en uit. Kijk hoe de oscillatiefrequentie verandert door C (10 μ F) en R (100 k ohms) te vervangen door andere waarden.

PROJECT 108: IMPULSGENERATOR

It is a **LED**-flitser waarbij een **LED** snel aan en uit knippert. Met deze flitser laat je de **LED** even opflikken en weer uitdoven, opnieuw opflikken en uitdoven, en zo altijd maar door.

It is an impulse generator that works as follows. When you turn on the circuit, a voltage is produced and C1 is charged via R1; **LED 1** remains lit while C1 is charged. While C1 continues to charge, the output voltage decreases until it reaches 0. The electrons stop flowing through C1 and **LED 1** turns off. How does this happen? Wait until you build the next project.

Then, the electrons stored in C1 are discharged via R2. Once the discharge reaches a certain level, the circuit returns to its original power-on state. This cycle repeats itself continuously.

Do you get **LED 1** blinking correctly? Then, see how its flickering changes when you use different values for R1 and R2. You'll notice that it goes on and off slowly when R2 is increased, and fast when R2 is decreased.

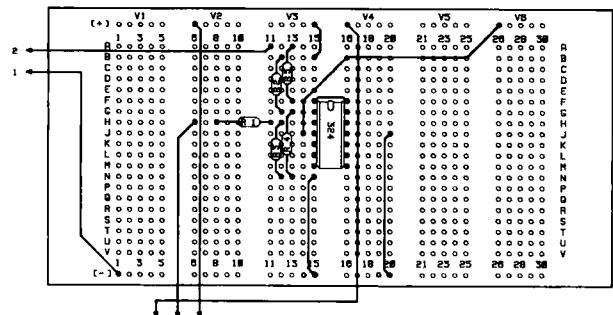
PROJECT 109 : COMPARATOR

A comparator is a device which has its own reference voltage and compares it with any external input voltage to tell you if the input voltage is higher or lower than the reference voltage.

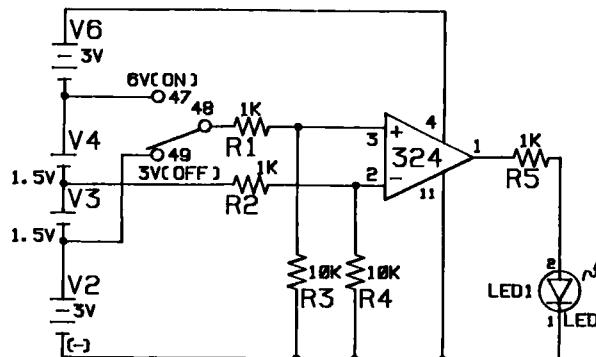
The schematic diagram shows you that this reference voltage is about 4.5 V and is applied to the pin 2 of IC 324. Input voltage is supplied to the pin 3 of IC 324, and the **LED** lights up if this voltage is higher than the reference voltage, and goes out if it is lower than the reference voltage.

Now, let's see how this comparator works. Turn the power ON by connecting the 3 V terminal. The **LED** doesn't light up, does it? Now slide the **select switch** up. This makes the input voltage to pin 3 to 6V. The comparator outputs a voltage as the input voltage is now higher than the reference voltage.

Go back to previous project and see how the pulses are output.



R1 1kΩ R4 10kΩ
R2 1kΩ R5 1kΩ
R3 10kΩ

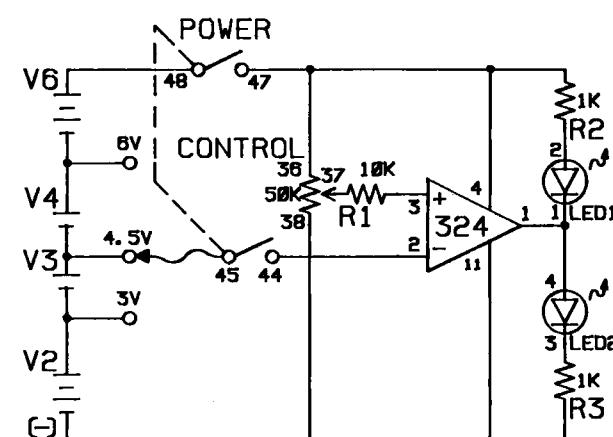
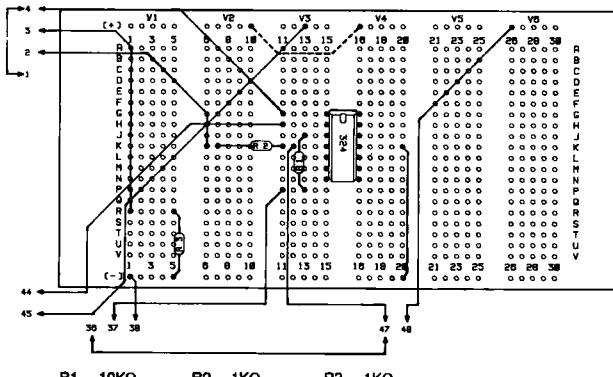


PROJECT 110 : EXPERIMENT OF COMPARATOR

Here's another project to see how the comparator works.

You can adjust the input voltage with the **control**. When you turn it counterclockwise, **LED 1** lights up and **LED 2** goes out. Now turn the **control** clockwise gradually... **LED 2** lights up and **LED 1** goes out at some point. At this point, the input voltage is the same as the reference voltage ... 4.5V.

Now, you've got the knack of the comparator operation. So, see what happens when the reference voltage is changed to 3 V or 6 V. Did you notice the change in the control setting at which the **LEDs** take turns lighting?



MONTAGE 109 : COMPARATEUR

Le comparateur est un dispositif qui possède sa propre tension de référence et qui la compare avec n'importe quelle tension d'entrée extérieure afin de vous signaler si cette dernière est supérieure ou inférieure à la tension de référence.

Sur le diagramme schématique, vous constatez qu'une tension de référence de 4,5 volts environ est appliquée à la broche 2 du CI 324. La tension d'entrée alimente la broche 3 du CI 324. La diode LED s'allume quand cette tension est supérieure à la tension de référence et s'éteint lorsqu'elle est inférieure à celle-ci.

Voyons à présent comment fonctionne ce comparateur. Mettez le circuit sous tension en raccordant la borne de 3 volts. La diode LED ne s'allume pas, n'est-ce-pas? A présent, placez le **sélecteur** sur la position levée. La tension d'entrée à la borne 3 est de 6 volts. Le comparateur produit donc une tension de sortie puisque la tension d'entrée est maintenant supérieure à la tension de référence.

Retournez au montage précédent et voyez comment les impulsions sont produites.

PROJECT 109: COMPARATOR

Een comparator is een toestelletje dat zijn eigen referentiespanning (voltage) vergelijkt met een voltage van buitenaf, om je dan te vertellen of dat externe voltage hoger of lager is dan de referentiespanning.

Op het schema zie je dat deze referentiespanning ongeveer 4,5 V bedraagt en dat ze is aangelegd op pin 2 van IC 324. De externe spanning komt binnen via pin 3 van IC 324 en de **LED** brandt wanneer deze spanning hoger is dan de referentiespanning - en dooft wanneer ze lager is.

Laten we eens nagaan hoe deze comparator werkt. Schakel de stroom in door het 3 V contactpunt te verbinden. De **LED** brandt niet, of wel soms? Schuif nu de **keuzeschakelaar** omhoog. Daardoor komt er 6 V i.p.v. 3 V binnen via pin 3. De comparateur stuurt een voltage uit aangezien de toegevoerde spanning nu hoger is dan zijn referentiespanning.

Ga terug naar het vorige project en zie hoe de impulsen uitgezonden worden.

MONTAGE 110 : EXPERIENCE SUR LE COMPARATEUR

Voici un autre montage qui illustre le fonctionnement du comparateur.

Vous pouvez régler la tension d'entrée à l'aide de la **commande**. Quand vous la tournez vers la gauche, la diode LED 1 s'allume et la diode LED 2 s'éteint. A présent, tournez progressivement la **commande** vers la droite. A un endroit déterminé, la diode LED 2 s'allume tandis que la diode LED 1 s'éteint. La tension d'entrée est alors identique à la tension de sortie. Elle sont égales à 4,5 volts.

A présent que vous avez compris le fonctionnement du comparateur, voyez ce qu'il se passe quand la tension de référence est de 3 ou de 6 volts. Avez-vous noté la position occupée par la commande quand les diodes LED se sont allumées à tour de rôle?

PROJECT 110: COMPARATOR-EXPERIMENT

Hier heb je nog een project om na te gaan hoe de comparator werkt.

Je kunt het toegevoerde voltage regelen met de **regelknop**. Wanneer je in tegenwijzerzin draait, gaat LED 1 branden en dooft LED 2. Draai je nu geleidelijk in wijzerzin aan de **knop**, dan gaat op een bepaald punt LED 2 branden en dooft LED 1. Op dat punt is het toegevoerde voltage gelijk aan de referentiespanning, nl. 4,5 volt.

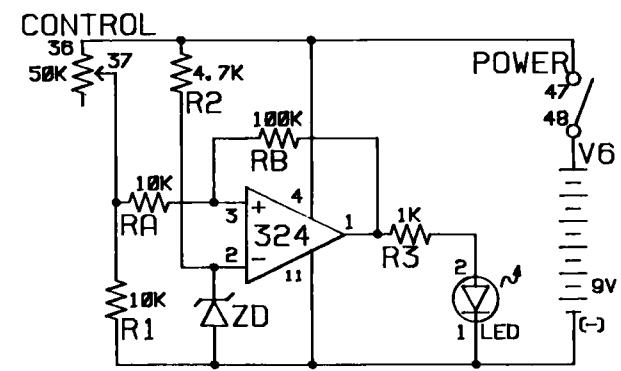
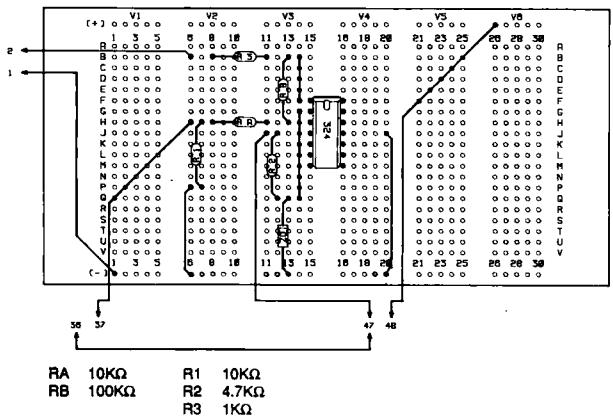
Nu je de kneep van de comparatorwerking beet hebt, kun je na-aan wat er gebeurt wanneer de referentiespanning wordt gewijzigd tot 3 of 6 volt. Heb je gezien dat de regelknop anders staat wanneer de **LED's** omwisselen?

PROJECT 111 : COMPARATOR WITH HYSTERESIS

Do you always take the same route on your way to and back from school? Maybe you do so usually, but you must certainly have taken some other route for a change from time to time, haven't you? Well, electrons which can be made to flow back by a route different from the going route in a circuit, and we're going to find out how in this project. The difference between the going and returning routes is called the "hysteresis".

In this experiment, we're going to build a comparator with the hysteresis characteristic. First, turn the **control** fully counterclockwise, and turn the power ON. The **LED** goes out. Now, turn the **control** clockwise, and the **LED** lights up at some point. Note this point.

Next, turn the **control** clockwise and then slowly back counterclockwise, and check where the **LED** goes out. Did you notice the difference between the point where the **LED** lights up and the point where it goes out? That's the hysteresis, and its width becomes larger when RA is increased or RB is decreased.



PROJECT 112 : CONSTANT CURRENT SOURCE BY OP AMPLIFIER

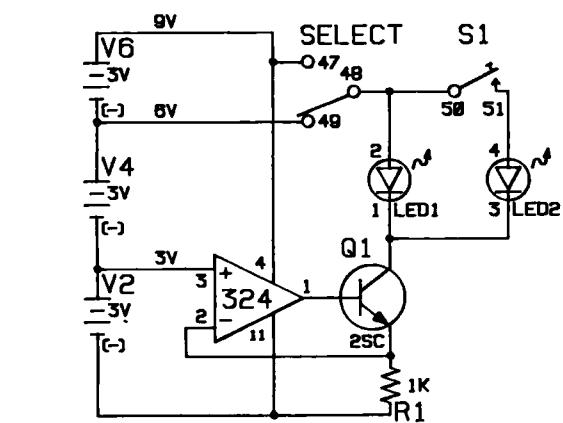
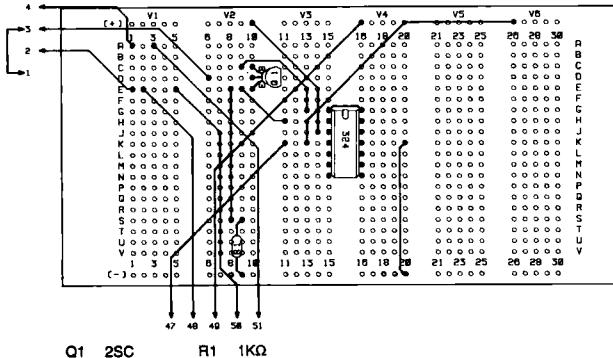
In this project, we're going to make another constant current circuit, using the Operational Amplifier and the transistor. This circuit can maintain a constant current not just when the source voltage is changed but also when the load is changed.

Look at the schematic. When the current is about to change, the voltage across R1 changes. This is fed back to the operational amplifier. The output of the operational amplifier changes in accordance with the feedback signal, which in turn controls the base voltage of the transistor to Q1 to maintain the current constant.

Let's get to the experiment. Set the **select switch** to 9 V side first, and press **S1** ON and OFF while watching the brightness of **LED 1**. **LED 1** becomes dimmer when **S1** is ON. Now, set the **select switch** to 6 V, with **S1** turned OFF.

So you've perhaps guessed already, when **S1** is turned ON and OFF, the current flows to both **LED 1** and **LED 2**, thereby increasing the load to the circuit. The transistor Q1's current tends to increase, but it is held constant as explained above. Because the load increases but current doesn't, **LED 1** becomes dimmer.

When the power is switched over between 6 V and 9 V, the current would change because of the voltage change. However, it is again kept constant, so the **LED** brightness remains the same.



MONTAGE 111 : COMPARATEUR AVEC HYSTÉRESIS

Prenez-vous toujours le même chemin pour aller et revenir de l'école? En règle générale, peut-être bien, mais vous avez certainement déjà emprunté un autre itinéraire de temps en temps, n'est-ce-pas? Vous pouvez aussi forcer les électrons qui circulent dans un circuit à emprunter un chemin de retour différent de l'aller. Ce montage vous montrera la procédure à suivre pour y arriver. La différence entre l'aller et le retour est appelée "hystérésis".

Ce montage vous permet de construire un comparateur qui possède la caractéristique d'hystérésis. Pour commencer, tournez la **commande** à fond vers la gauche, puis mettez le circuit sous tension. La diode **LED** s'éteint. A présent, tournez la **commande** vers la droite. A un endroit déterminé, la diode **LED** s'allume. Notez cet endroit.

Ensuite, tournez la **commande** vers la droite, puis tournez-la lentement vers la gauche et contrôlez l'endroit où la diode **LED** s'éteint. Avez-vous remarqué la différence entre l'endroit où la diode **LED** s'allume et celui où elle s'éteint? Elle correspond à l'hystérésis et augmente quand vous augmentez RA ou vous diminuez RB.

PROJECT 111: COMPARATOR MET HYSTERESE

Ga jij altijd langs dezelfde weg naar school en terug? Misschien doe je dat meestal wel, maar je hebt beslist al eens een andere weg genomen voor de verandering, of niet soms? Wel, ook elektronen in een circuit kunnen terugstromen via een andere route dan die waardoor ze gekomen zijn; hoe dat gebeurt gaan we in dit project uitvissen. Het verschil tussen de heen- en terugroute heet de "hysteresis".

In dit experiment bouwen we een comparotor met een hystereseeigenschap. Draai de **regelknop** eerst helemaal in tegenwijzerzin en schakel dan de stroom in. De **LED** dooft. Draai de **regelknop** nu in wijzerzin, en op een bepaald punt gaat de **LED** branden. Noteer dat punt.

Vervolgens draai je de **regelknop** helemaal in wijzerzin en dan langzaam terug in tegenwijzerzin. Controleer wanneer de **LED** dooft? Zie je het verschil tussen het punt waarop de **LED** gaat branden en dat waarop hij dooft? Dat is de hysteresis, en de omvang ervan neemt toe wanneer RA groter wordt of RB kleiner.

MONTAGE 112 : SOURCE A COURANT CONSTANT PAR AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Ce montage vous permettra de réaliser un autre circuit à courant constant à l'aide de l'amplificateur opérationnel et du transistor. Ce circuit est capable de maintenir un courant constant non seulement quand vous modifiez la tension source mais aussi en cas de variation de la charge.

Examinez le diagramme schématique. Quand le courant est sur le point de changer, la tension de R1 varie et la réaction est ramenée dans l'amplificateur opérationnel. La sortie de l'amplificateur opérationnel varie en fonction du signal de réaction qui commande à son tour la tension de base du transistor vers Q1, afin de maintenir le courant à un niveau constant.

Examinons maintenant le montage proprement dit. Placez d'abord le **sélecteur** sur la position 9 volts, puis ouvrez et fermez **S1** tout en examinant l'intensité de la diode **LED 1**. Celle-ci pâlit quand **S1** est ouvert. A présent, placez le **sélecteur** sur la position 6 volts et fermez **S1**.

Comme vous l'avez peut-être déjà deviné, quand vous ouvrez et fermez **S1**, le courant circule jusqu'aux **LED 1** et **LED 2**, ce qui permet d'augmenter la charge du circuit. Le courant du transistor Q1 tend à augmenter mais est cependant maintenu à un niveau constant de la manière expliquée plus haut. Comme la charge augmente mais que le courant demeure constant, la diode **LED 1** s'assombrit.

Quand vous permutez la tension entre 6 et 9 volts, le courant devrait varier puisque la tension change. Toutefois, comme il est à nouveau maintenu à un niveau constant, l'intensité de la diode **LED** demeure identique.

PROJECT 112: CONSTANTE STROOMBRON DOOR OPERATIONELE VERSTERKER

In dit project maken we nog een circuit met constante stroom, en we gebruiken daarvoor de operationele versterker en de transistor. Dit circuit kan een stroom niet alleen constant houden wanneer de oplaadspanning wordt gewijzigd, maar ook wanneer de belasting wordt gewijzigd.

Bekijk het schema. Wanneer de stroom gaat veranderen, verandert de spanning door R1. Dit wordt teruggekoppeld naar de operationele versterker. De output van de operationele versterker verandert overeenkomstig het terugkoppelingssignaal, dat op zijn beurt de basisspanning van de transistor naar Q1 regelt om de stroom constant te houden.

En nu naar het experiment zelf. Zet de **keuzeschakelaar** eerst naar de 9 V kant en druk **S1** in en uit terwijl je de helderheid van **LED 1** controleert. **LED 1** verzwakt wanneer **S1** ingedrukt is. Zet nu de **keuzeschakelaar** op 6 V, met **S1** niet ingedrukt.

Zoals je misschien al geraden had: wanneer **S1** aan en uit wordt gezet, gaat de stroom zowel naar **LED 1** als naar **LED 2**, waardoor de belasting voor het circuit toeneemt. De stroom van transistor Q1 wil wel toenemen, maar wordt constant gehouden zoals hierboven uitgelegd werd. Omdat de belasting toeneemt maar de stroom niet, gaat **LED 1** zwakker branden.

Schakel je voor de voeding over tussen 6 V en 9 V, dan zou de stroom moeten veranderen omdat je de bron vergroot of verkleint. Toch blijft hij ook nu constant, zodat de helderheid van de **LED** gelijk blijft.

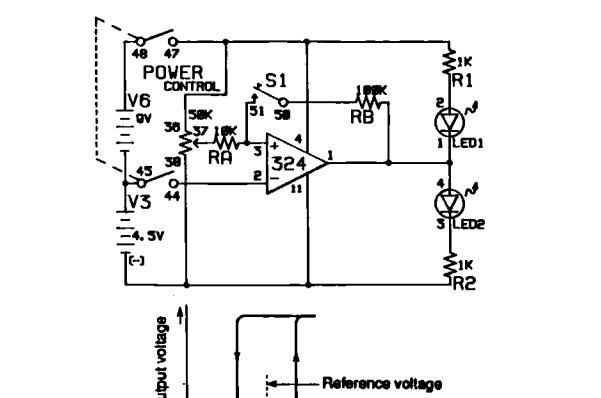
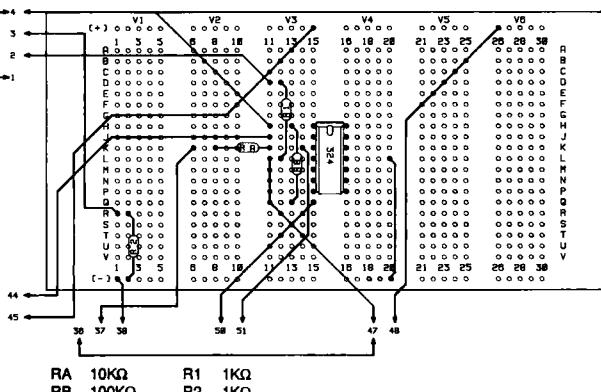
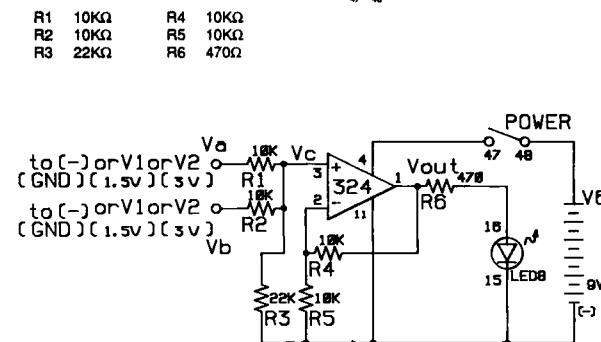
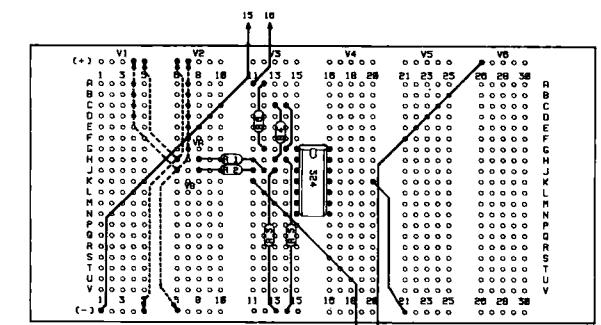
PROJECT 113 : NON-INVERTING ADDER

In this project, we're going to make an experimental adder using an operational amplifier. The circuit shown in the schematic is also called a "Summing Amplifier," because it sums up two or more voltages.

This circuit has two input terminals, Va and Vb. Input voltages applied to Va and Vb are summed up by operational amplifier IC 324 working as a non-inverting amplifier, and then displayed as an output.

Let's get to the experiment. Turn power ON, and connect the two input terminals to the (-) terminal. Since both input voltages are zero at this time, the output voltage is also zero and the **LED** doesn't light up.

See what happens when you leave Vb as it is and connect Va to **V1**. The **LED** lights up, but it's not very bright. Now connect Vb to **V1**. What happens this time? Observe how the **LED** changes its brightness when the voltage from the (-) terminal, **V1** and **V2** is applied. The way the **LED** changes its brightness lets you understand how the voltages are summed up by this circuit.



PROJECT 114 : SCHMITT TRIGGER CIRCUIT

In this project, we're going to see how the operational amplifier works when used as a Schmitt trigger circuit and a comparator.

Figure shows that the Schmitt trigger circuit provides different hysteresis loops as you turn the **control** clockwise or counterclockwise.

Now, let's get to the experiment. Leave **S1** OFF, and the operational amplifier works as a comparator. When you rotate the **control**, **LEDs 1** and **2** take turns lighting at some point. Note that this point doesn't change whether you turn the **control** clockwise or counterclockwise. Now, press **S1** ON, and you'll have a Schmitt trigger circuit that produces hysteresis loops, as shown in figure 1.

The width of hysteresis becomes narrower as the RB/RA ratio increases. Notice how the width changes when using different values for RA and RB.

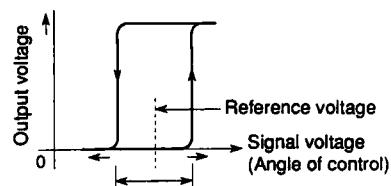


Figure 1

MONTAGE 113 : ADDITIONNEUR NON-INVERSEUR

Ce montage vous permettra de fabriquer un additionneur expérimental à l'aide d'un amplificateur opérationnel. Le circuit illustré sur le diagramme schématique est aussi appelé "amplificateur sommateur" car il additionne deux tensions ou davantage.

Ce circuit possède deux bornes d'entrée, Va et Vb. Les tensions d'entrée appliquées à Va et Vb sont additionnées par le CI 324 amplificateur opérationnel qui joue le rôle d'amplificateur non-inverseur. Ces tensions sont ensuite affichées comme sortie.

Exampons maintenant le montage proprement dit. Mettez le circuit sous tension, puis raccordez les deux bornes d'entrée à la borne négative (-). Comme les deux tensions d'entrée sont alors égales à zéro, la tension de sortie prend la même valeur et la diode LED demeure éteinte.

Voyez ce qu'il se passe quand vous raccordez Va à **V1** sans toucher à Vb. La diode LED s'allume, mais son intensité demeure faible. Raccordez à présent Vb à **V1**. Que se passe-t-il cette fois? Voyez comment l'intensité de la diode LED varie quand la tension **V1** et **V2** provenant de la borne négative (-) est appliquée. La manière dont l'intensité de la diode LED varie vous permet de comprendre comment ce circuit additionne les tensions.

PROJECT 113: NIET-OMKERENDE OPTELLER

In dit project maken we een experimentele opteller met een operationele versterker. Het circuit dat je op het schema ziet, wordt ook wel "optelversterker" genoemd, omdat het twee of meer voltages samenvoegt.

Dit circuit heeft twee ingangen, Va en Vb. De voltages die bij Va en Vb binnenkomen worden samengevoegd door de operationele versterker IC 324, die functioneert als niet-omkerende versterker, en worden dan weergegeven als output.

Nu het experiment. Schakel de stroom in en verbind de twee ingangen met het (-) contactpunt. Aangezien beide inputspanningen dan nul zijn, is ook het outputvoltage nul en brandt de **LED** niet.

Kijk wat er gebeurt wanneer je Vb laat voor wat hij is en Va verbindt met **V1**. De **LED** gaat branden, zij het niet zo fel. Verbind nu ook Vb met **V1**. Wat gebeurt er nu? Ga na hoe de **LED**-helderheid verandert wanneer de spanning van het (-) contactpunt, **V1** en **V2** wordt aangelegd. Door de manier waarop de **LED**-helderheid verandert begrijp je hoe de voltages door dit circuit worden samengevoegd.

PROJECT 114: SCHMITT TRIGGERCIRCUIT

In dit project zien we hoe de operationele versterker functioneert wanneer hij gebruikt wordt als Schmitt triggercircuit en comparaator.

Op de figuur is te zien dat het Schmitt triggercircuit verschillende hystereselussen oplevert naarmate je de **regelknop** in wijzerzin of tegenwijzerzin draait.

Nu het experiment zelf. Laat **S1** uit en de operationele versterker werkt als een comparaator. Wanneer je aan de **regelknop** draait, is er telkens een punt waarop **LED 1** en **LED 2** omwisselen (de ene gaat branden, de andere dooft). Merk op dat dit punt niet verandert, of je nu in tegenwijzerzin of wijzerzin draait. Druk nu **S1** in en je krijgt een Schmitt triggercircuit dat hystereselussen produceert, zoals te zien is op figuur 1.

De omvang van de hysterese wordt smaller naarmate de verhouding tussen RB en RA vergroot. Merk op hoe de omvang verandert bij gebruik van verschillende waarden voor RA en RB.

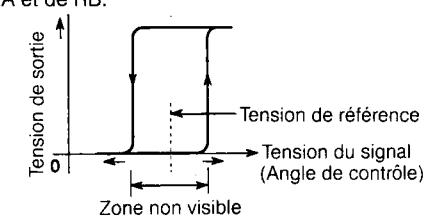
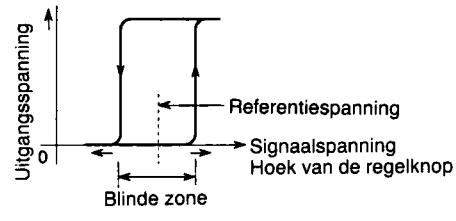


Figure 1



Figuur 1

PROJECT 115 : DELAYED TIMER

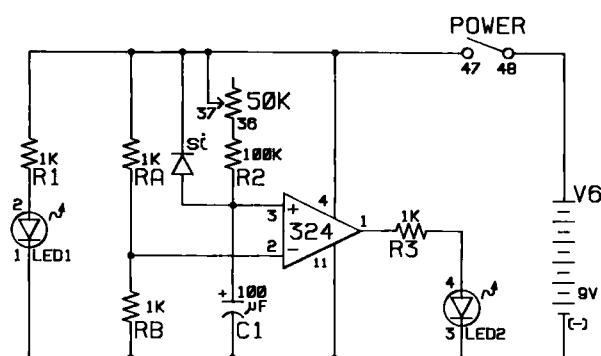
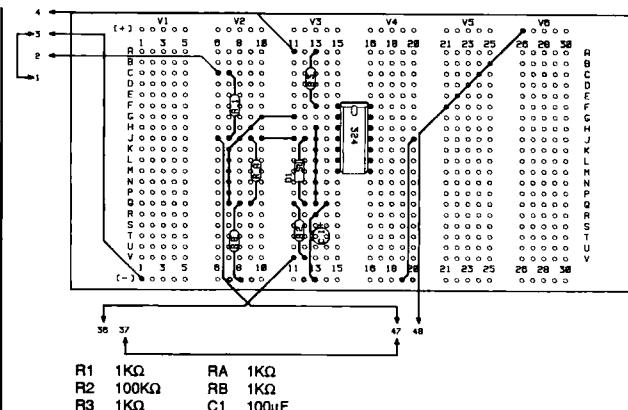
Back in project 110 we saw an operational amplifier working as a comparator. In this project, we're going to make an experiment on a delayed timer, using this operational amplifier and the CR time constant. The CR stands for, as you might suspect, capacitor and resistor. Time constant is the circuit that delays an operation.

The $-$ -terminal of the operational amplifier has a voltage of about 4.5 V, obtained by RA and RB. This is the comparator's reference voltage.

The $+$ -terminal of the comparator is connected to C1. C1 is charged by the series resistance of R2 and the control. The charging speed goes down if the resistance is large, and gets faster if the resistance is small. The delay time is set by this charging speed.

To use this project, set the **control** fully clockwise. Turn power ON: **LED 1** lights up first and **LED 2** also lights up about 7 - 8 seconds later. This 7- to 8-second time difference is the delay time set by the CR time constant.

Now, turn power OFF, set the **control** fully counterclockwise (minimum resistance position), and see what happens when you turn power ON again. **LED 2** again lights up later than **LED 1**, but how many seconds later? Now you see what this project's demonstrating.



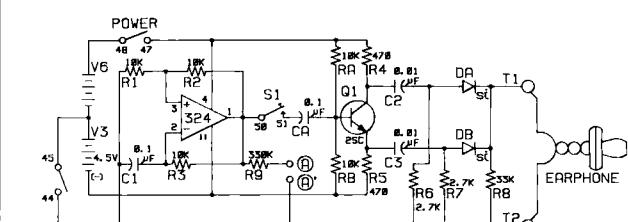
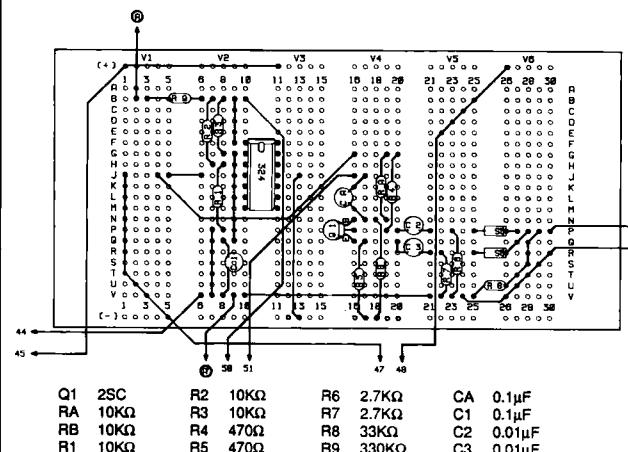
PROJECT 116 : PULSE FREQUENCY DOUBLER

This is a pulse frequency multiplier that works with just one transistor. It is called a "pulse frequency doubler" because it has a multiplication factor of 2.

The operational amplifier IC 324 is a square-wave oscillator that generates the AC signals this time. Q1 is a frequency doubler, and its collector and emitter have opposite phases. The two outputs are combined by Da and Db to double the frequency.

When you finish wiring the project, connect the earphone to A' and turn power on. You'll hear an oscillating sound through the earphone. Remember the tone of that sound.

Now, connect the earphone to T1 and T2, and press **S1**. You will hear a sound higher by an octave, showing you that the frequency is doubled.



MONTAGE 115 : MINUTERIE TEMPORISEE

Au montage 110, nous avons vu comment un amplificateur opérationnel fonctionne comme comparateur. Dans ce montage, nous allons fabriquer une minuterie temporisée qui utilise cet amplificateur opérationnel et la constante de temps CR. Comme vous l'avez probablement deviné, l'abréviation "CR" signifie condensateur/résistance. La constante de temps est un circuit qui retarde une opération.

La borne négative ($-$) de l'amplificateur opérationnel reçoit une tension d'environ 4,5 volts via les résistances RA et RB. Il s'agit de la tension de référence du comparateur.

La borne positive ($+$) du comparateur est raccordée à C1 qui reçoit sa charge via la résistance en série de R2 et de la commande. La vitesse de charge est faible lorsque la résistance est élevée et inversement. Cette vitesse de charge détermine la temporisation du circuit de la minuterie.

Pour utiliser ce montage, tournez la **commande** à fond vers la droite. Mettez le circuit sous tension : la diode **LED 1** s'illumine d'abord, la diode **LED 2** environ 7 ou 8 secondes plus tard. Ces quelques secondes de décalage constituent la temporisation définie par la constante de temps CR.

Placez maintenant le circuit hors tension en tournant la **commande** à fond vers la gauche (position correspondant à la résistance minimum) et voyez ce qu'il se passe quand vous mettez à nouveau le circuit sous tension. La diode **LED 2** s'allume à nouveau après la diode **LED 1**, mais combien de secondes plus tard? Vous voyez à présent ce que ce montage permet de démontrer.

PROJECT 115: VERTRAGINGSTIMER

In project 110 werkte een operationele versterker als comparator. In dit project doen we een proef met een vertragingscircuit op basis van dezelfde operationele versterker en de CR-tijdconstante. Zoals je inmiddels al hebt ondervonden staan C en R respectievelijk voor condensator en weerstand. Tijdconstante is het circuit dat een werking uitstelt (vertraagt).

Het ($-$) contactpunt van de operationele versterker heeft een spanning van ongeveer 4,5 V, verkregen via RA en RB. Dit is de referentiespanning van de comparator.

Het (+) contactpunt van de comparator is verbonden met C1. C1 wordt opgeladen door de seriële weerstand van R2 en de regelknop. De oplaadsnelheid daalt als de weerstand groot is, en stijgt als de weerstand klein is. De vertragingstijd wordt bepaald door deze oplaadsnelheid.

Om dit project te gebruiken draai je de **regelknop** helemaal in wijzerzin. Schakel de stroom in: **LED 1** gaat eerst branden, 7 tot 8 seconden later gevolgd door **LED 2**. Dit tijdverschil van 7-8 seconden is de vertragingstijd die is ingesteld door de CR-tijdconstante.

Schakel nu de stroom uit, draai de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin (laagste weerstandpositie) en kijk wat er gebeurt wanneer je de stroom weer inschakelt. **LED 2** gaat opnieuw later dan **LED 1** branden, maar hoeveel seconden later? Zo zie je meteen wat dit project wil aantonen.

PROJECT 116: IMPULSFREQUENTIE-VERDUBBELAAR

Dit is een impulsfrequentie-vermenigvuldiger die op slechts één transistor werkt. Hij heet "verdubbelaar" omdat de vermenigvuldigingsfactor 2 bedraagt.

De IC 324 operationele versterker is een vierkantgolf-oscillator die deze keer de wisselstroomsignalen opwekt. Q1 is een frequentieverdubbelaar, zijn collector en basis hebben tegengestelde fasen. De twee outputs worden door Da en Db samengebracht om de frequentie te verdubbelen.

Na het afwerken van de bedrading sluit je de oortelefoon aan op A' en je schakelt de stroom in. Door de oortelefoon hoor je een oscillatorend geluid. Onthou de toon ervan.

Sluit nu de oortelefoon aan op **T1** en **T2** en druk op **S1**. De toon die je hoort ligt een octaaf hoger, wat betekent dat de frequentie verdubbeld werd.

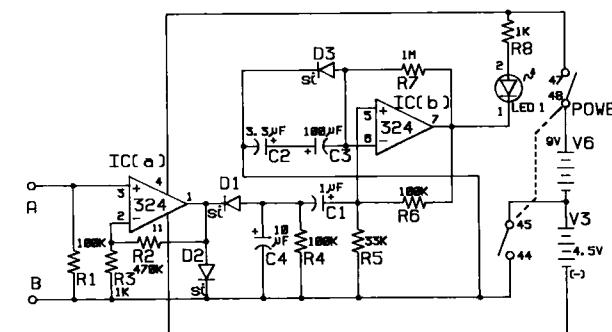
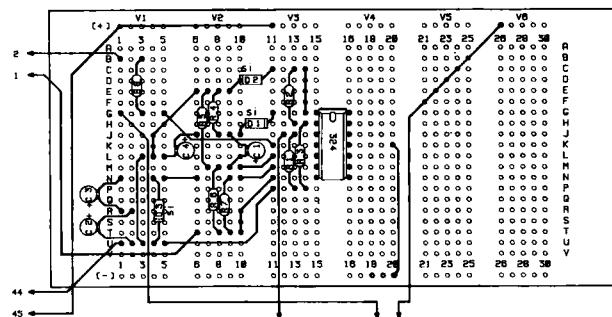
PROJECT 117 : TOUCH SWITCH USING OP AMPLIFIER

Here's a touch switch: you can change the status of the circuit by touching the terminal. Here the operational amplifier acts as an amplifier and a one-shot multivibrator. You can turn ON by a single touch but it is automatically turned OFF about 1 - 2 seconds later.

IC(a) is an amplifier that amplifies the voltage induced by a touch of your finger. The output from this amplifier is rectified by D1 and D2 to produce a trigger pulse. The pulse is then sent to the one-shot multivibrator.

IC(b), as the one-shot multivibrator, works as an electronic switch. When it receives an input, the output stays at low level for 1 - 2 seconds, then lights up the LED again. Note that you ought to slide down the power switch each time you use this touch switch.

If this touch switch doesn't work as explained above, your finger tip might be too dry. See if it works well when you touch it after wetting your finger tip.

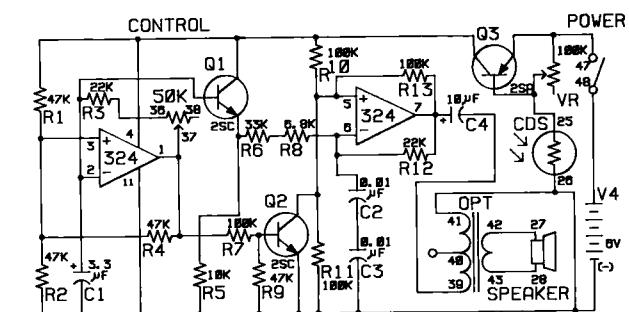
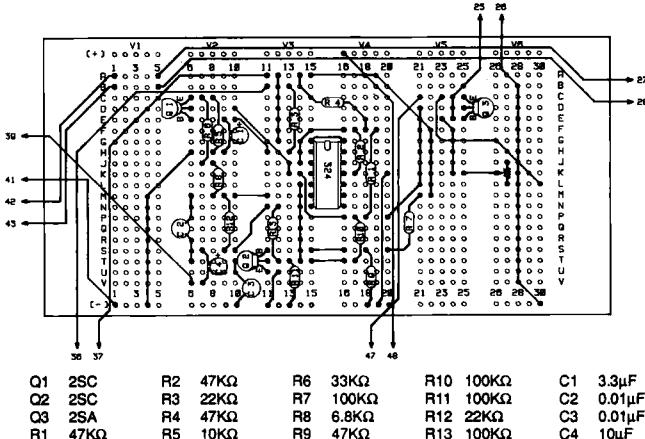


PROJECT 118 : EARLY BIRD

Let's make an early bird that begins chirping when it grows light in the morning. No doubt you suspect we use **CdS cell**: yes you're right. In this project the op amp IC is used as square-wave oscillator and the sweep oscillator. When the resistance of the **CdS cell** goes down, the switching transistor Q3 turns ON, and power is supplied to the circuit.

When you finish wiring up the circuit, turn the semi-fixed variable resistor tuner fully clockwise. Set the control in the 12 o'clock position, and turn power ON. You'll hear the early bird chirping from the **speaker**. Rotate the **control**, and you can change the tone of the chirp. Set the **control** in the position where you can hear the twitter you like the best.

The 100K semi-fixed resistor adjusts how much brightness is required to wake up the early bird. Adjust to the best point so you can wake at the time not too late to school!



MONTAGE 117 : TOUCHE A EFFLEUREMENT AVEC AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Voici une touche à effleurement : elle permet de modifier l'état du circuit en touchant la borne. Dans ce circuit, l'amplificateur opérationnel joue le rôle d'amplificateur et de multivibrateur à un coup. Vous pouvez le mettre sous tension par un simple effleurement mais il se mettra automatiquement hors tension 1 ou 2 secondes plus tard.

Le Cl(a) est un amplificateur qui amplifie la tension produite par l'effleurement de votre doigt. La sortie de cet amplificateur est rectifiée par D1 et D2 de façon à produire une impulsion de déclenchement qui est ensuite envoyée au multivibrateur à un coup.

Le Cl(b) joue le rôle de multivibrateur à un coup et fonctionne comme un interrupteur électronique. Quand il reçoit une entrée, la sortie demeure à un niveau faible pendant une ou deux secondes, puis illumine à nouveau la diode LED. Notez que vous devez placer l'interrupteur secteur sur la position abaissée chaque fois que vous utilisez cette touche à effleurement.

Si celle-ci ne fonctionne pas de la manière décrite plus haut, il se peut que le bout de votre doigt soit trop sec. Humidifiez-le et touchez à nouveau le circuit afin de voir s'il fonctionne correctement.

PROJECT 117: TASTSCHAKELAAR MET OPERATIONELE VERS- TERKER

Een tastschakelaar wijzigt de toestand van een circuit doordat je een contactpunt aanraakt. In dit geval werkt de operationele versterker als versterker en als eenmalige multivibrator. Je kunt inschakelen door het contactpunt gewoon aan te raken, maar na 1-2 seconden schakelt het circuit zichzelf weer uit.

IC(a) is een versterker die de spanning die wordt geïnduceerd door een aanraking van je vinger, versterkt. De output van deze versterker wordt gelijkgericht door D1 en D2 om een reactie-impuls op te wekken. De impuls gaat naar de eenmalige multivibrator.

Als eenmalige multivibrator werkt IC(b) als een elektronische schakelaar. Wanneer hij een input ontvangt, blijft de output 1-2 seconden laag, waarna de LED weer gaat branden. Let wel: je moet de stroomschakelaar naar beneden schuiven telkens wanneer je deze tastschakelaar gebruikt.

Werkt deze tastschakelaar niet zoals hierboven beschreven, dan is je vingertop misschien te droog. Bevochtig je vingertop en probeer nog eens.

PROJECT 118: VROEGE VOGEL

Nu maken we een vroege vogel, die begint te tjilpen wanneer het 's morgens licht wordt. Ongetwijfeld vermoed je dat we de **CdS-cel** gebruiken, en gelijk heb je. In dit project wordt de operationele versterker gebruikt als vierkantgolf-oscillator en zwaai-oscillator. Wanneer de weerstand van de **CdS-cel** vermindert, floopt de schakeltransistor Q3 aan en krijgt het circuit stroom.

Wanneer de bedrading klaar is, zet je de halfvaste variabele weerstand helemaal in wijzerzin. Zet de regelknop in zijn 12-uur stand en schakel de stroom in. Je hoort het getsjip van de vroege vogel uit de **luidspreker**. Draai aan de **regelknop** om de toon van het getsjip te veranderen. Laat de **knop** staan in de stand waarbij je het leukste getsjip hoort.

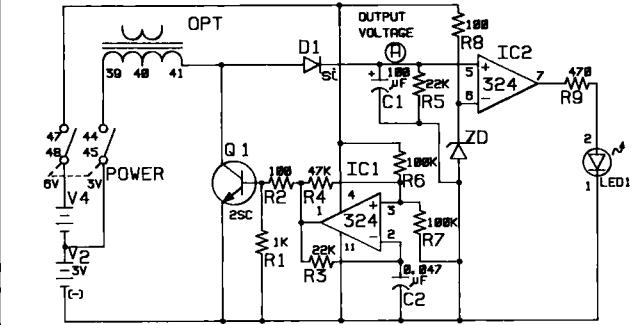
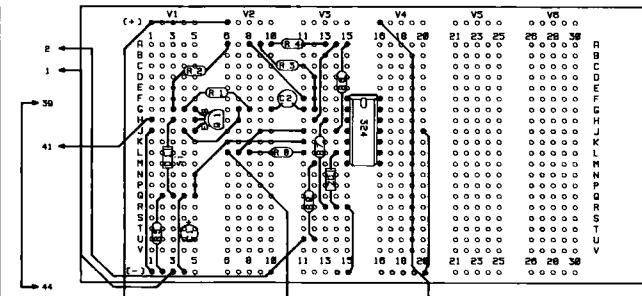
De halfvaste weerstand van 100 k bepaalt hoeveel licht er nodig is om de vroege vogel te wekken. Stel hem zo goed mogelijk af, zodat de vogel je op tijd wekt om naar school te gaan!

PROJECT 119 : DC-DC CONVERTER BY OP AMPLIFIER

Here's another DC-DC converter, but this one is intended specifically to obtain 5 V DC from 3 V DC.

Look at the schematic for this project. IC1 is an oscillator. The output is used to turn Q1 ON. A high voltage is generated instantly by the self-induction of the coil. This voltage is rectified by D1 to obtain a high DC voltage. IC2 is a comparator for examining the voltage increase. When its input voltage goes up to more than 5 V, the LED lights up.

When you wire the project, turn power ON and see how this circuit works. Note that the voltage applied to the coil is 3 V. But when the LED lights up, you can see that you've obtained a voltage of more than 5V.



PROJECT 120 : INVERTING AMPLIFIER

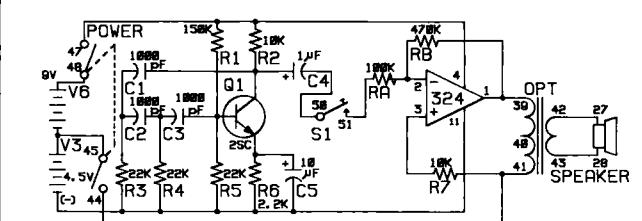
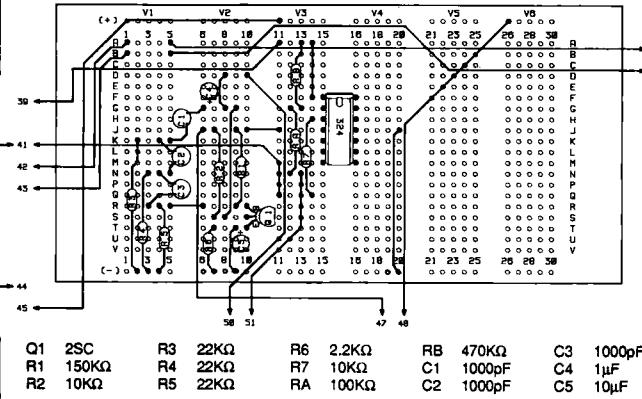
We're now going to make an inverting amplifier using the op amplifier. The signal source is a phase-shifting CR oscillator using a transistor, which generates a sine wave. In this project, we'll amplify the signal from this oscillator to activate the speaker.

Gain A of the inverting amplifier is expressed by the following formula:

$$A = \frac{RB}{RA}$$

This means that the gain becomes greater if RB is increased or RA is decreased.

When you finish wiring up the equipment, turn power ON and see what happens when you press S1. You can hear a clear, high-pitched sound from the speaker. You can practice sending Morse code by pressing S1 intermittently.



MONTAGE 119 : CONVERTISSEUR CC-CC PAR AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Voici un autre convertisseur CC-CC qui vous permettra cette fois de transformer exclusivement une tension 3 volts CC en tension 5 volts CC.

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Le Cl 1 est un oscillateur dont la sortie est utilisée pour mettre Q1 en marche. L'auto-induction de la bobine permet de produire instantanément une tension élevée, rectifiée par D1 pour obtenir une tension CC élevée. Le Cl 2 est un comparateur qui surveille l'augmentation de tension. Quand sa tension d'entrée devient supérieure à 5 volts, la diode LED s'illumine.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment il fonctionne. Vous constatez que la tension appliquée à la bobine est de 3 volts. Quand la diode LED s'illumine, cela signifie que vous avez obtenu une tension supérieure à 5 volts.

PROJECT 119: DC-DC OMZETTER MET OPERATIONELE VERSTERKER

Hier nog een DC-DC omzetter, deze keer bedoeld om uit 3 V gelijkstroom 5 V gelijkstroom te krijgen.

Bekijk het schema. IC1 is een oscillator. De output ervan wordt gebruikt om Q1 in te schakelen. Door de zelfinductie van de spoel wordt ogenblikkelijk een hoog voltage opgewekt. Dit voltage wordt door D1 gelijkgericht om een hoge gelijkspanning te krijgen. IC2 is een comparatator om de stijging van de spanning te onderzoeken. Wanneer het ingangsvoltage tot boven de 5 V stijgt, gaat de LED branden.

Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en kijk je hoe het circuit werkt. Merk op dat je slechts 3 V aanlegt op de spoel. Maar wanneer de LED gaat branden, stel je vast dat je een voltage van meer dan 5 V bereikt hebt.

PROJECT 120: INVERTORVERSTERKER

Nu gaan we met de operationele versterker een inverterende versterker maken. De signaalbron is een faseverschuivende CR-oscillator die gebruik maakt van een transistor die een sinusgolf opwekt. In dit project versterken we het signaal van deze oscillator om de luidspreker te activeren.

Versterking A van de inverterende versterker wordt uitgedrukt door volgende formule:

$$A = \frac{RB}{RA}$$

Dit betekent dat de versterking toeneemt als RB stijgt of RA daalt.

Na het aanbrengen van de bedrading schakel je de stroom in en kijk je wat er gebeurt wanneer je op S1 drukt. Uit de luidspreker komt een helder, hoog geluid. Je kunt morsecodes oefenen door met bepaalde tussenpozen op S1 te drukken.

PROJECT 121 : NON-INVERTING AMPLIFIER

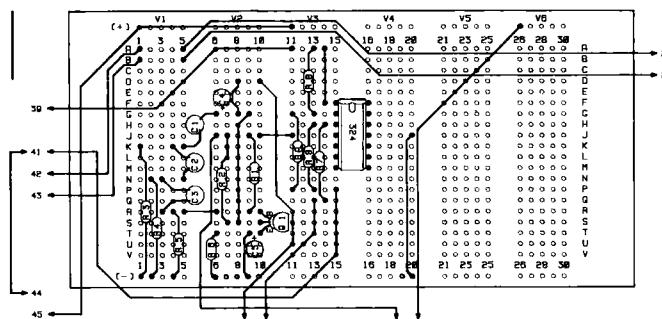
In this project, we're going to make a non-inverting amplifier using the op amplifier. The signal source is the same as we've just used in our last project, a phase-shifting CR oscillator that can generate sine wave. We'll amplify the signal from this oscillator with the non-inverting amplifier and activate the **speaker**.

Gain A of the non-inverting amplifier is expressed by the following formula:

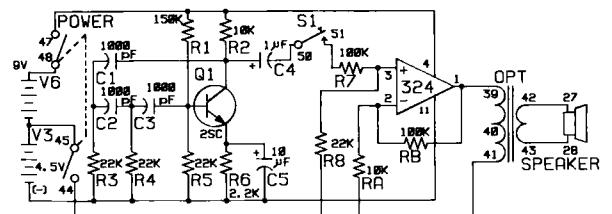
$$A = \frac{(RA + RB)}{RA}$$

This means that the gain becomes greater if RB is increased or RA is decreased.

When you've assembled the equipment, turn power ON and press **S1**, and you'll hear a clear, high-pitched sound coming continuously from the **speaker**. Again you can send Morse code by pressing **S1** intermittently.



Q1	2SC	R4	22kΩ	R8	22kΩ	C2	1000pF
R1	150kΩ	R5	22kΩ	R9	10kΩ	C3	1000pF
R2	10kΩ	R6	2.2kΩ	R10	100kΩ	C4	1μF
R3	22kΩ	R7	100kΩ	C1	1000pF	C5	10μF

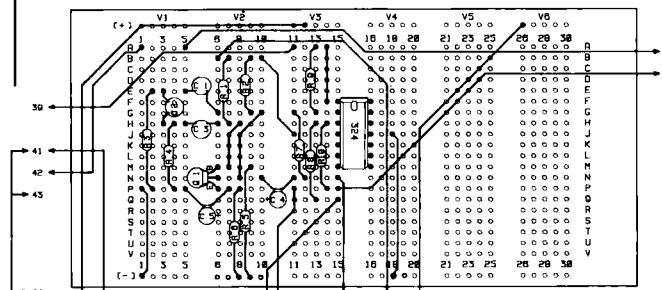


PROJECT 122 : DIFFERENTIAL AMPLIFIER

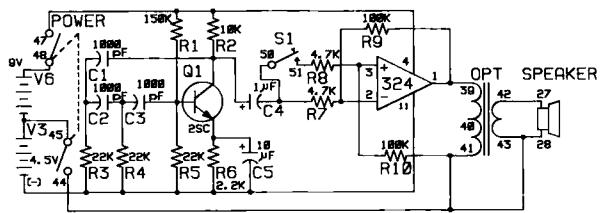
Now, we're going to construct a differential amplifier using the op amplifier. In this experiment, we'll provide input to both the + and - ends of the op amplifier. The differential amplifier amplifies the difference between these two inputs. If the two inputs are the same, it produces no output at all.

Let's get to the experiment. Use the signal output from the phase-shifting CR oscillator. Turn power ON, and you'll hear a high-pitched sound produced by the **speaker**. Can you guess why? Yes, it's because **S1** is still OFF at this time and the op amplifier is working as an inverting amplifier.

Now, see what happens by pressing **S1**. You'll notice the sound from the **speaker** is toned down or becomes almost inaudible. This is the function of the differential amplifier. Using this function, we can suppress noise and amplify only the signal we want to listen.



Q1	2SC	R4	22kΩ	R8	4.7kΩ	C2	1000pF
R1	150kΩ	R5	22kΩ	R9	100kΩ	C3	1000pF
R2	10kΩ	R6	2.2kΩ	R10	100kΩ	C4	1μF
R3	22kΩ	R7	4.7kΩ	C1	1000pF	C5	10μF



MONTAGE 121 : AMPLIFICATEUR NON-INVERSEUR

Ce montage vous permettra de réaliser un amplificateur non-inverseur à l'aide de l'amplificateur opérationnel. La source de signal est identique à celle utilisée dans le montage précédent. Il s'agit d'un oscillateur CR déphaseur qui produit une onde sinusoïdale. Nous allons amplifier le signal de cet oscillateur à l'aide de l'amplificateur non-inverseur et activer ainsi le **haut-parleur**.

Le gain A de l'amplificateur non-inverseur est exprimé selon la formule suivante :

$$A = \frac{(RA + RB)}{RA}$$

Cela signifie que le gain augmente si RB augmente ou si RA diminue.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et enfoncez **S1**. Vous entendez un son clair et aigu dans le **haut-parleur**. Vous pouvez à nouveau essayer d'envoyer un message en Morse en enfonçant **S1** à intervalles.

PROJECT 121: NIET-INVERTERENDE VERSTERKER

Nu maken we met de operationele versterker een niet-inverteerde versterker. De signaalbron is dezelfde als bij het vorige project: een faseverschuivende CR-oscillator die een sinusgolf kan opwekken. We zullen het signaal van deze oscillator met de niet-inverterende versterker versterken en de **luidspreker** activeren.

Versterking A van de niet-inverterende versterker wordt uitgedrukt door volgende formule:

$$A = \frac{(RA + RB)}{RA}$$

Dit betekent dat de versterking toeneemt als RB stijgt of RA daalt.

Zodra het circuit in mekaar zit, schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Je hoort een helder, hoog geluid dat ononderbroken uit de **luidspreker** komt. Ook hier kun je morsetekens oefenen door met bepaalde tussenposities op **S1** te drukken.

MONTAGE 122 : AMPLIFICATEUR DIFFÉRENTIEL

Nous allons à présent construire un amplificateur différentiel à partir de l'amplificateur opérationnel. Dans ce montage, nous fournissons une entrée aux bornes positive (+) et négative (-) de l'amplificateur opérationnel. L'amplificateur différentiel amplifie la différence entre ces deux entrées. Si les deux entrées sont identiques, il ne produit aucune sortie.

Examinons maintenant le montage proprement dit. Utilisez la sortie du signal provenant de l'oscillateur CR déphasé. Mettez le circuit sous tension, vous entendez un son aigu dans le **haut-parleur**. Pouvez-vous deviner pourquoi? En effet, **S1** est toujours fermé et l'amplificateur opérationnel joue le rôle d'amplificateur inverseur.

Voyez à présent ce qu'il se passe quand vous enfoncez **S1**. Vous constatez que la tonalité du son produit dans le **haut-parleur** a diminué ou est devenue pratiquement inaudible. Il s'agit de la caractéristique de l'amplificateur opérationnel. Utilisez-la pour supprimer des bruits ou amplifier uniquement le signal que vous désirez entendre.

PROJECT 122: DIFFERENTIELE VERSTERKER

Nu bouwen we een differentiële versterker met behulp van de operationele versterker. In dit experiment zorgen we voor input aan zowel het + als het - uiteinde van de operationele versterker. De differentiële versterker versterkt het verschil tussen beide inputs. Zijn ze gelijk, dan komt er helemaal geen output.

Aan het werk nu. Gebruik de signaaloutput van de faseverschuivende CR-oscillator. Schakel de stroom in en je hoort een hoog geluid uit de **luidspreker**. Kun je raden waarom? Inderdaad, omdat **S1** op dit moment nog steeds UIT staat en de operationale versterker als inverterende versterker functioneert.

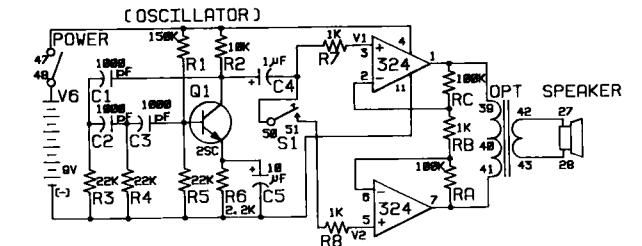
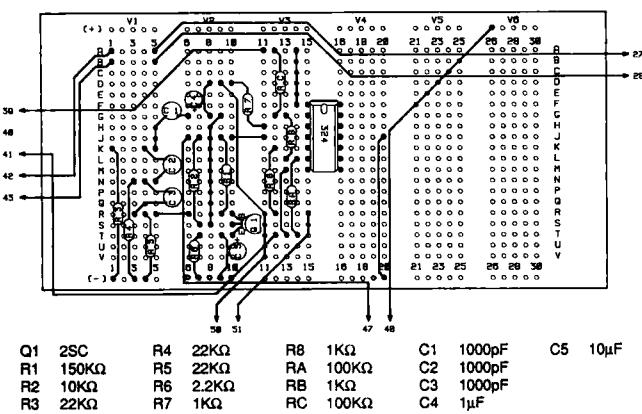
Kijk nu wat er gebeurt als je op **S1** drukt. Je zult vaststellen dat het **luidspreker** geluid daalt of zelfs bijna onhoorbaar wordt. Dat is het werk van de differentiële versterker. Door deze functie te benutten kunnen we ruis onderdrukken en alleen het gewenste signaal versterken.

PROJECT 123 : DIFFERENTIAL OUTPUT AMPLIFIER

This project lets you see the function of a differential output amplifier using two op amplifiers. The differential output amplifier produces an output when there's a difference for the output side. The audio signal is generated from a phase-shifting CR oscillator gain.

When you finish wiring, turn power ON. You'll hear a sound from the **speaker**. This is because the op amplifier is not working as a differential output amplifier yet.

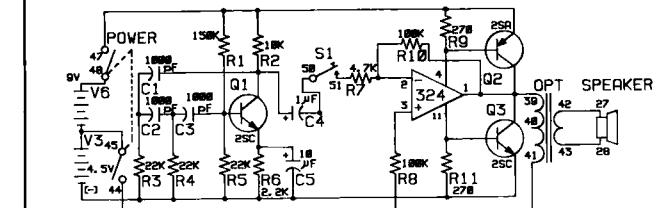
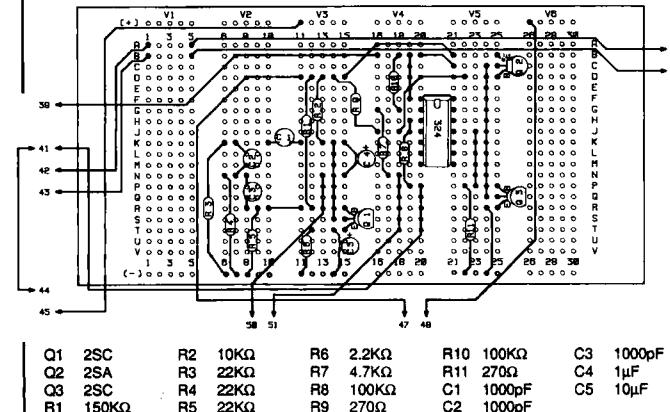
Now, press **S1**. The sound from the **speaker** disappears. This is the action of the differential output amplifier. The gain of this amplifier can be controlled by varying the value of R_B . It becomes greater if R_B is reduced.



PROJECT 124 : POWER AMPLIFIER USING OP AMPLIFIER

We're now going to produce a loud sound by combining the op amplifier and two transistors. The schematic shows you that the signal source is a phase-shifting CR oscillator. The op amplifier is used as an inverting amplifier, Q2 and Q3 cause the **speaker** to make a loud sound. This circuit is called an SEPP (Single Ended Push-Pull) circuit.

Turn power ON and press **S1**. You'll hear loud sound from the **speaker**.



MONTAGE 123 : AMPLIFICATEUR DE SORTIE DIFFÉRENTIEL

Ce montage illustre le fonctionnement d'un amplificateur de sortie différentiel qui utilise deux amplificateurs opérationnels. L'amplificateur de sortie différentiel produit une sortie en présence d'une différence au niveau de la sortie. Le signal basse fréquence est produit par un oscillateur CR déphaseur (une fois de plus!).

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Le **haut-parleur** produit un son car l'amplificateur opérationnel ne fonctionne pas encore comme amplificateur de sortie différentiel.

A présent, enfoncez **S1**. Le **haut-parleur** devient silencieux car cette fois, l'amplificateur de sortie différentiel fonctionne. Le gain de cet amplificateur peut être contrôlé en modifiant la valeur de R_B . Il augmente quand vous diminuez la valeur de R_B .

PROJECT 123: DIFFERENTIELE OUTPUTVERSTERKER

In dit project zie je wat de functie is van een differentiële outputversterker die twee operationele versterkers gebruikt. De differentiële outputversterker geeft een output wanneer er verschil is aan de outputzijde. Het audiosignaal wordt opgewekt vanuit een faseverschuivende CR-oscillator (alweer).

Na het bedraden schakel je de stroom in. Uit de **luidspreker** komt een geluid omdat de operationele versterker nog niet als differentiële outputversterker werkt.

Druk nu op **S1**. Het geluid uit de **luidspreker** verdwijnt. Dat is de functie van de differentiële outputversterker. De versterking van deze versterker kan worden geregeld door de waarde van R_B te veranderen. Ze wordt groter naarmate R_B verkleint.

MONTAGE 124 : AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE UTILISANT UN AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

Nous allons à présent produire un son puissant en combinant l'amplificateur opérationnel avec deux transistors. Sur le diagramme schématique, vous constatez que la source de signal est constituée d'un oscillateur CR déphaseur. L'amplificateur opérationnel est utilisé comme amplificateur inverseur. Q2 et Q3 permettent de produire un son puissant via le **haut-parleur**. Ce circuit porte le nom de circuit SEPP (Single Ended Push-Pull).

Mettez le circuit sous tension et enfoncez **S1**. Vous entendez un son puissant dans le **haut-parleur**.

PROJECT 124: VERMOGENSVERSTERKER MET OPERATIONELE VERSTERKER

Nu gaan we een stevig geluid produceren door de operationele versterker te combineren met twee transistors. Op het schema zie je dat de signaalbron een faseverschuivende CR-oscillator is. De operationele versterker wordt gebruikt als inverterende versterker, Q2 en Q3 zorgen ervoor dat de **luidspreker** een luid geluid produceert. Dit circuit noemt men een SEPP-circuit (Engels: Single-Ended Push-Pull).

Schakel de stroom in en druk op **S1**. Uit de **luidspreker** komt een luid geluid.

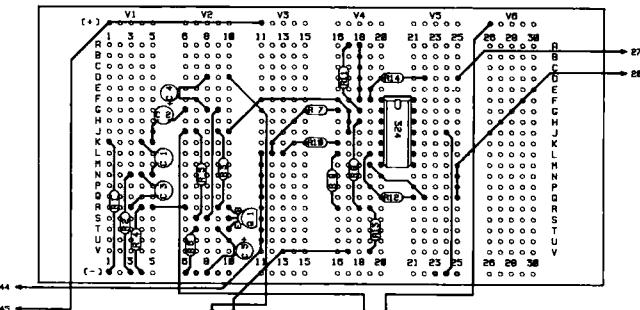
PROJECT 125 : BALANCED TRANSFORMERLESS AMPLIFIER

We are now going to make an experiment of a BTL (balanced transformerless amplifier, not bacon, tomato and lettuce), using two op amplifiers. The BTL is made up of two SEPPs linked with a push-pull. It increases the speaker output by four times.

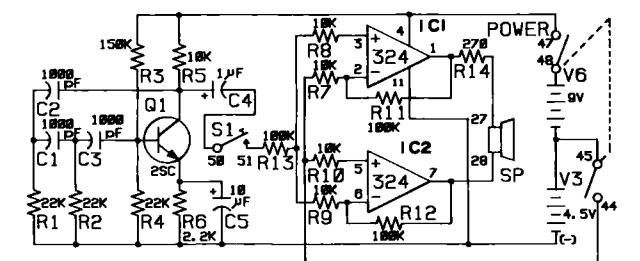
The signal source is a phase-shifting CR oscillator. The BTL uses two ICs, IC1 serving as a non-inverting amplifier and IC2 as an inverting amplifier.

When you finish wiring the project, turn power ON, press **S1** and see (listen?) what happens. You'll hear a high-pitched beep from the **speaker**.

You must have noticed you can't make a loud sound in this experiment, and that's because the power of the two ICs is small. BTLs actually used in various electronic devices have a transistor operating as a "driver" to increase the output of the two ICs.



Q1	2SC	R4	22kΩ	R8	10kΩ	R12	100kΩ	C2	1000pF
R1	22kΩ	R5	10kΩ	R9	10kΩ	R13	100kΩ	C3	1000pF
R2	22kΩ	R6	2.2kΩ	R10	10kΩ	R14	270Ω	C4	1μF
R3	150kΩ	R7	10kΩ	R11	100kΩ	C1	1000pF	C5	10μF



MONTAGE 125 : AMPLIFICATEUR SYMETRIQUE SANS TRANSFORMATEUR

Nous allons à présent construire un amplificateur symétrique sans transformateur qui utilise deux amplificateurs opérationnels. Cet amplificateur est constitué de deux circuits SEPP reliés par un circuit symétrique. Il multiplie par quatre la sortie du **haut-parleur**.

La source de signal est constituée d'un oscillateur CR déphasé. L'amplificateur symétrique sans transformateur utilise deux circuits intégrés, à savoir le CI 1 qui joue le rôle d'amplificateur non-inverseur et le CI 2 qui fait office d'amplificateur inverseur.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension, enfoncez **S1** et voyez (écoutez?) ce qu'il se passe. Vous entendez un signal sonore aigu dans le **haut-parleur**.

Vous avez constaté qu'il est impossible de produire un son puissant dans ce montage, car la puissance des deux CI est faible. Les amplificateurs symétriques sans transformateur qui sont utilisés dans divers appareils électroniques possèdent un transistor qui joue le rôle de "pilote" pour augmenter la sortie des deux CI.

PROJECT 125: SYMMETRISCHE VERSTERKER ZONDER TRANSFORMATOR

Met twee operationele versterkers maken we een symmetrische versterker zonder transformator, wat in het Engels steeds wordt afgekort tot BTL. Hij bestaat uit twee SEPP's die verbonden zijn met een balans ("push-pull"). Hij maakt de luidspreker-output vier keer zo groot.

De signaalbron is een faseverschuivende CR-oscillator. De BTL maakt gebruik van twee IC's: IC1 doet dienst als niet-inverterende versterker, IC2 als inverterende versterker.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in, druk je op **S1** en zie je (hoor je?) wat er gebeurt. Uit de **luidspreker** komt een hoge pieptoon.

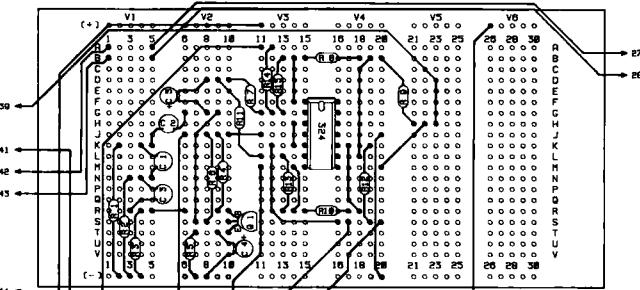
Je moet vastgesteld hebben dat je met dit experiment geen luide geluiden kunt maken, en wel omdat het vermogen van de twee IC's klein is. BTL's die in allerlei elektronische apparatuur worden gebruikt, hebben een transistor die als elektronenbus werkt om de output van beide IC's te vergroten.

PROJECT 126 : THREE-STAGE DIFFERENTIAL AMPLIFIER

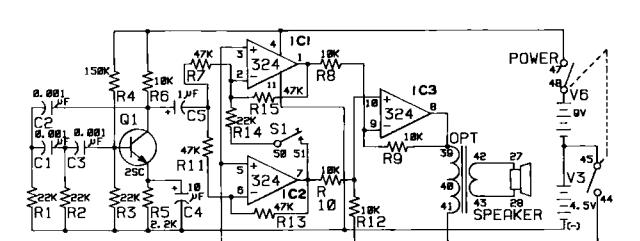
Back in project 122 we built a differential amplifier. We're again going to build a differential amplifier, but this time the amplifier uses three op amplifiers to achieve the same.

The schematic shows you that Q1 is an oscillator that is already familiar to us. It gives out a high-pitched "beep". IC1 and IC2 generate in-phase signal when **S1** is off, opposite phase signals when **S1** is on. IC3 works as a differential amplifier.

When you finish wiring up the circuit, switch power ON, and try to listen to the sound with **S1** released. Do you hear a faint beep and a noise? That's because in-phase input signals offset each other. Now press **S1** and see what happens. You can hear a louder beep. That's because the opposite phase signals are applied to the differential amplifier, activating the **speaker**.



Q1	2SC	R5	2.2kΩ	R10	10kΩ	R15	47kΩ	C5	1μF
R1	22kΩ	R6	10kΩ	R11	47kΩ	C1	0.001μF		
R2	22kΩ	R7	47kΩ	R12	10kΩ	C2	0.001μF		
R3	22kΩ	R8	10kΩ	R13	47kΩ	C3	0.001μF		
R4	150kΩ	R9	10kΩ	R14	22kΩ	C4	10μF		



MONTAGE 126 : AMPLIFICATEUR DIFFERENTIEL A TROIS ETAGES

Le montage que voici est identique au montage 122 dans lequel nous avons réalisé un amplificateur différentiel. Toutefois, ici l'amplificateur utilise trois amplificateurs opérationnels pour produire un résultat identique au montage 122.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que Q1 est un oscillateur que nous connaissons déjà. Il produit un signal sonore aigu. Les CI 1 et 2 produisent un signal en phase quand **S1** est fermé et un signal de phase opposée quand **S1** est ouvert. Le CI 3 fonctionne comme amplificateur différentiel.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et essayez d'écouter le son produit quand vous relâchez **S1**. Entendez-vous un faible signal sonore et un bruit? C'est parce que les signaux d'entrée en phase se décalent mutuellement. À présent, enfoncez **S1** et voyez ce qu'il se passe. Vous entendez un signal sonore plus puissant car des signaux de phase opposée sont appliqués à l'amplificateur différentiel et activent ainsi le **haut-parleur**.

PROJECT 126: DIFFERENTIELE DRIETRAPSVERSTERKER

In project 122 bouwden we een differentiële versterker. Nu doen we dat weer, maar deze keer met drie operationele versterkers om hetzelfde te bereiken.

Op het schema zie je dat Q1 een oscillator is die we reeds beginnen te kennen. Hij produceert de hoge "piep". IC1 en IC2 waken een gelijkfase signalen op wanneer **S1** uit staat, signalen met tegengestelde fase wanneer **S1** aan staat. IC3 werkt als differentiële versterker.

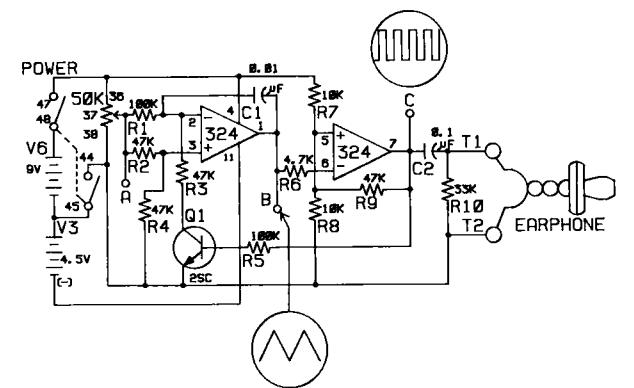
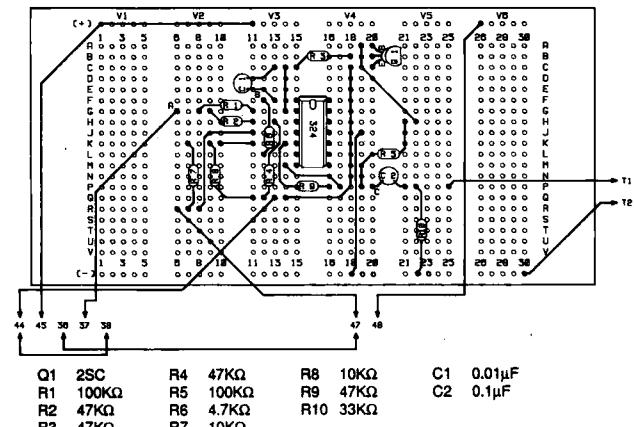
Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en probeer je naar het geluid te luisteren zonder **S1** in te drukken. Hoor je een zwakke "piep" en ruis? Dat komt doordat gelijkfase signalen elkaar opheffen. Druk op **S1** en kijk wat er gebeurt. Je hoort een luidere "piep", omdat signalen met tegengestelde fase op de differentiële versterker worden aangelegd en de **luidspreker** activeren.

PROJECT 127 : VCO USING OP AMPLIFIER

In this project, we're going to make a VCO using the operational amplifier. You know what the VCO is. If not, go back to project 104. This circuit produces two output signals, triangular and square waves.

The project's circuit lets you see that when the voltage of terminal A changed, it causes a change in the charging and discharging time and frequency of the CR integrating circuit. A triangular-wave output is obtained from terminal B, and sent to the comparator. Terminal C produces a square-wave output.

When you finish wiring up the project, switch power ON, and turn the **control** slowly while listening to the sound from the earphone. When you turn the **control** clockwise, the sound becomes higher in pitch. That is the function of the VCO. The circuit shown in the schematic is used in music synthesizers to create sounds of different pitches.

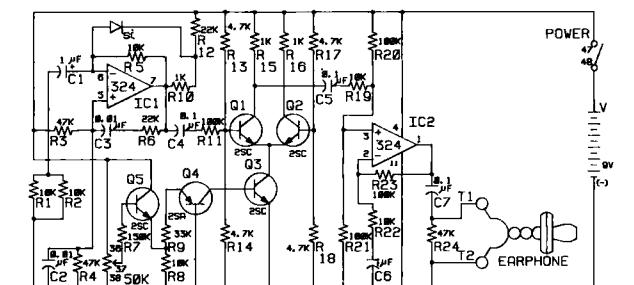
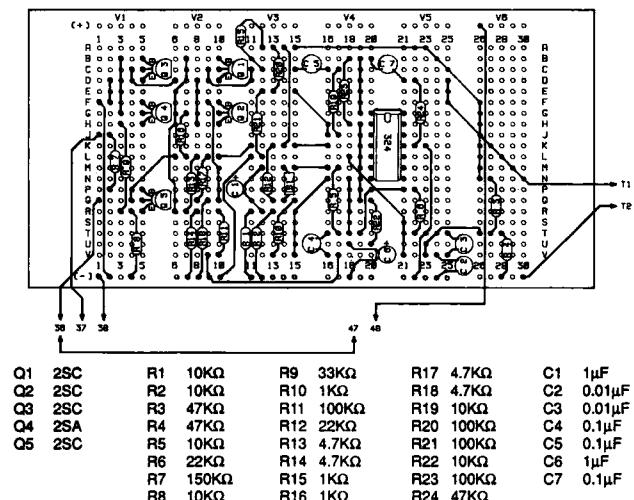


PROJECT 128 : VOLTAGE CONTROLLED AMPLIFIER

A voltage controlled amplifier is an amplifier that can change its degree of amplification by a DC voltage. It is often called as "VCA".

Look at the schematic for this project. IC1 is an oscillator that generates the AC signal we use in this project. It gives out a high-pitched "beep". Q1 and Q2 work as a differential amplifier that changes the degree of amplification by a DC voltage set by the **control** and Q3 - Q5. IC2 causes a sound in the earphone using the controlled output signal.

When you finish wiring the project, turn power ON and rotate the **control**. The volume of the sound you hear through the earphone changes as you turn the **control**.



MONTAGE 127 : OSCILLATEUR COMMANDE EN TENSION A L'AIDE DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

Ce montage vous permet de réaliser un oscillateur commandé en tension qui utilise l'amplificateur opérationnel. Vous vous souvenez de l'oscillateur commandé en tension ? Si ce n'est pas le cas, retournez au montage 104. Ce circuit produit deux signaux de sortie, un signal à onde triangulaire et un signal à onde sinusoïdale.

Grâce au circuit de ce montage, vous voyez que la durée de charge et de décharge ainsi que la fréquence du circuit intégrateur CR varient lorsque vous modifiez la tension de la borne A. La borne B fournit une sortie en forme d'onde triangulaire qui est envoyée au comparateur tandis que la borne C produit une sortie en forme d'onde carrée.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et tournez lentement la **commande** tout en écoutant le son produit dans l'écouteur. Quand vous tournez la **commande** vers la droite, la hauteur du son augmente car l'oscillateur commandé en tension fonctionne. Le circuit illustré sur le diagramme schématique est utilisé dans les synthétiseurs de musique pour produire des sons de différentes hauteurs.

PROJECT 127: VCO MET OPERATIONELE VERSTERKER

In dit project maken we een VCO met behulp van de operationele versterker. Wat de VCO is, weet je al (zoniet ga je even terug naar project 104). Dit circuit produceert twee outputsignalen: driehoek- en vierkantgolven.

Het circuit laat je zien dat wanneer het voltage van contactpunt A verandert, daardoor een verandering ontstaat in de oplaad/ontlaadtijd en de frequentie van de CR geïntegreerde schakeling. Uit contactpunt B komt een driehoeksgolf-output, die naar de compator gaat. Contactpunt C produceert een vierkantgolf-output.

Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en draai je langzaam aan de **regelknop** terwijl je luistert naar wat uit de oortelefoon komt. Wanneer je in wijzerzin draait, wordt de toon hoger. Dat is de functie van de VCO. Het circuit dat je op het schema ziet, wordt in synthesizers gebruikt om geluiden met verschillende toonhoogte te produceren.

MONTAGE 128 : AMPLIFICATEUR COMMANDE EN TENSION

Un amplificateur commandé en tension est un amplificateur capable de modifier son degré d'amplification à partir d'une tension CC.

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Le CI 1 est un oscillateur qui produit le signal CA utilisé dans ce montage. Il produit un signal sonore aigu. Q1 et Q2 fonctionnent comme amplificateur différentiel qui modifie son degré d'amplification à l'aide d'une tension CC définie par la **commande** ainsi que par Q3 à Q5. Le CI 2 produit des sons dans l'écouteur à l'aide du signal de sortie commandé.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et tournez la **commande**. Le volume du son que vous entendez dans l'écouteur varie au fur et à mesure que vous tournez la **commande**.

PROJECT 128: SPANNINGGESTUURDE VERSTERKER

Een spanninggestuurde versterker is een versterker waarvan de versterkingsgraad kan veranderen door een gelijkspanning. (Vaak vind je hem terug met de Engelse afkorting VCA.)

Bekijk het schema voor dit project. IC1 is een oscillator die het in dit project gebruikte wisselstroomsignalen opwekt. Dat levert een hoge "piep" op. Q1 en Q2 werken als een differentiële versterker die de versterkingsgraad wijzigt door een gelijkspanning die wordt bepaald door de **regelknop** en door Q3 - Q5. IC2 veroorzaakt aan de hand van het gestuurde outputsignaal een geluid in de oortelefoon.

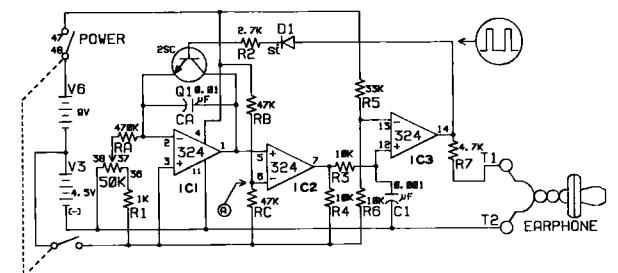
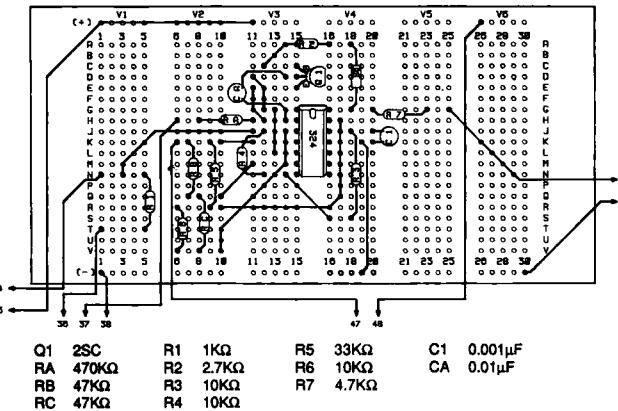
Na het bedraden van dit project schakel je de stroom in en je draait aan de **regelknop**. Het geluidsvolume van wat je door de oortelefoon hoort, verandert naarmate je aan de **knop** draait.

PROJECT 129 : V-F CONVERTER

Here we're going to make a V-F converter. What do you think V and F stands for? Not so difficult, V for voltage and F for frequency. So a V-F converter is a device to convert a voltage to a frequency.

The schematic shows you that IC1 is an integrating circuit and outputs an integrated voltage. When this output voltage is applied to IC2 (comparator), a frequency corresponding to that voltage can be obtained. This output is sent to the earphone through IC3.

After wiring up the project, turn power ON and rotate the **control**. The voltage applied to IC1 changes as you turn the **control**, and this voltage change is converted to a frequency change and you can hear it through the earphone.



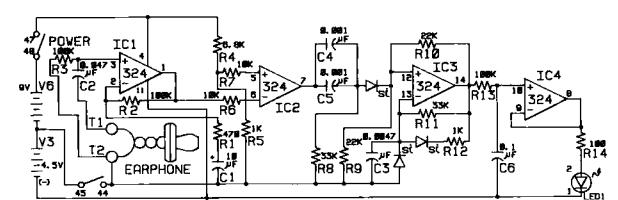
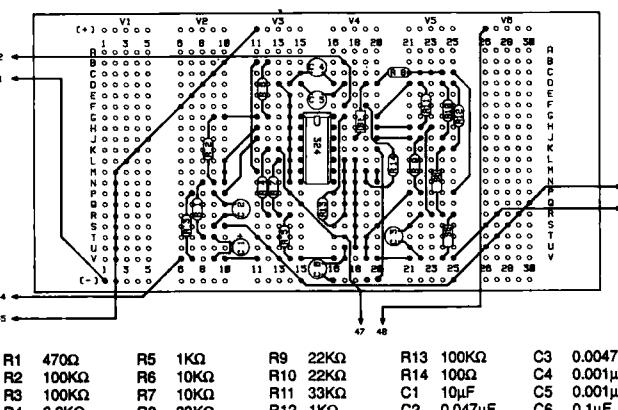
PROJECT 130 : F-V CONVERTER

It's quite natural that you assume if there is a V-F converter there should be an F-V converter also. You're right, and we're going to make it in this project. With this converter, you can convert the frequency of your voice to a voltage and light up the **LED**.

See schematic, IC1 is a voice amplifier that amplifies the voice signal from a microphone (the earphone is used as a microphone). IC2 is a comparator that maintains the amplitude constant to make the converter work smoothly. This comparator produces a square-wave output. IC3 and IC4 work as an F-V converter where the frequency is converted proportionally to a voltage.

Let's see how this converter works. Turn power ON, and whistle at the microphone at the same pitch. You'll notice the **LED** lights up but its brightness doesn't change even if you give a strong, loud whistle, and that's because the frequency (pitch) of your whistle doesn't change.

Try changing the pitch of your whistle. Can you see the difference in **LED** brightness?



MONTAGE 129 : CONVERTISSEUR TENSION/FREQUENCE

Ce montage vous permettra de fabriquer un convertisseur tension/fréquence. Il s'agit d'un dispositif qui convertit une tension en fréquence.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que le Cl 1 est un circuit intégrateur qui produit une tension intégrée. Quand cette tension de sortie est appliquée au Cl 2 (comparateur), elle produit une fréquence adéquate. Cette sortie est envoyée à l'écouteur par l'intermédiaire du Cl 3.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et tournez la **commande**. La tension appliquée au Cl 1 varie au fur et à mesure que vous tournez la **commande**. Cette modification de tension est convertie en une variation de fréquence que vous pouvez entendre dans l'écouteur.

PROJECT 129: V-F OMZETTER

V staat voor "voltage" (spanning) en F voor "frequentie", en een V-F omzetter is dus niks anders dan een toestel om een spanning om te zetten naar een frequentie.

Op het schema zie je dat IC1 een geïntegreerd circuit is en een geïntegreerde spanning uitzendt. Wanneer die outputspanning wordt aangelegd op IC2 (comparator), kan men een frequentie bekomen die overeenkomt met die spanning. Deze output gaat dan via IC3 naar de oortelefoon.

Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en je draait aan de **knop**. Het op IC1 aangelegde voltage verandert naarmate je aan de **knop** draait, en dit veranderende voltage wordt omgezet in een frequentieverandering die je door de oortelefoon kunt horen.

MONTAGE 130 : CONVERTISSEUR FREQUENCE/TENSION

Il est normal de supposer que s'il existe un convertisseur tension/fréquence, il existe aussi un convertisseur fréquence/tension. En effet, nous allons le démontrer dans ce montage. Ce convertisseur vous permet de convertir la fréquence de votre voix en une tension qui illumine la diode **LED**.

Examinez le diagramme schématique. Le Cl 1 est un amplificateur vocal qui amplifie le signal de la voix à partir d'un micro (constitué par l'écouteur). Le Cl 2 est un comparateur qui maintient l'amplitude à un niveau constant de façon à ce que le convertisseur fonctionne de manière régulière. Ce comparateur produit une sortie en forme d'onde carrée. Les Cl 3 et 4 jouent le rôle de convertisseur fréquence/tension dans lequel la fréquence est convertie proportionnellement à la tension reçue.

Voyons à présent comment fonctionne ce convertisseur. Mettez le circuit sous tension et sifflez dans le micro à une hauteur constante. Vous constatez que la diode **LED** s'allume mais que sa luminosité demeure identique, même si vous sifflez plus intensément car la fréquence (hauteur) de votre sifflement ne varie pas.

Essayez de modifier la hauteur de votre sifflement. Voyez-vous une différence de luminosité au niveau de la diode **LED**?

PROJECT 130: F-V OMZETTER

Als er een V-F omzetter bestaat, dan ligt het nogal voor de hand dat er ook wel F-V omzetters zullen zijn. Zo eentje gaan we in dit project maken. Met deze omzetter kun je de frequentie van je stem omzetten in een spanning en daarmee een **LED** doen branden.

Op het schema zie je dat IC1 een stemversterker is die het stemsignal afkomstig van een microfoon (de oortelefoon doet als dusdanig dienst) versterkt. IC2 is een comparator die de amplitude constant houdt om de omzetter gelijkmatig te doen werken. Deze comparator produceert een vierkantgolf-output. IC3 en IC4 werken als F-V omzetter: daar wordt de frequentie naar evenredigheid omgezet in een spanning.

Hoe werkt dit nu? Schakel de stroom in en fluit met een constante toonhoogte in de microfoon. Je ziet dat de **LED** gaat branden, maar de helderheid ervan verandert niet, ook niet als je luidruchtiger fluit. Dat komt doordat de frequentie (toonhoogte) van het fluitgeluid niet verandert.

Fluit een andere noot. Kun je de helderheid van de **LED** nu zien veranderen?

PROJECT 131 : WHITE NOISE GENERATOR

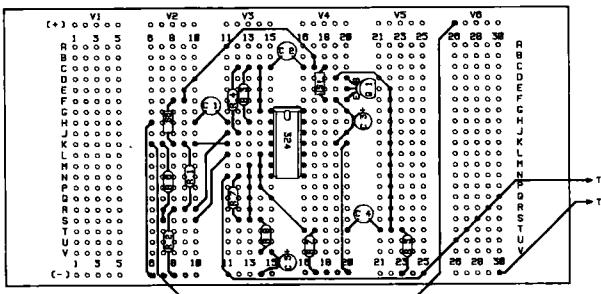
"White noise" is a kind of noise for which the frequency ranges from low to high values. The "shower-like" noise you can hear when you tune an empty spot on the dial of an FM radio with FM mute off is an example.

is a useless noise to most electronic engineers. But to the people laying various electronic musical instruments, it is essential as a sound source.

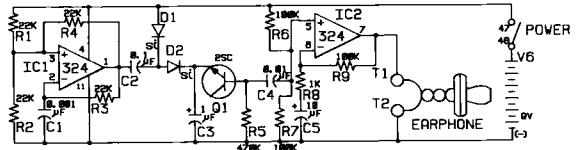
You can generate it by applying a reverse voltage across the base and emitter of Q1.

The schematic shows you that IC1 is used as an oscillator.

The frequency of this oscillator is determined by C1, so you can adjust it by using different values for C1.



Q1	2SC	R4	22kΩ	R8	1kΩ	C3	1μF
R1	22kΩ	R5	470kΩ	R9	100kΩ	C4	0.01μF
R2	22kΩ	R6	100kΩ	C1	0.001μF	C5	10μF
R3	22kΩ	R7	100kΩ	C2	0.1μF		



MONTAGE 131 : GENERATEUR DE BRUIT BLANC

Le "bruit blanc" est un type de bruit qui possède des fréquences basses et des fréquences hautes. Il s'agit notamment du bruit de "douche" que vous entendez lorsque vous captez une fréquence FM libre et que vous coupez le silencieux FM.

Si ce type de bruit n'est d'aucune utilité pour les ingénieurs en électronique, il constitue une source sonore essentielle pour les musiciens qui jouent des instruments électroniques.

Vous pouvez produire un bruit blanc en appliquant une tension inverse entre la base et l'émetteur de Q1.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que le C1 joue le rôle d'oscillateur.

Comme la fréquence de cet oscillateur est déterminée par C1, vous pouvez la modifier en remplaçant C1 par d'autres condensateurs de valeurs différentes.

PROJECT 131: WITTE-RUISGENERATOR

"Witte ruis" is een soort ruis waarvoor de frequentie van lage naar hoge waarden gaat. De "douche-achtige" ruis die je op een lege plek tussen twee zenders op een FM-radio kunt horen, is daar een voorbeeld van.

Voor de meeste ingenieurs elektronica is deze ruis van geen nut, maar voor wie allerlei elektronische muziekinstrumenten bespeelt is hij essentieel als geluidsbron.

Je kunt deze ruis opwekken door een tegenspanning aan te leggen tussen de basis en de emissor van Q1.

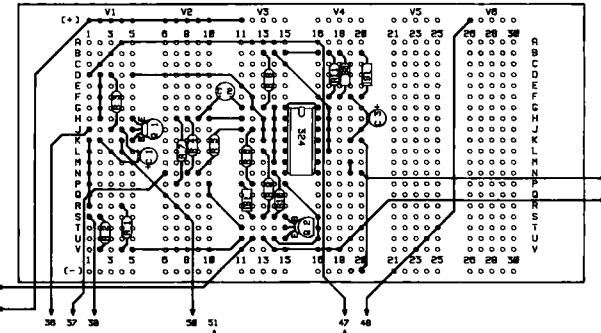
Op het schema zie je dat IC1 gebruikt wordt als oscillator. De frequentie daarvan wordt bepaald door C1, en je kunt dus bijstellen door voor C1 verschillende waarden te gebruiken.

PROJECT 132 : SWEEP GENERATOR

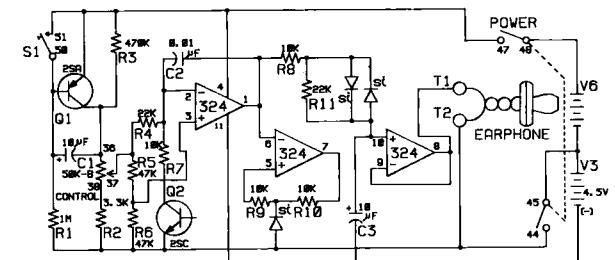
A sweep generator is an oscillator that changes its frequency with time from low to high ranges. It "sweeps" through a certain frequency range.

The sweep generator we're going to make in this project "sweeps" its frequency by changing the VCO input voltage slowly, making use of the CR charging/discharging function.

When you finish wiring up the circuit, rotate the **control** fully counter-clockwise and turn power ON. Then press **S1** for 1 - 2 seconds and release it. Through the earphone, you can hear the frequency sweeping from low to high ranges. If you don't, try rotating the **control** clockwise slowly, until you hear a sound through the earphone. You can also hear the frequency sweeping in different ways by changing the setting of the control. Can you see why?



Q1	2SA	R3	47kΩ	R7	10kΩ	R11	22kΩ
Q2	2SC	R4	22kΩ	R8	10kΩ	C1	10μF
R1	1MΩ	R5	47kΩ	R9	10kΩ	C2	0.01μF
R2	3.3kΩ	R6	47kΩ	R10	10kΩ	C3	10μF



MONTAGE 132 : GENERATEUR A BALAYAGE

Il s'agit d'un oscillateur qui modifie sa fréquence avec le temps, en passant des fréquences basses aux fréquences hautes. Il "balaie" une certaine gamme de fréquences.

Le générateur à balayage de ce montage "balaie" sa fréquence en modifiant lentement la tension d'entrée de l'oscillateur commandé en tension à l'aide de la fonction de charge/décharge du CR.

Une fois le câblage de ce montage terminé, tournez la **commande** à fond vers la gauche et mettez le circuit sous tension. Ensuite, enfoncez **S1** pendant 1 à 2 secondes, puis relâchez-le. Vous entendez dans l'écouteur le balayage opéré des basses fréquences vers les hautes fréquences. Si vous n'entendez rien, essayez de tourner lentement la **commande** vers la droite, jusqu'à ce que vous entendiez un son dans l'écouteur. Vous pouvez aussi écouter le balayage des fréquences de différentes manières en modifiant le réglage de la commande. Voyez-vous pourquoi?

PROJECT 132: SCHUIFGENERATOR

Een schuifgenerator is een oscillator waarvan de frequentie van laag naar hoog schuift binnen een bepaald tijdsbestek en binnen een bepaald frequentiebereik.

De schuifgenerator die we nu maken, verschuift zijn frequentie door langzaam de VCO-inputspanning te wijzigen met behulp van de CR-oplaad/ontlaadfunctie.

Zodra het project bedraad is, draai je de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin en schakel je de stroom in. Dan druk je 1 à 2 seconden op **S1**, waarna je weer loslaat. Door de oortelefoon hoor je de frequentie van laag naar hoog glijden. Zoniet, probeer dan de **regelknop** langzaam in wijzerzin te draaien, tot je door de oortelefoon een geluid hoort. Je kunt de frequentie ook op verschillende manieren horen glijden door de stand van de regelknop te wijzigen. Begrijp je hoe dat komt?

PROJECT 133 : MULTIPLE-FUNCTION IC PROJECT

After building this project, you would agree that the title of this section is no exaggeration. You have already seen that the op amplifier IC can do many things. Yet...

... IC1 and IC2 work as an oscillator generating an AC signal. This can generate an AC signal at a frequency of about 750 Hz. IC3 is a half-wave rectifier and IC4 is an inverting amplifier, to compose a full-wave rectifier. Thus we are using one IC for three purposes.

When you finish wiring the project, turn power ON and press **S1**. You'll hear a direct output of the oscillator of about 750 Hz. Now press **S2**, and you'll hear a higher-pitched sound--the output of the full-wave rectifier.

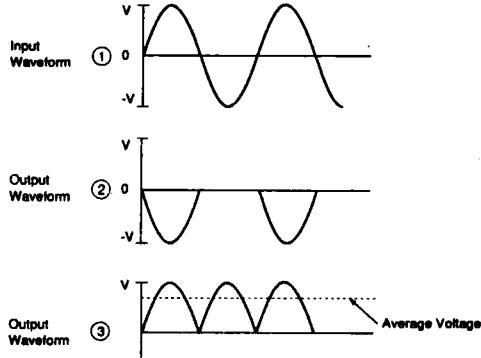


Figure 1

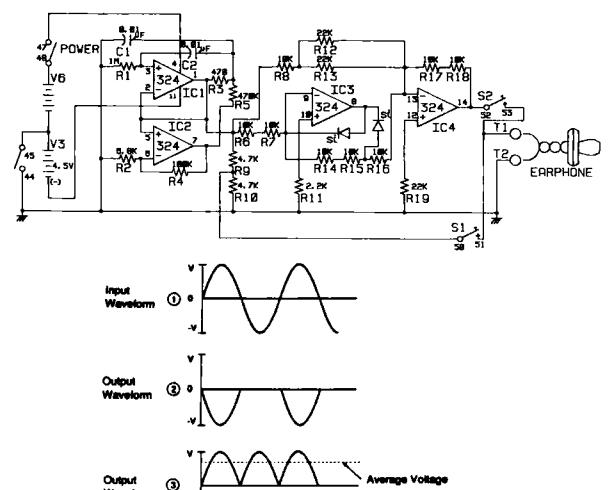
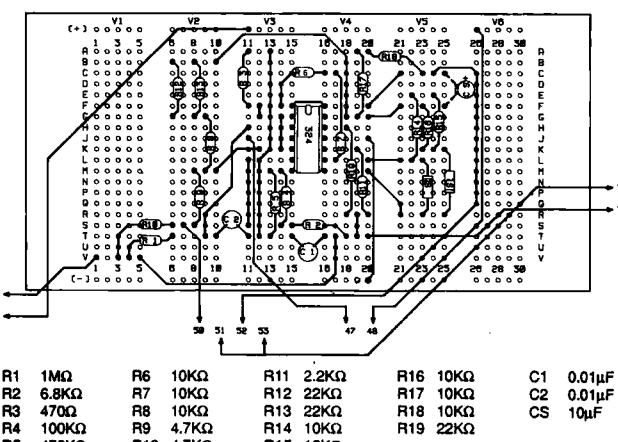


Figure 1

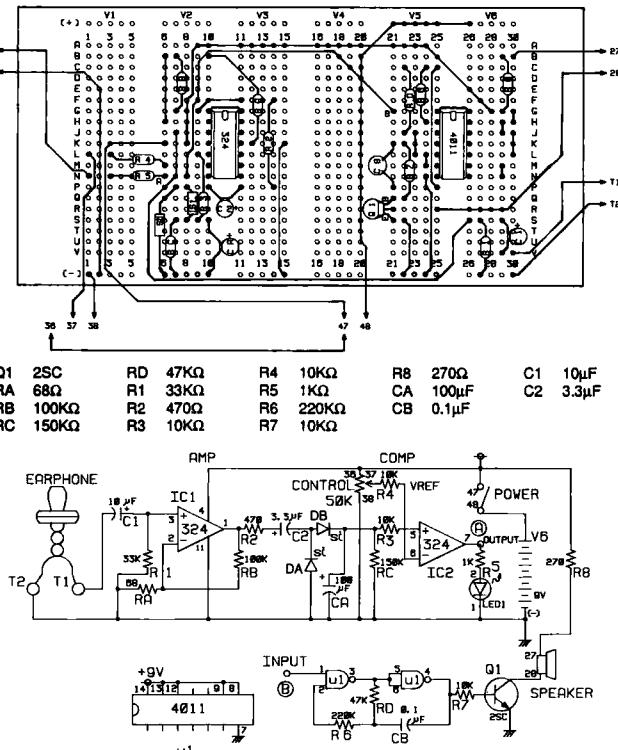
PROJECT 134 : SOUND ALARM

Here's a sound alarm that can detect your voice or any other sound and give out an alarm light or sound.

The schematic lets you see that the earphone is used as a microphone in this project. The sound signal from the microphone is amplified by IC1, rectified by DA and DB and sent to IC2, the comparator. When you speak into the microphone, IC2 gives out an output.

When you finish wiring up the circuit, rotate the **control** fully counterclockwise, and turn power on. Then, rotate the **control** clockwise while speaking into the microphone, and set the control in a position where the **LED** lights up. If the **LED** goes out when you stop speaking into the microphone, you can be sure the alarm is working well.

Now, see what happens when you connect A and B. You'll notice the **LED** light up and at the same time hear a caution sound "beep" from the **speaker**. You've completed an alarm that can give out a caution light and sound.



MONTAGE 133 : CIRCUIT INTEGRE MULTIFONCTION

Une fois ce montage terminé, vous réaliserez que son titre n'est pas exagéré. Nous avons déjà démontré que le CI amplificateur opérationnel peut exécuter de nombreuses fonctions.

Les CI 1 et 2 fonctionnent comme un oscillateur qui produit un signal CA sur une fréquence d'environ 750 Hz. Le CI 3 est un redresseur à une alternance et le CI 4, un amplificateur inverseur qui permet de composer un redresseur à deux alternances. Le même CI remplit donc trois fonctions différentes.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et enfoncez **S1**. Vous entendez une sortie directe de l'oscillateur de l'ordre de 750 Hz. A présent, enfoncez **S2**. Vous entendez un son aigu qui correspond à la sortie du redresseur à deux alternances.

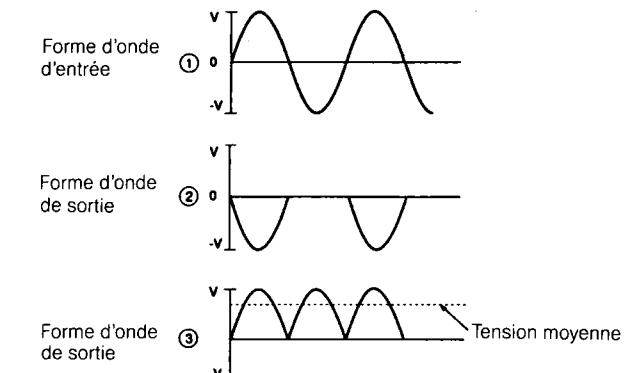


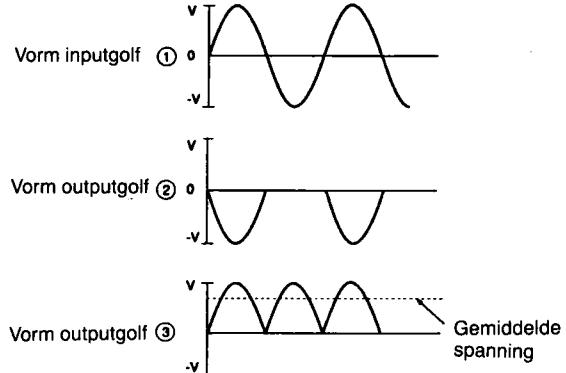
Figure 1

PROJECT 133: IC-PROJECT MET VERSCHILLENDEN FUNCTIES

Nadat je dit project hebt opgebouwd, zul je het ermee eens zijn dat de titel van dit project hoofdstukje niet overdreven is. Je hebt de operationele versterker al heel wat verschillende dingen zien doen, en toch...

... IC1 en IC2 werken als een oscillator die een wisselstroomsignaal opwekt. Deze kan een signaal met een frequentie van om en bij de 750 Hz opwekken. IC3 is een halvegolf-gelijkrichter en IC4 een inverterende versterker, om een vollegolf-gelijkrichter te vormen. We gebruiken dus één IC voor drie doeleinden.

Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Je hoort een directe output van de oscillator van ongeveer 750 Hz. Druk nu op **S2**, en je hoort een hoger geluid - de output van de vollegolf-gelijkrichter.



Figuur 1

PROJECT 134: GELUIDSALARM

Dit is een geluidsalarm dat een alarmlamp of -geluid inschakelt als reactie op je stem of enig ander geluid.

Op het schema zie je dat de oortelefoon wordt gebruikt als microfoon. Het geluidssignaal uit de microfoon wordt versterkt door IC1, gelijkgericht door DA en DB en doorgestuurd naar IC2, de comparaator. Wanneer je in de microfoon spreekt, krijg je een output uit IC2.

Na het bedraden van het project draai je de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin en schakel je de stroom in. Draai de **knop** dan in wijzerzin terwijl je in de microfoon spreekt en laat hem staan in een stand waarbij de **LED** brandt. Als de **LED** dooft zodra je niet meer in de microfoon spreekt, kun je gerust zijn: je geluidsalarm werkt.

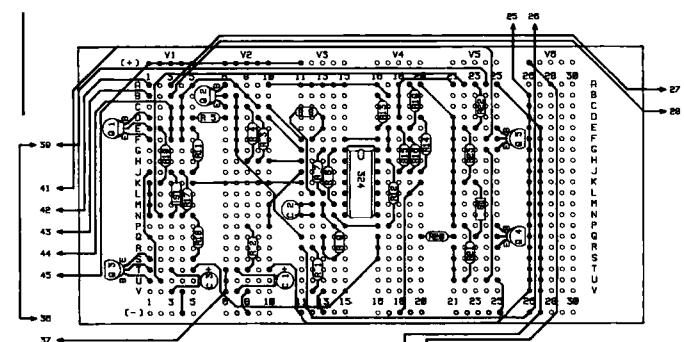
Kijk nu wat er gebeurt als je A en B aansluit. Je stelt vast dat de **LED** gaat branden en er tegelijk een waarschuwend "bep" uit de **luidspreker** komt. Nu heb je een compleet alarm met waarschuwingslamp en waarschuwingsstoorn.

PROJECT 135 : PHOTO ORGAN

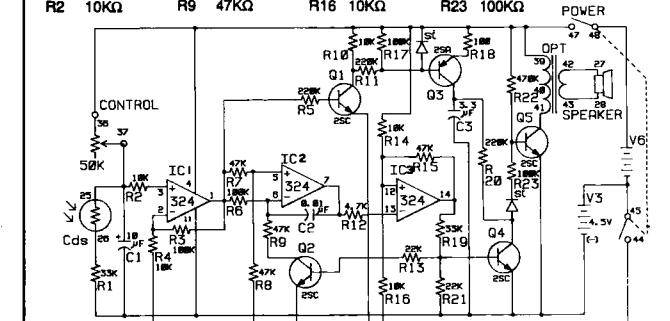
We often hear electronic organs played on different occasions, but have you ever heard of a "photo organ"? That's what we're going to build in this project. It's an original musical instrument that can produce different tunes according to the amount of light received by the **CdS cell**, and has a wide coverage of about three octaves.

The schematic lets you see that the DC current amplified by IC1 is applied to the IC2, the integrating circuit, and IC3 oscillates a square wave according to the input voltage. This output from IC3 is amplified by Q5 and activates the **speaker**. Q1 and Q3 are used to prevent the **speaker** from emitting a sound when the organ is not being played.

When you finish assembling the circuit, turn power ON and set the **control** in a position where the sound dies away when the **CdS cell** is exposed to the light. Now shut off the light coming to the **CdS cell** with your finger, and the organ starts playing and changes its tune as you move your finger. Try playing your favorite tune by adjusting your finger position over the **CdS cell**.



Q1	2SC	R3	100KΩ	R10	10KΩ	R17	100KΩ	C1	10µF
Q2	2SC	R4	10KΩ	R11	220KΩ	R18	100KΩ	C2	0.01µF
Q3	2SA	R5	220KΩ	R12	4.7KΩ	R19	33KΩ	C3	3.3µF
Q4	2SC	R6	100KΩ	R13	22KΩ	R20	220KΩ		
Q5	2SC	R7	47KΩ	R14	10KΩ	R21	22KΩ		
R1	33KΩ	R8	47KΩ	R15	47KΩ	R22	470KΩ		
R2	10KΩ	R9	47KΩ	R16	10KΩ	R23	100KΩ		



PROJECT 136 : VIBRATO ORGAN

The electronic organ we're going to make in this project is similar to the one we made in previous projects, but it's more advanced. It is an organ that can be played over a full octave with a vibrato.

This organ is made up of five blocks, A, B, C, D and E, which work as follows:

- Block A is to generate voltages corresponding to the note to play.

- Block B is a VCO. Its oscillating frequency can be controlled by varying its input voltage.

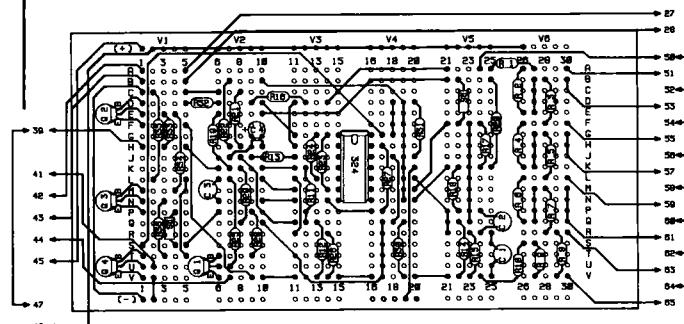
- Block C is a low-frequency oscillator oscillating at a very low frequency to play the organ with a vibrato.

- Block D is a mute circuit that can shut off various noises generated when the organ is not played.

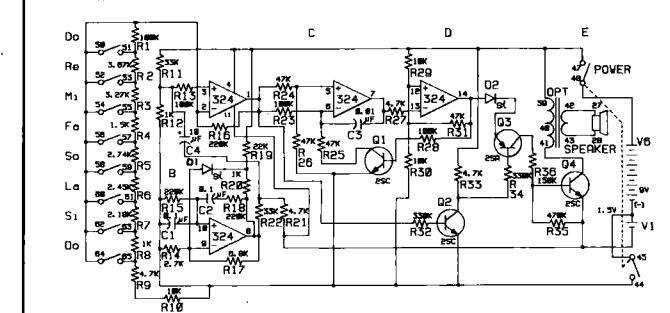
- Block E is an amplifier circuit for sounding the **speaker**.

The pitch is determined by R1 - R8. To produce any organ sound at the right pitch, you need to set an odd value for the resistance. This can be realized by arranging a number of resistors in series or in parallel.

When you finish wiring up the project, turn power ON and turn S1 - S8 ON one by one. You'll hear the organ play the scale from do to re, mi, fa and so on, with a vibrato.



Q1	2SC	R6	2.45KΩ	R15	220KΩ	R24	47KΩ	R33	4.7KΩ
Q2	2SC	R7	2.18KΩ	R16	220KΩ	R25	47KΩ	R34	330KΩ
Q3	2SA	R8	1KΩ	R17	6.8KΩ	R26	47KΩ	R35	470KΩ
Q4	2SC	R9	4.7KΩ	R18	220KΩ	R27	4.7KΩ	R36	150KΩ
R1	100KΩ	R10	10KΩ	R19	22KΩ	R28	100KΩ	C1	0.1µF
R2	3.67KΩ	R11	33KΩ	R20	1KΩ	R29	10KΩ	C2	0.1µF
R3	3.27KΩ	R12	1KΩ	R21	4.7KΩ	R30	10KΩ	C3	0.01µF
R4	1.5KΩ	R13	100KΩ	R22	33KΩ	R31	47KΩ	C4	10µF
R5	2.74KΩ	R14	2.7KΩ	R23	100KΩ	R32	330KΩ		



MONTAGE 135 : ORGUE PHOTOELECTRIQUE

Nous entendons souvent les mélodies des orgues électroniques en diverses occasions, mais avez-vous déjà entendu parler d'un "orgue photoélectrique"? Nous allons en fabriquer un dans ce montage. Il s'agit d'un instrument de musique original qui produit différents airs selon la quantité de lumière qui parvient à la **cellule CdS**. La couverture de cet instrument est importante puisqu'elle atteint environ trois octaves.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que le courant CC amplifié par le CI 1 est acheminé jusqu'au CI 2, au circuit intégrateur, et au CI 3 qui produit une oscillation en forme d'onde carrée en fonction de la tension d'entrée. La sortie du CI 3 est amplifiée par Q5 et permet d'activer le **haut-parleur**. Q1 et Q3 sont utilisés pour empêcher le **haut-parleur** d'émettre un son lorsque l'orgue ne joue pas.

Une fois le câblage du circuit terminé, mettez-le sous tension et réglez la **commande** sur la position qui coupe le son lorsque la **cellule CdS** est exposée à la lumière. A l'aide du doigt, coupez à présent le rayon lumineux qui parvient à la **cellule CdS**. L'orgue commence à jouer en modifiant l'air au fur et à mesure que vous déplacez le doigt. Essayez de jouer votre air préféré en réglant la position de votre doigt au-dessus de la **cellule CdS**.

PROJECT 135: LICHTORGEL

Elektronische orgels horen we bij de meest uiteenlopende gelegenheden, maar heb je ooit gehoord van een "lichtorgel"? We gaan er zo meteen een maken. Het is een origineel muziekinstrument dat verschillende noten speelt naar gelang van de hoeveelheid licht die de **CdS-cel** bereikt. Het orgel heeft een bereik van wel drie octaven.

Op het schema zie je dat de door IC1 versterkte gelijkstroom naar IC2 gaat (het geïntegreerde circuit) en dat IC3 een vierkantgolf oscilleert overeenkomstig de inputspanning. Deze output van IC3 wordt versterkt door Q5 en activeert de **luidspreker**. Q1 en Q3 worden gebruikt om te beletten dat uit de **luidspreker** geluid komt wanneer niet op het orgel gespeeld wordt.

Zodra de bouw van het circuit klaar is, schakel je de stroom in en zet je de **regelknop** in een stand waarbij het geluid wegsterft wanneer de **CdS-cel** licht ontvangt. Sluit nu met je vinger de **CdS-cel** af van het licht, en het orgel begint te spelen. De noot verandert als je vinger beweegt. Probeer een eenvoudig deuntje te spelen door je vinger over de **CdS-cel** te verplaatsen.

MONTAGE 136 : ORGUE A VIBRATO

L'orgue électronique que nous allons fabriquer maintenant ressemble à celui du montage précédent, bien qu'il soit plus sophistiqué. En effet, il vous permet de jouer sur toute une octave à l'aide d'un vibrato.

Cet orgue est constitué de 5 blocs (A, B, C, D et E) qui fonctionnent de la manière suivante :

- Le bloc A permet de produire des tensions qui correspondent à la note à jouer.

- Le bloc B est un oscillateur commandé en tension dont la fréquence d'oscillation peut être commandée en variant la tension d'entrée.

- Le bloc C est un oscillateur basse fréquence qui oscille à une fréquence très basse afin de vous permettre de jouer de l'orgue avec un vibrato.

- Le bloc D est un circuit silencieux capable de couper certains bruits produits lorsque vous n'utilisez pas l'orgue.

- Le bloc E est un circuit amplificateur qui amplifie les sons produits dans le **haut-parleur**.

La hauteur est déterminée par R1 à R8. Pour produire un son d'orgue à la hauteur correcte, la résistance doit posséder une valeur impaire. Pour cela, vous devez disposer un certain nombre de résistances en série et en parallèle.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et enfoncez successivement les manipulateurs **S1** à **S8**. L'orgue reproduit la gamme de notes do, ré, mi, fa, etc. avec un vibrato.

PROJECT 136: VIBRATO-ORGEL

Het elektronisch orgel dat we in dit project maken, gelijkt op wat we in vorige projecten gemaakt hebben, maar het is gesofistiekerd. Het kan wel een heel octaaf spelen, met vibrato.

Dit orgel bestaat uit vijf blokken: A, B, C, D en E, die als volgt werken:

- Blok A wekt spanningen op overeenkomstig de te spelen noten.

- Blok B is een VCO. De oscillerende frequentie ervan kan worden geregeld door de inputspanning te wijzigen.

- Blok C is een laagfrequentie-oscillator die met een zeer lage frequentie oscilleert om het orgel met een vibrato te laten spelen.

- Blok D is een dempcircuit dat allerlei ruis kan uitschakelen die wordt opgewekt wanneer het orgel niet bespeeld wordt.

- Blok E is een versterkercircuit dat de **luidspreker** aan de praat brengt.

De toonhoogte wordt bepaald door R1 - R8. Om een orgelnoot met de juiste toonhoogte te laten weerklanken, moet je voor de weerstand een oneven waarde instellen. Dit kun je verwezenlijken door een aantal weerstanden serieel of parallel op te stellen.

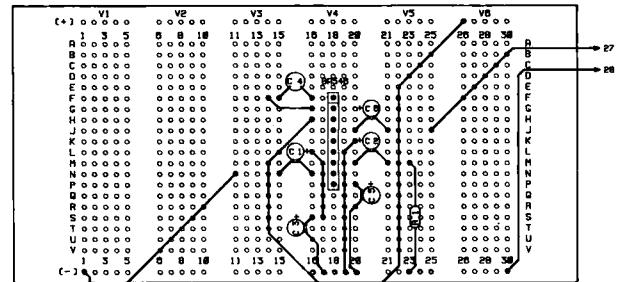
Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en druk je één na één **S1** - **S8** in. Je hoort het orgel een toonladder (do - re - mi enz.) spelen met vibrato.

PROJECT 137: IC POWER AMPLIFIER

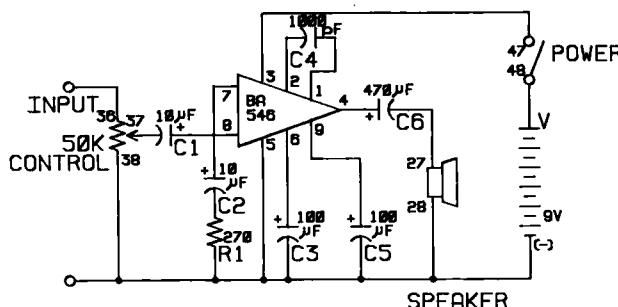
Let's make an audio power amplifier that can activate the **speaker**, using an audio power amplifier IC.

The IC used in the project is one that has been developed for use in portable radios, radio-cassette tape recorders, interphones, etc. It can produce an output of about 700 mW. Using this IC, you can change the amplification rate Av according to the value of R. The amplification rate Av is about $2400/R$ (value of the resistor). So, it is about 9 when $R = 270$ ohms.

To use this project, connect a germanium radio, earphone-type radio, radio-cassette tape recorder, etc. to the input terminal, then turn the **control** to adjust the sound volume from the **speaker**.



R1 270Ω C1 10µF C4 1000pF
C2 10µF C5 100µF C6 470µF

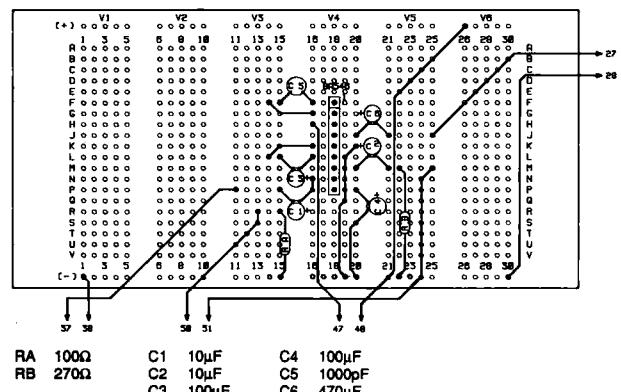


PROJECT 138: IC POWER AMPLIFIER II

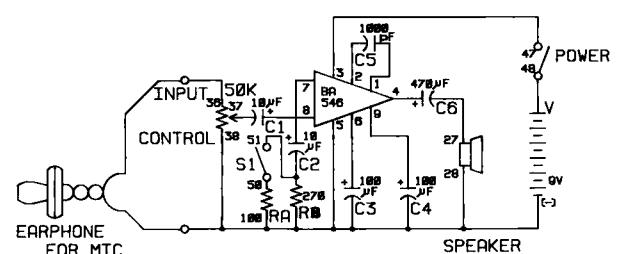
In this project, we're going to make an audio amplifier using the power amplifier IC. As said in the last project, you can change the gain of this IC by turning **S1** ON and OFF: it is about 9 when **S1** is turned OFF, and increases to about 33 when **S1** is turned ON.

Now, let's get to the experiment using the earphone as a microphone. Turn power ON, and speak into the earphone while turning the **control**. When you turn the **control** completely clockwise, you'll notice your voice becomes louder, but not very loud.

See what happens when you turn **S1** ON. Your voice becomes much louder because of the increased gain. Adjust the volume to a suitable level and practice speaking over the microphone.



RA 100Ω RB 270Ω C1 10µF C4 100µF
C2 10µF C5 1000pF C6 470µF



MONTAGE 137: CIRCUIT INTEGRÉ AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

Nous allons fabriquer un amplificateur de puissance basse fréquence capable d'activer le **haut-parleur** à l'aide d'un CI amplificateur de puissance basse fréquence.

Le circuit intégré de ce montage ressemble à ceux utilisés dans les radios portatives, les radio-cassettes, les interphones, etc. Sa puissance de sortie peut atteindre environ 700 mW. Ce CI vous permet de modifier le taux d'amplification en fonction de la valeur de R. Le taux d'amplification Av est d'environ $2400/R$ (valeur de la résistance). Il est donc plus ou moins égal à 9 quand $R = 270$ ohms.

Pour utiliser ce montage, raccordez notamment une radio au germanium, une radio de type écouteur ou un radio-cassette à la borne d'entrée, puis tournez la **commande** de façon à régler le volume du son produit dans le **haut-parleur**.

PROJECT 137: IC-VERMOGENSVERSTERKER

Laten we eens een audio-vermogensversterker maken die de **luidspreker** kan doen werken, met behulp van een audio-vermogensversterker IC.

De in dit project gebruikte IC is van een type dat werd ontwikkeld voor gebruik in draagbare radio's, radio-cassettorecorders, intercoms, enz. Hij levert een output van ongeveer 700 mW. Met deze IC kun je de versterking wijzigen overeenkomstig de waarde van R. De versterking (Av) bedraagt ongeveer 2400 gedeeld door R (weerstandswaarde). Met een weerstand van 270 ohm bedraagt het versterkingsgetal dus ongeveer 9.

Om dit project te gebruiken sluit je een germaniumradio, een radio van het oortelefoontype, een radio-cassettorecorder enz. aan op de ingang. Draai aan de **regelknop** om het geluidsvolume uit de **luidspreker** te regelen.

PROJECT 138: IC-VERMOGENSVERSTERKER II

In dit project maken we een audioversterker met behulp van de vermogensversterker-IC. Zoals reeds gezegd bij het vorige project, kun je de versterking van deze IC wijzigen door **S1** aan en uit te zetten: ze bedraagt ongeveer 9 als **S1** uit staat en stijgt tot ongeveer 33 wanneer **S1** aangezet wordt.

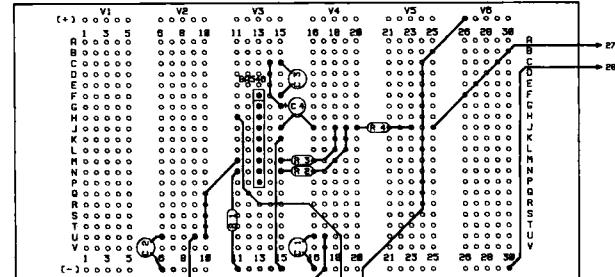
Ter zake nu, met de oortelefoon als microfoon. Schakel de stroom in en spreek in de microfoon terwijl je aan de **knop** draait. Wanneer je de **knop** helemaal in wijzerzin draait, zal je vaststellen dat je stem luider klinkt, maar niet écht luid.

Kijk dan wat er gebeurt als je **S1** aanzet. Je stem wordt nu veel luider als gevolg van de toegenomen versterking. Stel het volume af op een doenbaar peil en oefen je in het spreken door de microfoon.

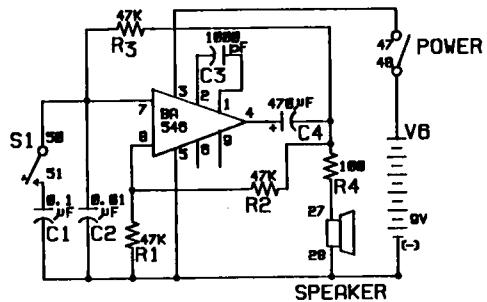
PROJECT 139: OSCILLATOR USING POWER AMPLIFIER IC

Here's another audio oscillator using the audio power amplifier IC, but it's a bit different because it can produce two kinds of sound, high- and low-pitched, by changing the position of the key. Since we use the power amplifier IC to build this project, this oscillator can produce a very loud sound. The frequency is determined by R1 and R2 when S1 is OFF, and by R1, C1 and C2 when S1 is ON.

When you finish wiring up the project, turn power ON and see how it makes two kinds of sound. You'll see that it makes a high-pitched sound when S1 is OFF. The frequency at this time is about 5 kHz. Turn S1 ON and the pitch goes down. That's because the frequency goes as low as about 500 Hz when S1 is turned ON.



R1 47kΩ R3 47kΩ C1 0.1µF
R2 47kΩ R4 100Ω C2 0.01µF C3 1000pF
C4 470µF



MONTAGE 139: OSCILLATEUR UTILISANT LE CI AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

Voici un autre type d'oscillateur basse fréquence qui utilise le CI amplificateur de puissance basse fréquence. Il s'agit d'un oscillateur légèrement différent des autres car il est capable de produire deux types de son, un son de hauteur élevée et un son de hauteur basse, en modifiant la position du manipulateur. Comme ce montage utilise le CI amplificateur de puissance, l'oscillateur est capable de produire un son très grave. La fréquence est déterminée par R1 et R2 quand S1 est relâché et par R1, C1 et C2 quand il est enfoncé.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment il produit deux types de son. Vous constatez que le son produit possède une hauteur élevée quand S1 est relâché. A ce moment, la fréquence est d'environ 5 kHz. Enfoncez S1 et la hauteur du son diminue, car la fréquence descend à environ 500 Hz quand S1 se trouve sur cette position.

PROJECT 139: OSCILLATOR MET VERMOGENSVERSTERKER-IC

Hier nog een audio-oscillator die de audio-vermogensversterker IC gebruikt, maar wel op een lichtjes verschillende manier, aangezien hij twee soorten geluid kan maken: hoog en laag (door de stand van de toets te veranderen). Aangezien we de vermogensversterker-IC gebruiken voor dit project, kan deze oscillator een zeer lude klank produceren. De frequentie wordt bepaald door R1 en R2 wanneer S1 uit staat, en door R1, C1 en C2 wanneer S1 aan staat.

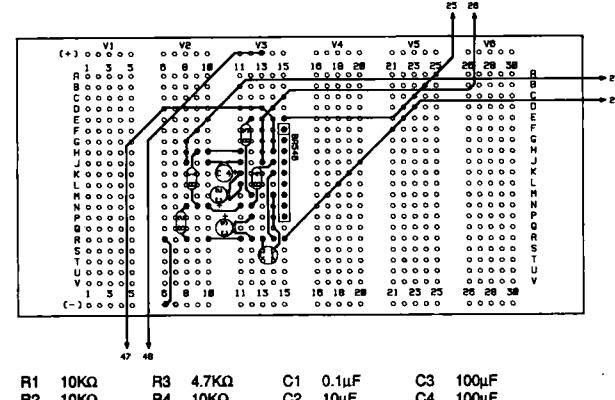
Na het bedraden van het project schakel je de stroom in en stel je vast hoe het twee soorten geluid maakt. Je constateert dat het geluid hoog is wanneer S1 uit staat. De frequentie bedraagt dan ongeveer 5 kHz. Schakel S1 in en de toonhoogte daalt omdat de frequentie zakt tot ongeveer 500 Hz wanneer S1 ingeschakeld wordt.

PROJECT 140: CdS CONTROLLED IC/OSCILLATOR

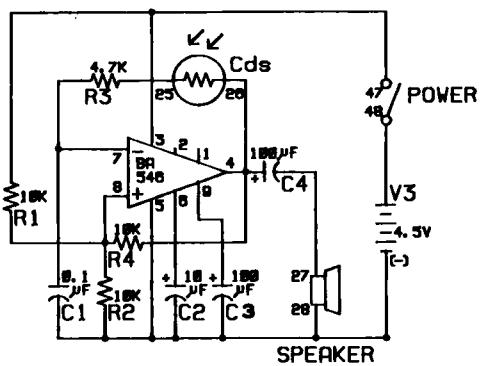
This project is a circuit with the IC as an oscillator. The tone of this oscillator varies with the amount of light hitting the CdS. Try changing the tone by moving your hand over the CdS.

The CdS cell acts as an open circuit in total darkness, but when some light strikes the cell its resistance decreases enough to allow feedback of output signal to get through and sustain oscillations.

You might want to try using different values of resistors to see if there are any changes in oscillation. You can try every capacitor on the parts container without fear of damage. Have fun!



R1 10kΩ R3 4.7kΩ C1 0.1µF
R2 10kΩ R4 10kΩ C2 10µF C3 100µF



MONTAGE 140: CI OSCILLATEUR COMMANDE PAR LA CELLULE CdS

Ce montage est un circuit dont le CI joue le rôle d'oscillateur. La tonalité de cet oscillateur varie en fonction de la quantité de lumière qui parvient à la cellule CdS. Essayez de modifier la tonalité en déplaçant la main au-dessus de la cellule CdS.

Dans l'obscurité totale, la cellule CdS agit comme un circuit ouvert mais dès qu'un rayon lumineux lui parvient, sa résistance diminue suffisamment pour permettre une réaction du signal de sortie et entretenir les oscillations.

Si vous le souhaitez, vous pouvez utiliser des résistances de valeurs différentes afin de voir si l'oscillation varie. Vous pouvez utiliser tous les condensateurs fournis avec votre ensemble sans risquer de l'endommager. Alors, bon amusement!

PROJECT 140: CdS-GESTUURDE IC-OSCILLATOR

Dit project is een circuit met de IC als oscillator. De toon van deze oscillator varieert volgens de hoeveelheid licht die op de CdS-cel valt. Probeer de toon te veranderen door je hand over de CdS-cel te bewegen.

De CdS-cel werkt in volkomen duisternis als open circuit, maar zodra wat licht op de cel valt, daalt de weerstand genoeg om terugkoppeling van het outputsignaal door te laten en oscillaties aan te houden.

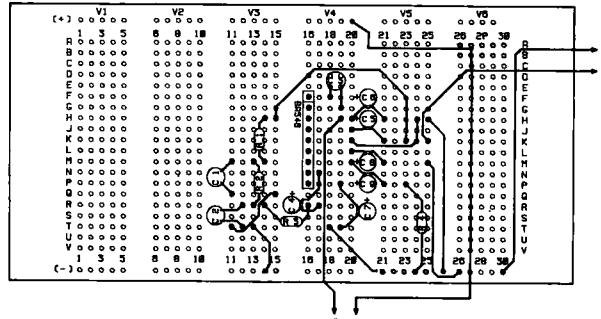
Misschien wil je verschillende weerstandswaarden uitproberen om na te gaan of de oscillatie dan verandert. Je kunt elke condensator uit de onderdelenndoos proberen zonder angst voor beschadiging. Veel pret!

PROJECT 141: PHASE SHIFT OSCILLATOR

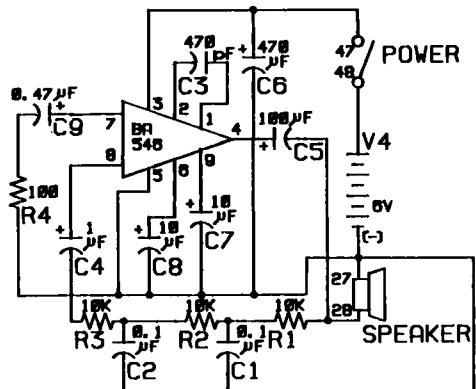
Here's a phase shift oscillator using the audio amplifier IC. As you might see in the schematic, the circuit is designed for positive feedback of the IC output to its input through R1, R2 and R3.

You can change the oscillating frequency by using different values for R1, R2, R3, C1 and C2. But don't use too high values for these parts, as the oscillation could stop. These parts are set to a relatively low frequency. So, if you want to change their values, change them to increase the frequency, not to decrease--you can increase the frequency by using the lower value parts.

When you finish wiring, turn power on and see what happens when you change the values of parts around the IC.



R1	10kΩ	R4	100Ω	C3	470pF	C6	470μF	C9	0.47μF
R2	10kΩ	C1	0.1μF	C4	1μF	C7	10μF		
R3	10kΩ	C2	0.1μF	C5	100μF	C8	10μF		

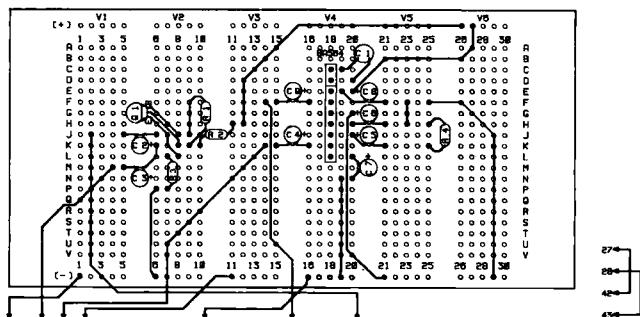


PROJECT 142: INTERCOM

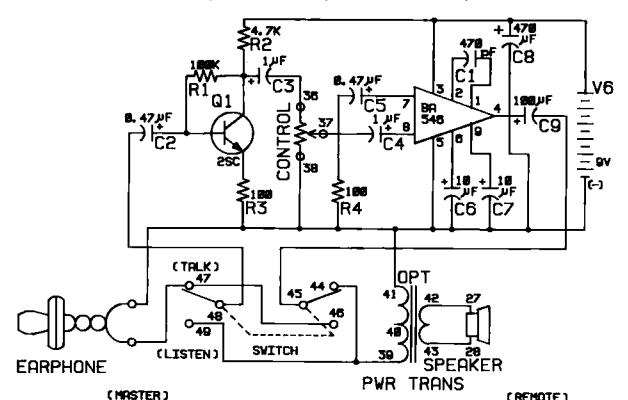
Now let's make a simple intercom. When you finish wiring, set the **slide switch** up and speak into the earphone (as a microphone). Rotate the **control** clockwise slowly. Your voice through the **speaker** should get louder. Don't rotate the **control** too much, or an acoustic feedback (howling) may result.

Set the slide switch down. Now the earphone and the **speaker** switch their function--speak into the **speaker**, and you hear your voice through the earphone.

The earphone and the **switch** work as master station of an intercom, and the **speaker** works as the remote station. This system is used in the household intercoms in your home.



Q1	2SC	R3	100Ω	C2	0.47µF	C5	0.47µF	C8	470µF
R1	100KΩ	R4	100Ω	C3	1µF	C6	10µF	C9	100µF



MONTAGE 141: OSCILLATEUR DEPHASEUR

Voici un oscillateur déphaseur qui utilise le CI amplificateur basse fréquence. Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le circuit est conçu pour permettre de produire une réaction positive du CI vers son entrée, par l'intermédiaire de R1, R2 et R3.

Vous pouvez modifier la fréquence d'oscillation en remplaçant R1, R2, R3, C1 et C2 par des résistances et des condensateurs de valeurs différentes. N'utilisez cependant pas de valeurs trop élevées sinon l'oscillation risque de s'arrêter. Comme ces composants possèdent une fréquence relativement basse, il est préférable de les remplacer par d'autres composants dont la valeur permet d'augmenter la fréquence et non de la diminuer - vous augmentez la fréquence en utilisant des composants de moindre valeur.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez ce qu'il se passe quand vous modifiez la valeur des composants qui entourent le circuit intégré.

PROJECT 141: FASEVERSCHUIVINGSOSCILLATOR

Deze fasoverschuivingssoscillator maakt gebruik van de audioversterker-IC. Zoals je op het schema misschien ziet, is het circuit opgevat voor positieve terugkoppeling van de IC-output naar zijn input via R1, R2 en R3.

Je kunt de oscillatiefrequentie wijzigen door voor R1, R2, R3, C1 en C2 verschillende waarden te gebruiken. Neem de waarden wel niet te hoog, anders kan de oscillatie stilvallen. Deze onderdelen zijn ingesteld op een relatief lage frequentie. Als je ze wil vervangen, neem dan waarden die de frequentie verhogen, niet verlagen (je kunt de frequentie verhogen door onderdelen met een lagere waarde te gebruiken).

Na het bedraden schakel je de stroom in en kijk je wat er gebeurt wanneer je de waarde van onderdelen in de buurt van de IC wijzigt.

PROJECT 142: INTERCOM

Nu maken we een eenvoudige intercom. Zodra de bedrading klaar is schuif je de **schakelaar** omhoog en spreek je in de oortelefoon (die als microfoon werkt). Draai langzaam in wijzerzin aan de **regelknop**. Je stem zou door de **luidspreker** heel luider moeten klinken. Draai niet te ver aan de **knop**, want akoestische terugkolfeling (gehuil) zou het gevolg kunnen zijn.

Zet de schuifschakelaar naar beneden. Oortelefoon en **luidspreker** veranderen nu van functie: spreek in de **luidspreker** en je hoort je stem door de oortelefoon.

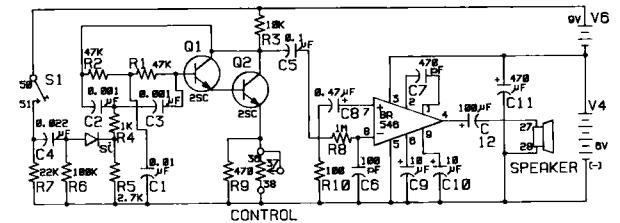
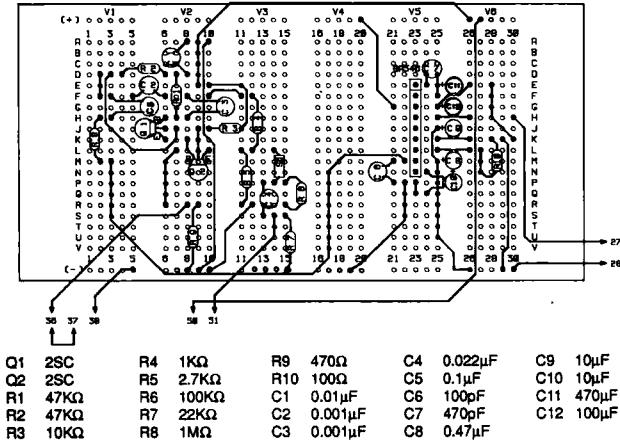
De oortelefoon en de **schakelaar** doen dienst als hoofdpost van een intercom, en de **luidspreker** werkt als tweede post. Hetzelfde systeem wordt gebruikt voor huis-intercoms.

PROJECT 143: WATER SERVICE PIPE SOUND

ow would you like to make a water service pipe sound? The power amplifier IC is a convenient device for this purpose because it produces a sound when it is connected to any input terminal.

hen you finish assembling the circuit, turn the **control** fully clockwise then turn it back slowly in the opposite direction. You'll hear high-pitched metallic sound. Set the **control** just before the point where you hear the sound.

ow press **S1**. You'll hear a metallic knocking sound. Press **S1** a few times, and you'll notice the sound is like a hammering sound.



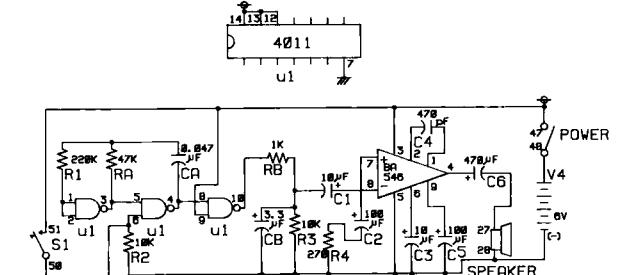
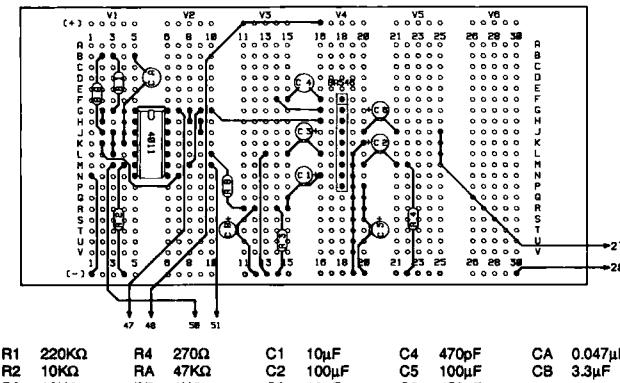
PROJECT 144: LECTRONIC KLAXON

this project, we're going to make an electronic klaxon that can make many different sounds. Since this klaxon uses the audio power amplifier IC, it can produce a very loud sound.

ake a look at the schematic, and you'll see that the klaxon sound is generated by the astable multivibrator made up of the NAND gate U1. The pitch of the sound is determined by Ra and Ca.

IC2 acts as an audio power amplifier, and the waveform supplied to its amplifier is set by the values of Rb and Cb.

hen you finish wiring up the project, turn power ON, and see what happens when you press **S1**. You can hear a klaxon sound from the **speaker**. Try making different tones for the klaxon sound by changing the values of Ra and Ca as well as Rb and Cb.



MONTAGE 143: LE MARTEAU IMAGINAIRE

Que diriez-vous de produire le bruit d'un marteau? Le CI amplificateur de puissance est parfaitement adapté à ce montage car il produit un son quand il est raccordé à une borne d'entrée quelconque.

Une fois le câblage du circuit terminé, tournez la **commande** à fond vers la droite, puis tournez-la lentement dans le sens opposé. Vous entendez un bruit métallique aigu. Réglez la **commande** exactement à l'endroit qui précède celui qui permet de produire le bruit.

A présent, enfoncez **S1**. Vous entendez un bruit de cognement métallique. Enfoncez **S1** à plusieurs reprises et vous parviendrez ainsi à reproduire un bruit semblable à celui d'un martèlement.

PROJECT 143: WATERLEIDINGBUISKLANK

De klank van een waterleidingbus zonder waterleidingbus? De elektronica zorgt ervoor! De vermogensversterker-IC is hier ideaal voor omdat hij geluid geeft ongeacht de ingang waarop hij aangesloten is.

Zodra het project samengesteld is, draai je de **regelknop** helemaal in wijzerzin en dan langzaam terug. Je hoort een hoog metaalachtig geluid. Zet de **regelknop** in de stand net voor het punt waarop je het geluid hoorde.

Druk nu op **S1**. Je hoort een metaalachtige klop. Druk een paar keer op **S1**, en je zult vaststellen dat het geluid op gehamer gelijkt.

MONTAGE 144: L'AVERTISSEUR ELECTRONIQUE

Ce montage vous permettra de fabriquer un avertisseur électronique capable d'émettre différents sons. Comme cet avertisseur utilise le CI amplificateur de puissance basse fréquence, il peut produire des sons extrêmement puissants.

Examinez brièvement le diagramme schématique. Vous constatez que le bruit de l'avertisseur est produit par le multivibrateur astable constitué du CI 1 porte NON-ET. La hauteur du son est déterminée par Ra et Ca.

Le CI 2 fonctionne comme un amplificateur de puissance basse fréquence dont la forme d'onde est définie par les valeurs de Rb et Cb.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez ce qu'il se passe quand vous enfoncez **S1**. Le **haut-parleur** reproduit le son d'un avertisseur. Essayez de faire varier la tonalité de l'avertisseur en modifiant les valeurs de Ra et Ca ainsi que celles de Rb et Cb.

PROJECT 144: ELEKTRONISCHE CLAXON

In dit project maken we een elektronische claxon die tal van verschillende geluiden kan maken. Aangezien deze claxon gebruik maakt van de audio-vermogensversterker IC, kan het geproduceerde geluid erg luid zijn.

Werp een blik op het schema en je ziet dat de claxonklank wordt opgewekt door de veranderlijke multivibrator, bestaande uit de NAND poort IC. De toonhoogte van het geluid wordt bepaald door Ra en Ca.

IC2 fungeert als audio-vermogensversterker, en de golfvorm die naar deze versterker gaat, wordt vastgelegd door de waarden van Rb en Cb.

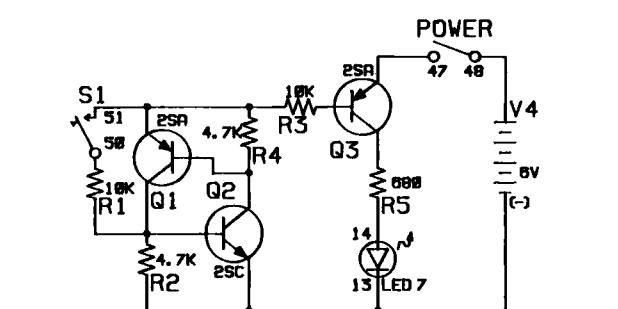
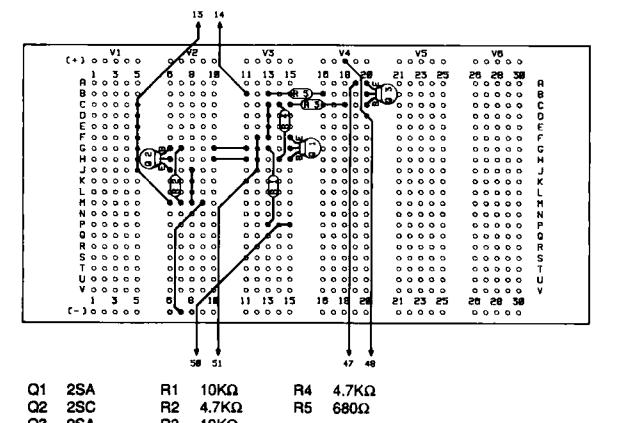
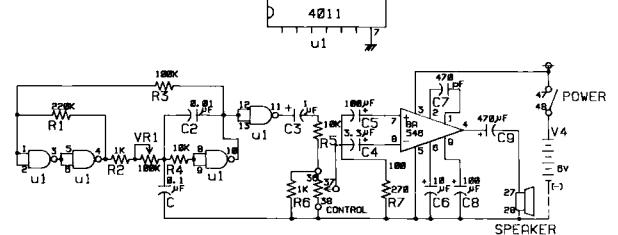
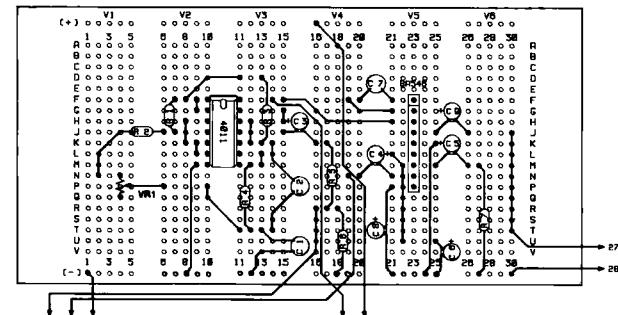
Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en kijk je wat er gebeurt wanneer je op **S1** drukt. Je kunt een claxongeluid uit de **luidspreker** horen komen. Probeer de claxon in verschillende toonhoogten te laten toeteren door de waarden van Ra en Ca maar ook van Rb en Cb te veranderen.

PROJECT 145: WIDE RANGE AUDIO FREQUENCY OSCILLATOR

In this project, we're going to build a low-frequency oscillator that can generate a sound at any pitch, high or low. You can hear the generated sound by amplifying it with the audio power amplifier IC.

As you'll see in the schematic, the oscillating circuit is an astable multivibrator using the NAND IC. Its frequency is determined by C1 and VR1 (and R2). When the resistance of the semi-fixed resistor VR1 is increased to the maximum, the frequency is about 200 Hz. When its resistance is reduced to the minimum, the frequency goes up to about 12 kHz. This circuit is a square-wave oscillator.

When you finish making all wiring connections, rotate the **control** fully counterclockwise, and turn power ON. Then, rotate the **control** clockwise, and you'll hear a sound generated from the astable multivibrator. Now rotate VR1 and see how the pitch of the sound changes.



PROJECT 146: SWITCHING CIRCUIT

Here's an electronic switch that allows the current to keep flowing once it is turned on, even if it is turned OFF later.

When you finish wiring up the project, turn power ON and see if the **LED** lights up. Don't be surprised that it doesn't light up: it shouldn't light at this moment. Now press **S1**, and the **LED** lights up. Release **S1**. The **LED** is still on. Can you explain why?

When **S1** is closed, Q3 conducts to light the **LED**. At the same time, Q1 and Q2 also conduct. Check the current flow on the schematic, and you'll see that once these two transistors conduct, they keep on even after you release **S1**. As long as these conduct, Q3 is also kept on and the **LED** stays lit.

MONTAGE 145: OSCILLATEUR BASSE FREQUENCE A PLAGE ETENDUE

Grâce à ce montage, vous allez réaliser un oscillateur basse fréquence capable de produire un son de n'importe quelle hauteur (élevée ou basse). Pour entendre ce son, il vous suffit de l'amplifier à l'aide du CI amplificateur de puissance basse fréquence.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le circuit oscillateur est constitué d'un multivibrateur astable qui utilise le CI NON-ET. Sa fréquence est déterminée par C1 et VR1 (et R2). Quand la résistance de la résistance semi-fixe VR1 est augmentée au maximum, la fréquence est d'environ 200 Hz. Quand sa résistance est réduite au minimum, la fréquence augmente jusqu'à environ 12 kHz. Ce circuit est un oscillateur à onde carrée.

Une fois le câblage terminé, tournez la **commande** à fond vers la gauche et mettez le circuit sous tension. Ensuite, tournez la **commande** vers la droite. Vous entendez un son produit par le multivibrateur astable. A présent, tournez VR1 et voyez comment la hauteur du son varie.

PROJECT 145: AUDIO-FREQUENTIEOSCILLATOR MET GROOT BEREIK

In dit project maken we een laagfrequentieoscillator die geluiden met zowel hoge als lage toonhoogte kan opwekken. Je kunt het opgewekte geluid horen door het te versterken met de audio-vermogenversterker IC.

Zoals op het schema te zien is, is het oscillatiecircuit een veranderlijke multivibrator met behulp van de NAND IC. De frequentie ervan wordt bepaald door C1 en VR1 (en R2). Wanneer de waarde van de halfvaste weerstand VR1 toeneemt tot het maximum, bedraagt de frequentie ongeveer 200 Hz. Wanneer de weerstand tot het minimum afneemt, stijgt de frequentie tot ongeveer 12 kHz. Dit circuit is een vierkantgolf-oscillator.

Zodra alle draadverbindingen aangelegd zijn, draai je de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin en schakel je de stroom in. Vervolgens draai je de **regelknop** in wijzerzin, en je hoort een geluid, opgewekt door de veranderlijke multivibrator. Draai nu aan VR1 en je stelt vast hoe de toonhoogte van het geluid verandert.

PROJECT 146: SCHAKELCIRCUIT

Hier is een elektronische schakelaar waarmee de stroom blijft vloeien zodra hij werd ingeschakeld, ook al wordt hij later weer uitgeschakeld.

Zodra de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en kijk je of de **LED** gaat branden. Wees niet verrast als hij niet brandt: het is immers de bedoeling dat hij niet brandt! Druk nu op **S1** en de **LED** gaat branden. Laat **S1** los. De **LED** brandt nog steeds. Kun je verklaren waarom?

Wanneer **S1** gesloten is, geleidt Q3 en brandt de **LED**. Tegelijkertijd geleiden ook Q1 en Q2. Controleer hoe de stroom loopt op het schema, en je zult zien dat deze twee transistors aan blijven zodra ze geleiden, ook nadat je **S1** hebt losgelaten. Zolang ze geleiden, blijft ook Q3 aan en blijft de **LED** branden.

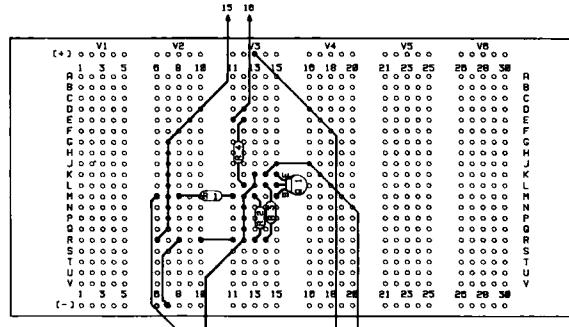
PROJECT 147: TL INVERTOR

far we've played with logic circuit made up of switches to show various circuit such as NAND, NOR, AND, etc., work. Of course, jital circuits in the real world aren't made of switches - they use nsistors, diodes, resistors, etc., just like other electronic circuit. is project lets us take a look at a "real" all-electronic digital cir.

is circuit as another version of the invertor we first saw back at oject 24 "Invertor Circuit." It's called an RTL invertor because it ikes use of resistor-transistor logic. It's called that because the cuit is made of resistors and transistors, logically! (Sorry about at ... but we couldn't pass up that pun!)

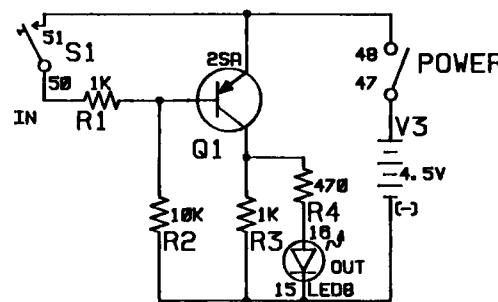
hen you turn power ON, **LED 8** lights (and that means the output 1). Press **S1** and you make the input 1. **LED 8** immediately goes t, making the output 0. That's what an invertor does - reverses an out.

is circuit uses a transistor's ability to function as a switch. Of use, we don't have to always press the key to use a transistor as switch - we could use the output from another circuit, couldn't ? (Of course we could!)



Q1 2SA
R1 1KΩ
R2 10KΩ

R3 1KΩ
R4 470Ω



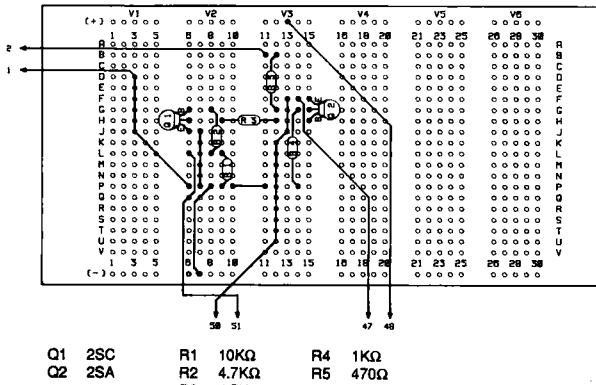
PROJECT 148: TL BUFFER

You look carefully at the schematic for this project, you'll notice it looks like an amplifier circuit. It turns out that's what an RTL buffer is.

er building this circuit, turn power ON. Now press **S1**. You'll see **LED 1** light. The input is 1; the output is also 1.

why do we need circuits like an RTL buffer? Many times we want control the operation of some device, such as a lamp, that requires more current than a digital circuit can deliver. A buffer circuit tween the digital circuit and the external device lets us amplify digital output enough to "drive" (that's engineering talk meaning "to operate" or "control") the external device.

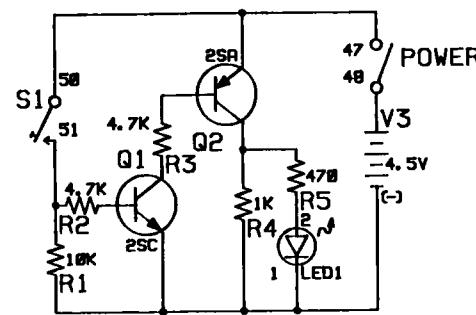
ictly speaking, this buffer circuit isn't a true digital circuit. But ffers are important in digital electronics to help digital circuits get ng with the "outside world."



Q1 2SC
Q2 2SA

R1 10KΩ
R2 4.7KΩ
R3 4.7KΩ

R4 1KΩ
R5 470Ω



MONTAGE 147: INVERSEUR RTL

Les circuits logiques que nous avons étudiés jusqu'à présent étaient composés d'interrupteurs afin de nous permettre de comprendre le fonctionnement de divers circuits tels que les circuits NON-ET, NON-OU, ET, etc. Il est évident que les circuits numériques utilisés dans les appareils électroniques ne sont pas constitués d'interrupteurs. Ils utilisent les transistors, les diodes, les résistances, etc. tout comme les autres circuits électroniques. Le montage que voici vous permettra de voir à quoi peut ressembler un "véritable" circuit numérique entièrement électronique.

Ce circuit est une autre version de l'inverseur que nous avons vu au montage 24 "Circuit inverseur". Il porte le nom d'inverseur RTL car il fait appel à la logique résistance-transistor et parce qu'il est constitué de résistances et de transistors. Logique, non? (Pardonnez-nous ce jeu de mot, mais nous ne pouvions vraiment pas le laisser passer!)

Quand vous mettez le circuit sous tension, la diode **LED 8** s'allume (la sortie prend donc la valeur 1). Enfoncez **S1** et l'entrée prend la valeur 1. La diode **LED 8** s'éteint alors immédiatement, puisque la sortie possède désormais la valeur 0. Ce phénomène illustre le rôle de l'inverseur - il inverse une entrée.

Ce circuit est basé sur le fait qu'un transistor peut faire office d'interrupteur. Bien entendu, il ne faut pas toujours enfoncez le manipulateur pour utiliser le transistor comme interrupteur - nous pouvons utiliser la sortie d'un autre circuit, n'est-ce-pas? (Bien sûr, nous le pouvons.)

PROJECT 147: RTL INVERTOR

Tot dusver hebben we gespeeld met logische circuits die bestonden uit schakelaars, om te laten zien hoe allerlei circuits zoals NAND, NOR, AND enz. werken. Uiteraard zijn digitale circuits in het ware leven niet gemaakt uit schakelaars: ze maken gebruik van transistors, dioden, weerstanden enz., net als andere elektronische circuits. Met dit project nemen we een kijkje achter de schermen van wat "echt" digitaal is.

Dit circuit is een andere versie van de invertor die we al bij project 24 zagen ("Invertorcircuit"). De naam RTL heeft niets te maken met de commerciële TV-zender, maar verwijst naar het gebruik van weerstand(R)-transistor logica - het circuit bestaat immers uit weerstanden en transistors.

Wanneer je de stroom inschakelt, gaat **LED 8** branden (wat betekent dat de output 1 is). Druk op **S1** en je maakt van de input 1. **LED 8** dooft onmiddellijk, waarmee de output 0 is. Dat is precies wat een invertor hoort te doen: een input omkeren.

Dit circuit maakt gebruik van het feit dat een transistor als schakelaar kan werken. Uiteraard hoeven we niet altijd op de toets te drukken om een transistor als schakelaar te laten werken - we zouden bij voorbeeld de output van een ander circuit kunnen gebruiken, of niet soms?

PROJECT 148: RTL BUFFER

Als je zorgvuldig het schema voor dit project bestudeert, zul je vaststellen dat het eruitziet als een versterkercircuit. Blijkt dat een RTL-buffer niets anders is!

Wanneer het circuit gebouwd is, schakel je de stroom in. Druk nu op **S1**. Je ziet **LED 1** aanlopen. De input is 1, de output ook.

Waarom hebben we dan circuits zoals deze RTL-buffer nodig? Vaak willen we de werking controleren van een extern instrument, zoals een lamp, dat meer stroom vraagt dan een digitale circuit kan leveren. Een buffercircuit tussen het digitale circuit en het externe instrument laat ons de digitale output voldoende versterken om het externe instrument te doen werken.

In de strikte zin van het woord is dit buffercircuit niet echt een digitale circuit. Maar buffers zijn belangrijk in digitale elektronica, om ervoor te zorgen dat digitale circuits mee zijn met de "buitenwereld".

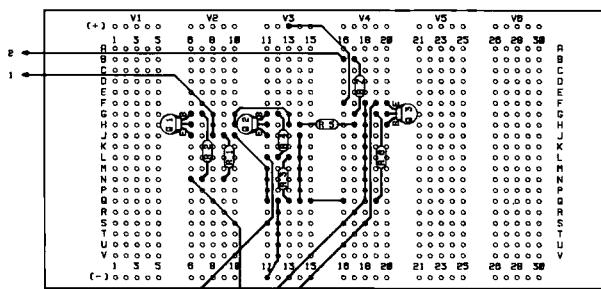
PROJECT 149: RTL OR GATE

It's easy to make an OR gate using resistor-transistor logic. This circuit is an all-electronic version of project 25.

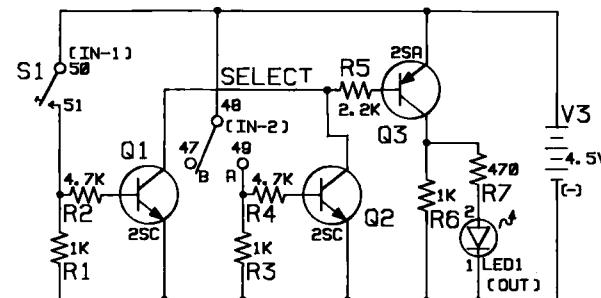
As you build this circuit, set the select switch up. Press **S1** and watch **LED**. What happens? Now release the key and set the **select switch** down. Does anything happen now? While the **select switch** is at the down position, press **S1** again. Is there any change?

You saw that this circuit behaves just like the OR gate in project 25. You can see why it does so by looking at the schematic. When you press **S1** or set the **select switch** down, you let current flow to the base of one of the two NPN transistors. This lets the NPN transistor operate, and in turn this causes the PNP transistor to operate and light the **LED**. And the PNP transistor operates if both NPN transistors are operating.

As you probably suspect, we seldom use actual switches (like the key in this project) with OR gates. Another circuit like a multivibrator can supply the input signal to turn an OR gate on or off (or make it 0 or 1, or make it high or low... well, you know what we mean!).



Q1 2SC R1 1kΩ R4 4.7kΩ R7 470Ω
Q2 2SC R2 4.7kΩ R5 2.2kΩ
Q3 2SA R3 1kΩ R6 1kΩ

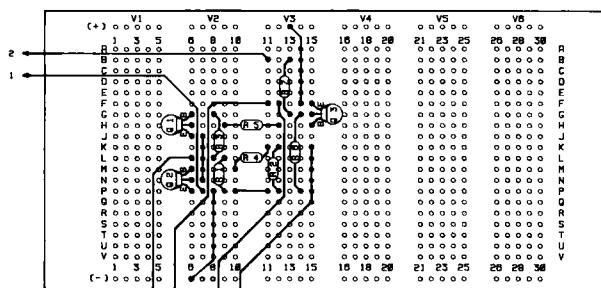


PROJECT 150: RTL AND GATE

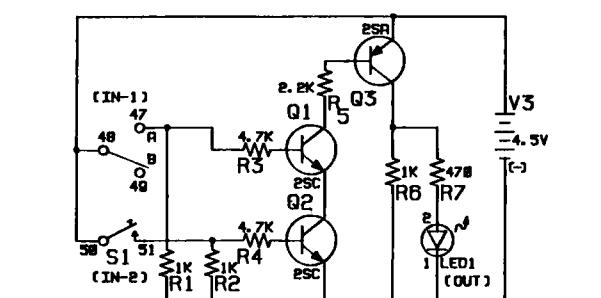
Since we just finished making an RTL OR gate, you might be wondering if there's any reason why couldn't make an AND gate using RTL. There isn't ... and this project proves it.

You can see how this circuit operates by looking at the schematic. You can see that both NPN transistors are connected in series, with the current from the collector of one going to the emitter of the other. Only when both transistors are operating can the PNP transistor operate. The PNP transistor causes the **LED** to light.

RTL digital circuits were among the first to be developed, but they are not used very often today. One big problem is that slight changes in voltage can cause RTL circuits to operate improperly. Another problem is that only a small number of devices can be connected to an RTL circuit without affecting its operation. Other digital circuits have been developed to overcome these problems. One is called DTL, and we're going to look at it soon. Can you guess what DTL stands for? Make a mental guess... because we're soon going to find out.



Q1 2SC R1 1kΩ R4 4.7kΩ R7 470Ω
Q2 2SC R2 1kΩ R5 2.2kΩ
Q3 2SA R3 4.7kΩ R6 1kΩ



MONTAGE 149: PORTE OU RTL

Il est facile de concevoir une porte OU qui fait appel à la logique résistance-transistor. Ce circuit représente une version entièrement électronique du montage 25.

Pendant que vous réalisez ce montage, placez le sélecteur sur la position levée. Enfoncez **S1** et examinez la diode **LED**. Que se passe-t-il? À présent, relâchez le manipulateur et placez le **sélecteur** sur la position abaissée. Que se passe-t-il cette fois? Tout en maintenant le **sélecteur** sur la position abaissée, enfoncez à nouveau **S1**. Voyez-vous un changement?

Vous avez constaté que ce circuit réagit exactement comme la porte OU du montage 25. Un simple coup d'œil au diagramme schématique vous permet d'en connaître la raison. Quand vous enfoncez **S1** ou quand vous placez le **sélecteur** sur la position abaissée, vous faites circuler le courant jusqu'à la base de l'un des deux transistors NPN, ce qui lui permet de fonctionner et de commander à son tour le fonctionnement du transistor PNP qui allume la diode **LED**. Le transistor PNP ne fonctionnera que si les deux transistors NPN fonctionnent eux aussi.

Comme vous l'avez probablement deviné, on utilise rarement de vrais interrupteurs (comme le manipulateur de ce montage) avec les portes OU. D'autres circuits, comme le multivibrateur, peuvent fournir le signal d'entrée nécessaire pour ouvrir ou fermer une porte OU (pour lui donner la valeur 1 ou 0, ou encore pour qu'elle soit élevée ou basse, ... vous voyez ce que nous voulons dire!).

PROJECT 149: RTL OR POORT

Een OR poort maken met weerstand-transistor logica is een makkie. Dit circuit is een volledig elektronische versie van project 25.

Bij het opbouwen van dit circuit zet je de keuzeschakelaar omhoog. Druk op **S1** en kijk naar de **LED**. Wat gebeurt er? Laat de toets nu los en zet de **keuzeschakelaar** naar beneden. Gebeurt er nu wat? Terwijl de **keuzeschakelaar** nog altijd beneden staat, druk je nogmaals op **S1**. Enige verandering?

Je hebt gezien hoe dit circuit zich gedroeg net als de OR poort van project 25. Waarom het dat doet kun je afleiden uit het schema. Wanneer je op **S1** drukt of de **keuzeschakelaar** naar beneden zet, laat je stroom vloeien naar de basis van een van beide NPN transistors. Daardoor kan de NPN transistor werken, wat er op zijn beurt voor zorgt dat de PNP transistor werkt en de **LED** brandt. En de PNP transistor werkt als beide NPN transistors werken.

Zoals je allicht vermoedt, gebruiken we zelden echte schakelaars (zoals de toets in dit project) met OR poorten. Een ander circuit, zoals een multivibrator, kan een inputsignaal leveren om een OR poort in of uit te schakelen (of 0 of 1 te maken, of hoog of laag... je weet wel wat we bedoelen).

PROJECT 150: RTL AND POORT

Aangezien we zopas een RTL OR poort gemaakt hebben, vraag je je misschien af of we ook geen AND poort kunnen maken met RTL? Uiteraard, kijk maar.

Hoe dit circuit werkt, kun je afleiden uit het schema, waarop je ziet dat beide NPN transistors in serie geschakeld zijn. De stroom van de collector van de ene gaat naar de emissor van de andere. Alleen wanneer beide transistors werken, kan de PNP transistor ook werken. De PNP transistor doet de **LED** branden.

RTL digitale circuits waren bij de eerst ontwikkelde digitale circuits, maar worden tegenwoordig niet zo vaak meer gebruikt. Een groot probleem is immers dat kleine spanningssveranderingen ervoor kunnen zorgen dat een RTL-circuit fout gaat werken. Een ander probleem is dat op een RTL-circuit maar een klein aantal instrumenten kan worden aangesloten zonder dat de werking eronder lijdt. Andere digitale circuits werden ontwikkeld om die problemen te overwinnen. Eén daarvan is DTL, waar we spoedig dieper op ingaan. Kun je ook raden waar DTL voor staat? Onthou wat je ervan denkt, de waarheid verneem je al gauw.

PROJECT 151: TRANSISTOR "OR" GATE

course you know an OR gate is a logic circuit that has two or more input terminals and produces a high output when one or more input signals are high.

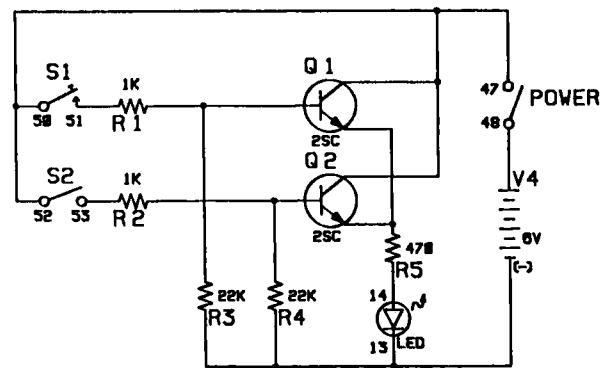
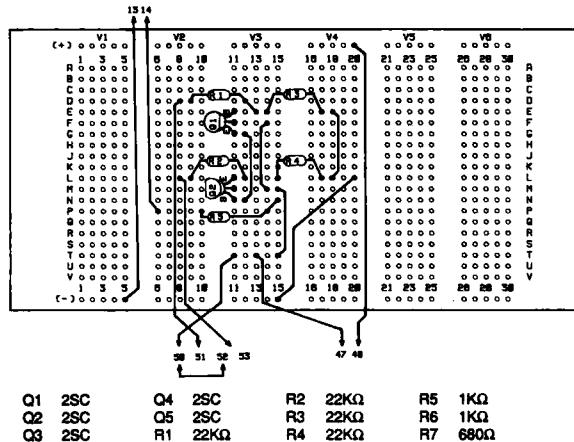
this project, we're going to make a transistor OR circuit and see how it works. Note that the input signals are 1 when keys are pressed and at 0 if released. The output signal is 1 when the LED lights up, and 0 when the LED goes out.

ire the project, turn power ON, and get to the experiment. We believe no more explanation is necessary for you by now!

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	H

LED ON: H or 1
 LED OFF: L or 0
 Switch ON: H or 1
 Switch OFF: L or 0

Figure 1

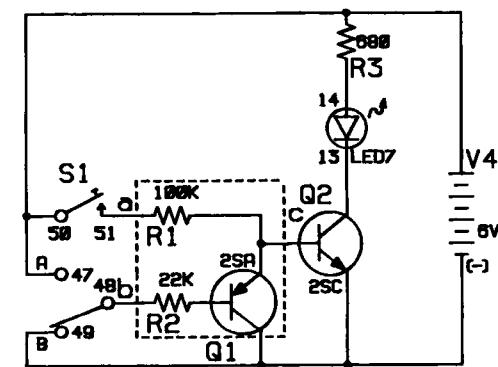
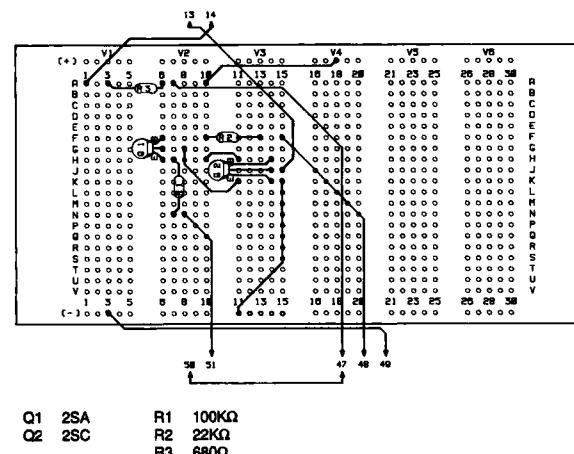


PROJECT 152: TRANSISTOR "AND" GATE

eminder...an AND gate is a logic circuit which has two more input terminals and generates an 1 output only when all the inputs are 1: ny other combination outputs 0.

this project, we're going to make a transistor AND circuit and find out how it works by referring to the schematic. Remember that input signals are 1 when key is pressed or the **select switch** is up, and 0 when key is released or the select switch is down. The output signal is 1 when the LED lights up, and 0 when the LED goes out.

ire the project, switch power ON, and see what happens to the LED when you change the input condition. Again, we believe no further explanation is necessary.



MONTAGE 151: PORTE OU TRANSISTORISEE

Vous savez bien sûr qu'une porte OU est un circuit logique qui possède au moins deux bornes d'entrée et qui produit une sortie élevée quand un signal d'entrée au moins est élevé.

Ce montage vous permettra de réaliser un circuit OU transistorisé et d'étudier son fonctionnement. Notez que les signaux d'entrée prennent la valeur 1 quand les manipulateurs sont enfoncés et la valeur 0 quand ils sont relâchés. Le signal de sortie prend la valeur 1 quand la diode LED s'allume et la valeur 0 quand elle s'éteint.

Procédez au câblage, mettez le circuit sous tension et examinons le montage proprement dit. Nous estimons qu'à présent, vous n'avez plus besoin d'explication supplémentaire!

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	H

Diode LED allumée: H ou 1
 Diode LED éteinte: L ou 0
 Manipulateur enfoncé: H ou 1
 Manipulateur relâché: L ou 0

Figure 1

PROJECT 151: TRANSISTOR "OR" POORT

Uiteraard weet je dat een OR poort een logisch circuit is met twee of meer ingangen, dat een hoge output produceert wanneer één of meer inputsignalen hoog zijn.

In dit project maken we een transistor OR circuit en gaan we na hoe dat werkt. Merk op dat de inputsignalen 1 zijn wanneer de toetsen ingedrukt zijn en 0 wanneer ze losgelaten zijn. Het outputsignaal is 1 wanneer de LED brandt en 0 wanneer hij dooft.

Bedraad het project, schakel de stroom in en experimenteer. Meer uitleg heb je nu toch niet meer nodig, of wel soms?

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	H

LED AAN: H of 1
 LED UIT: L of 0
 Schakelaar AAN: H of 1
 Schakelaar UIT: L of 0

Figuur 1

PROJECT 152: TRANSISTOR "AND" POORT

Ter oprissing: een AND poort is een logisch circuit met twee of meer ingangen, dat slechts een output 1 oplevert wanneer alle inputs 1 zijn; elke andere inputcombinatie levert output 0 op.

In dit project maken we een transistor AND circuit en gaan we na hoe dat werkt door het schema te bestuderen. Onthou dat een inputsignaal 1 is wanneer de toets ingedrukt is of de **keuzeschakelaar** omhoog staat, en 0 wanneer de toets niet ingedrukt is of de keuzeschakelaar naar beneden staat. Het outputsignaal is 1 als de LED brandt, 0 als hij dooft.

Bedraad het project, schakel de stroom in en kijk wat er met de LED gebeurt wanneer je de inputsituatie verandert. We zijn nogmaals van oordeel dat verdere uitleg overbodig is geworden.

PROJECT 153: TRANSISTOR "XOR" GATE

An XOR Gate??? Don't be surprised if you don't know what that means...because we haven't mentioned XOR (exclusive OR) gates so far. But here's project that lets us find out about this fascinating circuit....

An XOR gate is a logic circuit that produces an output 0 only when 1 and 0 signals are applied at the same time to two or more input terminals, and 1 when the input signals are the same (both 1 or both 0).

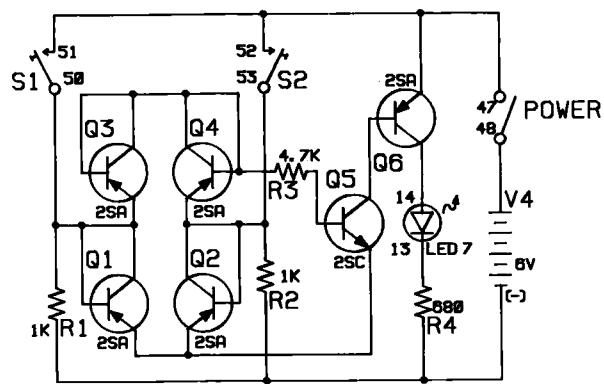
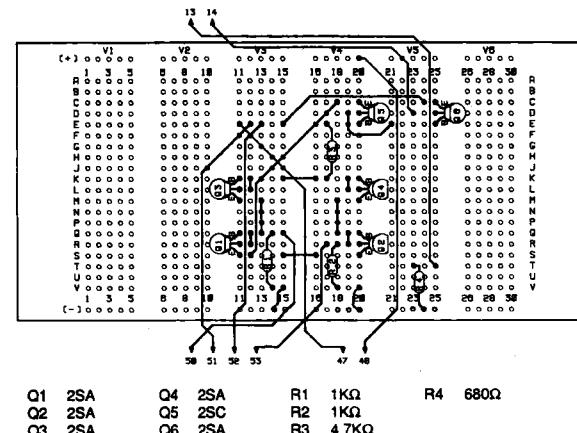
We're going to make a transistor XOR gate and find out how it works. Note that the input signals are 1 when keys are pressed, and 0 when released. The output signal is 1 when the **LED** lights up, and 0 when the **LED** goes out.

Wire the project, turn power ON, and see what happens to the **LED** when you press and release **S1** and **S2**. Figure 1 shows how this circuit works. Try following the current path on schematic.

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	L

LED ON: H or 1
 LED OFF: L or 0
 Switch ON: H or 1
 Switch OFF: L or 0

Figure 1



MONTAGE 153: PORTE OU EXCLUSIF TRANSISTORISEE

Porte OU exclusif??? Ne vous étonnez pas si vous ne savez pas de quoi il s'agit... nous n'avons pas encore abordé les portes OU exclusif jusqu'à présent. Ce montage vous permettra toutefois de vous familiariser avec ce circuit fascinant.

Une porte OU exclusif est un circuit logique qui produit une sortie de valeur 0 uniquement lorsque des signaux de valeur 1 et 0 sont simultanément appliqués à au moins deux bornes d'entrée. Il produit une sortie de valeur 1 quand les signaux d'entrée sont identiques (0 ou 1).

La porte OU exclusif transistorisée que nous allons réaliser vous permettra de comprendre son fonctionnement. Notez que les signaux d'entrée prennent la valeur 1 quand les manipulateurs sont enfoncés, et la valeur 0 quand ils sont relâchés. Le signal de sortie prend la valeur 1 quand la diode **LED** s'allume, et la valeur 0 quand elle s'éteint.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez ce qu'il se passe au niveau de la diode **LED** quand vous enfoncez et relâchez **S1** et **S2**. La Figure 1 illustre le fonctionnement de ce circuit. Essayez de suivre le chemin emprunté par le courant sur le diagramme schématique.

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	L

Diode LED allumée: H ou 1
 Diode LED éteinte: L ou 0
 Manipulateur enfoncé: H ou 1
 Manipulateur relâché: L ou 0

Figure 1

PROJECT 153: TRANSISTOR "XOR" POORT

Nog een andere poort! Wees niet verrast als je niet weet dat XOR staat voor "exclusief OR": we hebben het er nog niet over gehad. Maar hier is meteen een project waarin je meer verneemt over dit fascinerend circuit...

Een XOR poort is een logisch circuit dat alleen een output 0 geeft wanneer 1 en 0 signalen tegelijk worden aangelegd op twee of meer ingangen, en output 1 wanneer de inputsignalen identiek zijn (beide 1 of beide 0).

We maken nu een transistor XOR poort en gaan na hoe ze werkt. Merk op dat de inputsignalen 1 zijn wanneer de toetsen ingedrukt zijn en 0 wanneer ze losgelaten zijn. Het outputsignaal is 1 wanneer de **LED** brandt en 0 wanneer hij dooft.

Bedraad het project, schakel de stroom in en kijk wat er met de **LED** gebeurt wanneer je **S1** en **S2** indrukt en loslaat. Figuur 1 laat zien hoe dit circuit werkt. Probeer de stroom te volgen op het schema.

S1	S2	LED7
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	L

LED AAN: H of 1
 LED UIT: L of 0
 Schakelaar AAN: H of 1
 Schakelaar UIT: L of 0

Figuur 1

PROJECT 154: SPECIAL NAND GATE

till remember what the NAND gate is? Its output is 0 only when all inputs are at 1, and 1 when the inputs have any other combination-- inverse of the AND gate.

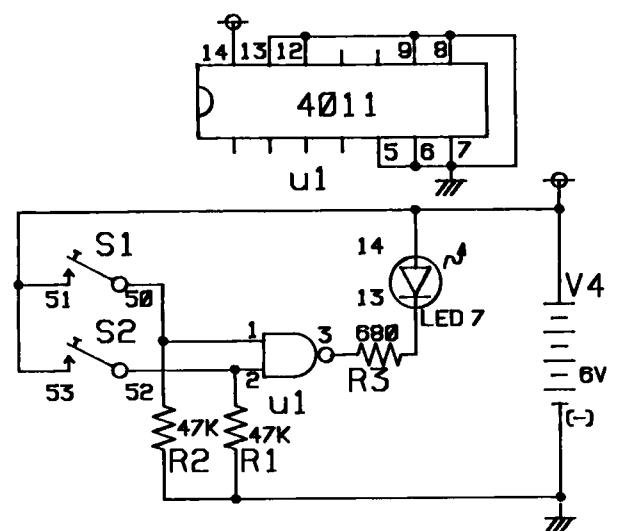
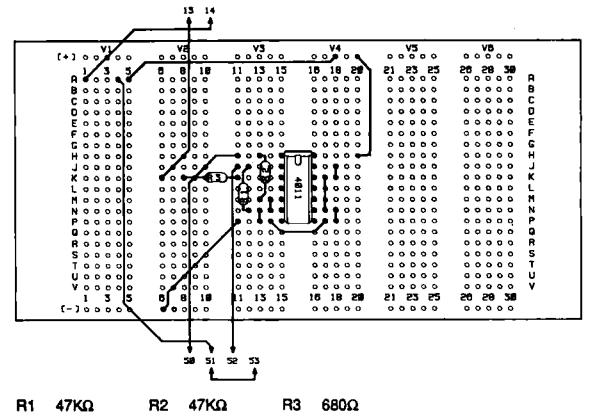
et's find out how this circuit works, using a NAND gate IC. Note that inputs are 1 when keys are pressed, and 0 when released. Contrary to other projects, the output is 0 when the **LED** is ON, and when it is OFF.

When you finish assembling the project, press/release **S1** and **S2** while watching Figure 1 and see how the **LED** blinks ON and OFF.

S1	S2	LED7
L	L	H
H	L	H
L	H	H
H	H	L

LED ON: L or 0
 LED OFF: H or 1
 Switch ON: H or 1
 Switch OFF: L or 0

Figure 1



MONTAGE 154: UNE PORTE NON-ET HORS DU COMMUN

Vous souvenez-vous encore de la porte NON-ET? Sa sortie prend la valeur 0 uniquement lorsque toutes ses entrées possèdent la valeur 1. Dans tous les autres cas, sa sortie prend la valeur 1. Son fonctionnement est opposé à celui de la porte ET.

Voyons à présent comment fonctionne ce circuit en utilisant le CI porte NON-ET. Notez que les entrées prennent la valeur 1 quand les manipulateurs sont enfoncés et la valeur 0 quand ils sont relâchés. A l'inverse des autres montages, la sortie prend la valeur 0 quand la diode LED est allumée, et la valeur 1 quand elle est éteinte.

Une fois le câblage du montage terminé, enfoncez/relâchez **S1** et **S2** tout en examinant la Figure 1 et voyez comment la diode LED s'allume et s'éteint.

S1	S2	LED7
L	L	H
H	L	H
L	H	H
H	H	L

Diode LED allumée: L ou 0
 Diode LED éteinte: H ou 1
 Manipulateur enfoncé: H ou 1
 Manipulateur relâché: L ou 0

Figure 1

PROJECT 154: SPECIALE NAND POORT

Weet je nog altijd wat de NAND poort is? De output ervan is alleen 0 wanneer alle inputs 1 zijn, en 1 wanneer de inputs een andere combinatie vertonen - het omgekeerde van de AND poort.

Laten we nagaan hoe dit circuit werkt, met behulp van een NAND poort IC. Merk op dat de inputs 1 zijn wanneer de toetsen ingedrukt zijn en 0 wanneer ze losgelaten zijn. De output is 0 wanneer de **LED** brandt, 1 wanneer hij niet brandt.

Zodra je klaar bent met de opbouw van dit project, kun je met **S1** en **S2** gaan drukken/loslaten, terwijl je figuur 1 in het oog houdt en nagaat hoe de **LED** aan en uit knippert.

S1	S2	LED7
L	L	H
H	L	H
L	H	H
H	H	L

LED AAN: L of 0
 LED UIT: H of 1
 Schakelaar AAN: H of 1
 Schakelaar UIT: L of 0

Figuur 1

PROJECT 155: DTL OR GATE

"DTL" stands for diode-transistor logic, which is a digital circuit using diodes and transistors. As you can see from the schematic for this project, other components (such as resistors) are used but the circuit's operation depends upon the diodes and transistors.

Before you start building this project, do you think there's any difference between how this DTL OR gate works and how the RTL OR gate in project 149 worked? Make a mental note and then start making the wiring connections. Be sure to set the select switch down during the wiring.

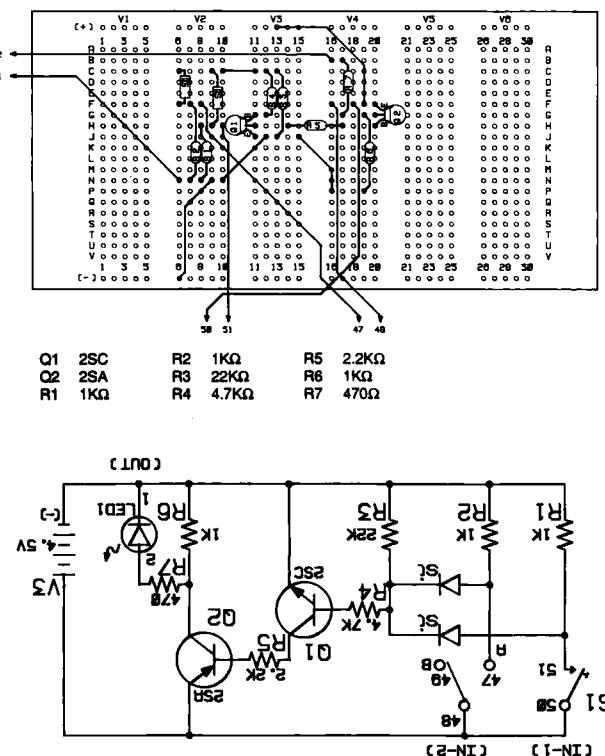
After wiring, press **S1** and see what happens to **LED**. Now release **S1** and set the **select switch** up. What happens now? Leave the **select switch** at the up position and press **S1**. Is there any change?

You discovered this circuit behaves like the other OR gates you've built. You can see how this circuits works by looking at the schematic. Pressing **S1** or setting the **select switch** up allows current to flow to the base of the NPN transistor, which then enables the PNP transistor to operate.

Compare your circuit with the one below (we've printed it upside-down... don't peek until you've drawn your own circuit.)

It's also possible to make an OR gate out of just two diodes and a resistor. Can you figure out how?

Be sure to draw schematics for any circuits you come up with.



MONTAGE 155: PORTE OU DTL

DTL correspond à logique diode-transistor. Il s'agit d'un circuit numérique qui utilise des diodes et des transistors. Comme vous le voyez sur le diagramme schématique de ce montage, le fonctionnement du circuit dépend uniquement des diodes et des transistors, bien que d'autres composants (notamment des résistances) soient utilisés.

Avant de commencer à réaliser ce montage, pensez-vous qu'il existe une différence entre le fonctionnement de la porte OU DTL et celui de la porte OU RTL, réalisée au montage 149? Gardez bien votre réponse à l'esprit et commencez le câblage de ce montage. N'oubliez pas de placer le sélecteur sur la position abaissée.

Une fois le câblage terminé, enfoncez **S1** et voyez comment réagit la diode **LED**. A présent, relâchez **S1** et placez le **sélecteur** sur la position levée. Que se passe-t-il à présent? Maintenez le **sélecteur** en position levée et enfoncez **S1**. Voyez-vous un changement?

Vous venez de voir que ce circuit se comporte comme les autres portes OU que vous avez déjà réalisées. Le diagramme schématique illustre son fonctionnement. En enfonçant **S1** ou en placant le **sélecteur** sur la position levée, vous permettez au courant de circuler jusqu'à la base du transistor NPN, qui commande à son tour le fonctionnement du transistor PNP.

Comparez ce circuit avec celui du montage suivant (que nous avons imprimé à l'envers ... ne trichez pas en regardant la réponse avant d'avoir construit votre propre circuit).

Il est également possible de réaliser une porte OU constituée exclusivement de deux diodes et d'un transistor. Pouvez-vous imaginer comment?

N'oubliez pas de dessiner un diagramme schématique pour chaque circuit que vous réalisez.

PROJECT 155: DTL OR POORT

"DTL" staat voor diode-transistor logica, een digitaal circuit met dioden en transistors. Zoals je uit het schema voor dit project kunt afleiden, worden ook wel andere onderdelen (zoals weerstanden) gebruikt, maar hangt de werking van het circuit af van de dioden en transistors.

Voor je met de opbouw van het project begint: denk je dat er verschil is tussen de werking van deze DTL OR poort en die van de RTL OR poort van project 149? Hou je antwoord vast en begin maar te bedraden. Tijdens het bedraden moet de keuzeschakelaar beslist naar beneden staan.

Na het bedraden druk je op **S1** en kijk je wat er met de **LED** gebeurt. Laat nu **S1** los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat gebeurt er nu? Laat de **keuzeschakelaar** omhoog staan en druk op **S1**. Is er verandering?

Je hebt ontdekt dat dit circuit zich gedraagt als de andere OR poorten die je reeds bouwde. Hoe dit circuit werkt kun je zien aan de hand van het schema. Met **S1** ingedrukt of de **keuzeschakelaar** naar boven kan er stroom naar de basis van de NPN transistor, die dan de PNP transistor laat werken.

Vergelijk jouw circuit met het onderstaande (we hebben het ondersteboven afgedrukt: niet spieken tot je je eigen circuit getekend hebt).

Het is ook mogelijk een OR poort te maken met slechts twee dioden en een weerstand. Kun je vertellen hoe?

Teken altijd een schema voor elk circuit dat je bedenkt.

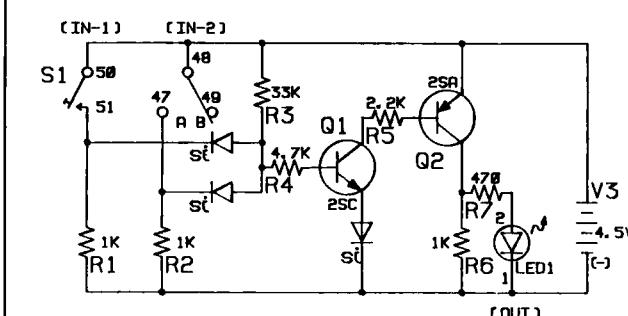
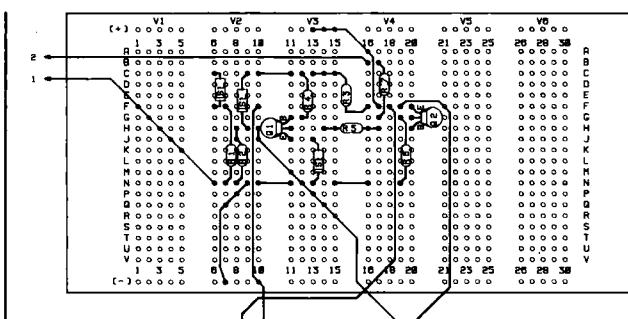
PROJECT 156: DTL AND GATE

DTL can also be used in AND gates, as we'll see in this project. You'll find it works just like other AND circuits we've played with in the past.

When you finish the wiring connections, you'll find that **LED** does not light until both the key is pressed and the **select switch** is up.

Can you tell how this project works by looking at the schematic? At first glance it might seem like the circuit for this project and our last one are virtually identical... can you spot the differences? (Okay, here's a clue - which way is the arrow pointing?)

It's also possible to make up an AND gate using just two diodes and a resistor. Can you figure out how? Be sure to make a note of what you come up with and compare it with our schematic.

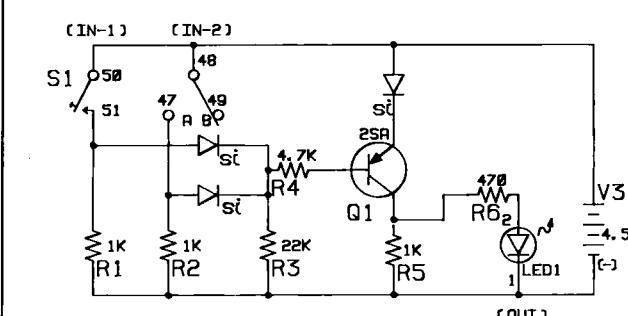
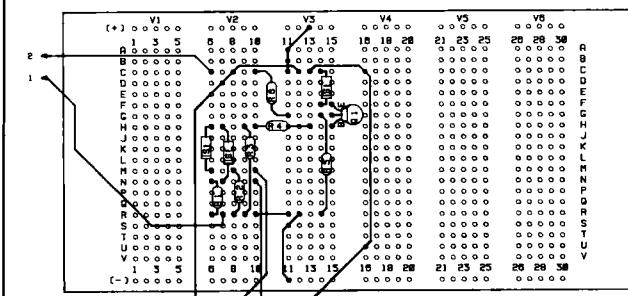


PROJECT 157: DTL NOR GATE

OR and AND aren't the only digital circuits we can whip up using DTL - and here's proof. If your memories gotten rusty about how a NOR gate works, take a look back at project 27 before building this circuit.

While building this project, be sure to set the **select switch** down. Is anything happening to **LED**? Press **S1** and see if there's any change in **LED**. Release **S1** and set the **select switch** up. What happens to **LED**? While the **select switch** is still set to the up position, press **S1** and see if there's any change in **LED**.

You can see how this circuit works by referring to the schematic. When **S1** is not pressed and the **select switch** is down, current can flow to the base of the transistor and **LED** lights. But if the key is pressed or if the **select switch** is at the up position, the base is connected to the positive side of the batteries. When this happens, the transistor can't operate (since there's no current flow to the base) and the **LED** goes out.



MONTAGE 156: PORTE ET DTL

Le circuit DTL peut également être utilisé avec les portes ET, comme nous allons le voir dans ce montage. Vous découvrirez que ce circuit fonctionne exactement comme les autres circuits ET que vous avez déjà construits.

Une fois le câblage terminé, vous constatez que la diode LED demeure éteinte jusqu'à ce que vous enfoncez le manipulateur et que vous placiez le **sélecteur** sur la position levée.

Pouvez-vous décrire le fonctionnement de ce montage en examinant le diagramme schématique? Au premier coup d'œil, il semble que ce circuit soit pratiquement identique à celui du montage précédent,... mais avez-vous repéré les différences? (Voici un indice - dans quelle direction la flèche est-elle orientée?)

Il est également possible de réaliser une porte ET constituée exclusivement de deux diodes et d'un transistor. Pouvez-vous imaginer comment? N'oubliez pas de noter les résultats obtenus afin de les comparer avec notre diagramme schématique.

PROJECT 156: DTL AND POORT

DTL kan ook worden gebruikt in AND poorten, zoals we bij dit project zien. Je zult vaststellen dat het werkt net zoals de andere AND circuits waarmee we al hebben gespeeld.

Zodra de bedrading af is, zul je ondervinden dat de **LED** niet brandt tot zowel de toets is ingedrukt als de **keuzeschakelaar** omhoog staat.

Kun je zeggen hoe dit project werkt, door gewoon naar het schema te kijken? Op het eerste gezicht lijken de circuits voor dit project en het vorige zo goed als identiek... vind je de verschillen? (Goed dan, één tip: in welke richting wijst de pijl?)

Ook een AND poort kun je maken met niet meer dan twee dioden en een weerstand. Weet je hoe? Noteer wat je ervan denkt en vergelijk dat met ons schema.

PROJECT 157: DTL NOR POORT

OR en AND zijn niet de enige digitale circuits die we met DTL kunnen fiksen - hier is het bewijs. Zit de werking van een NOR poort al te diep in je geheugen, kijk dan nog eens naar project 27 voor je aan dit project begint.

Terwijl je dit project opbouwt moet je de **keuzeschakelaar** beneden houden. Gebeurt er wat met de **LED**? Druk op **S1** en kijk of er iets verandert met de **LED**? Laat **S1** los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat gebeurt er met de **LED**? Terwijl de **keuzeschakelaar** nog steeds omhoog staat, druk je op **S1** om na te gaan of er nog iets verandert.

Hoe dit circuit werkt kun je zien aan de hand van het schema. Wanneer **S1** niet is ingedrukt en de **keuzeschakelaar** naar beneden staat, kan er stroom naar de basis van de transistor en brandt de **LED**. Maar als de toets ingedrukt is of de **keuzeschakelaar** omhoog staat, is de basis verbonden met de positieve kant van de batterijen. Wanneer dat gebeurt, kan de transistor niet werken (aangezien er geen stroom naar de basis gaat) en dooft de **LED**.

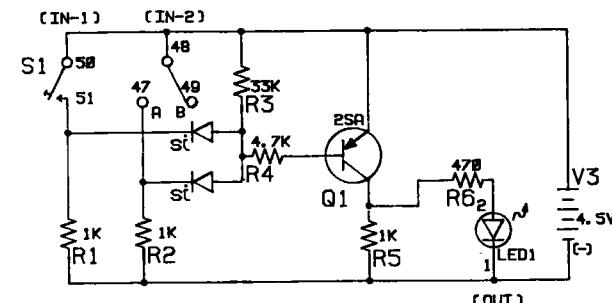
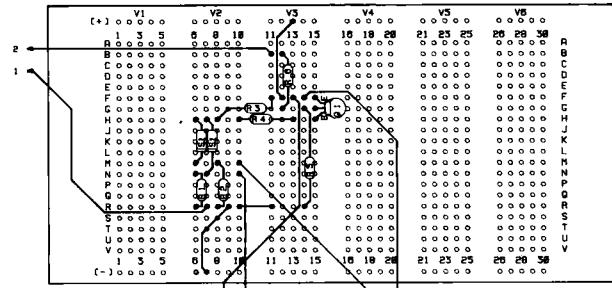
PROJECT 158: DTL NAND GATE

Here's a NAND gate circuit that gives you some clues about what goes on in that tiny Quad 2-input NAND IC.

As you build this project, be sure to set the **select switch** down. Is anything happening with **LED**? Try pressing the key to see if there's any change. Release the key and set the **select switch** to the up position. What does **LED** do now? Leave the **select switch** at the up position and press **S1**. Now what does **LED** do.

From the schematic, you can see what happens when you press the key and have the **select switch** set to the up position. The base of the PNP transistor has its current flow cut off and the transistor can no longer operate. And this results in **LED** going out.

While the NAND gates in the Quad 2-input NAND IC are all-electronic, they are not DTL. They're something called "TTL" - can you figure out what that means? Take a guess, because we'll find out for sure very soon!



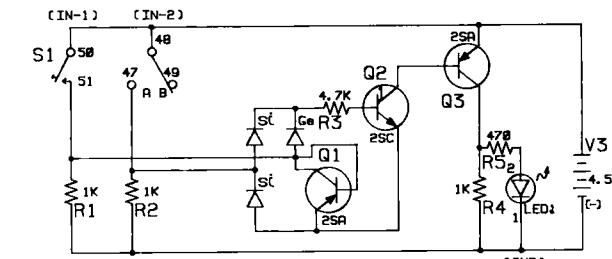
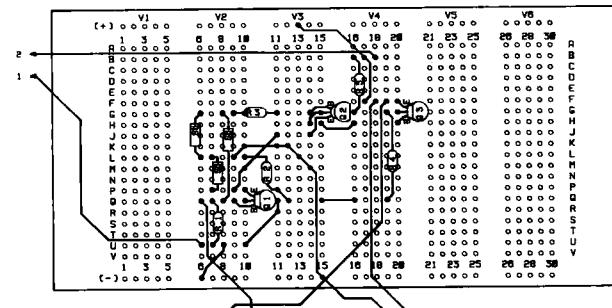
PROJECT 159: DTL EXCLUSIVE OR GATE

As you build this circuit, be sure the **select switch** is set to the down position. See what happens to **LED**. Now press **S1**. Any change in **LED**? Release **S1** and set the **select switch** to the up position. What does **LED** do now? Leave the **select switch** at the up position and press **S1**. Notice anything different now?

Surprised at anything? Sure you were... you didn't expect **LED** to go out when both inputs were 1, did you? (Unless, of course, you looked at the schematic for this project very carefully before building it!)

So you can see that an XOR gate has an output of 0 if both inputs are the same. If the inputs are different, then the output is 1. You can see that this is a handy circuit to let us know if we have two inputs that are the same. (Or to let us know if we have two different inputs.)

There's also an XNOR gate (exclusive NOR). We won't build one here, but maybe you can figure out how, since it's the same thing as a NOR gate followed by an inverter! (That ought to tell you how an XNOR gate should work.) Be sure to keep track of what you do in your notebook if you decide to design an XNOR gate.



MONTAGE 158: PORTE NON-ET DTL

Voici un circuit porte NON-ET qui vous renseigne sur le fonctionnement de ce minuscule quadruple CI NON-ET à deux entrées.

Pendant que vous réalisez ce montage, veillez à placer le **sélecteur** sur la position abaissée. La diode **LED** réagit-elle? Essayez d'enfoncer le manipulateur pour voir si un changement se produit. Relâchez le manipulateur et placez le **sélecteur** sur la position levée. Que fait la diode **LED** à présent? Laissez le **sélecteur** sur la position levée et enfoncez **S1**. Que fait la diode **LED**?

Le diagramme schématique vous indique ce qu'il se passe quand vous enfoncez le manipulateur et que vous placez le **sélecteur** sur la position levée. Le courant ne circule plus jusqu'à la base du transistor PNP et celui-ci ne peut donc plus fonctionner. Par conséquent, la diode **LED** s'éteint.

Bien que les portes NON-ET du quadruple CI NON-ET à deux entrées soient entièrement électroniques, il ne s'agit pas de circuits DTL. On les appelle "TTL". Savez-vous ce que cela signifie? Essayez de deviner car vous allez très rapidement connaître la réponse.

PROJECT 158: DTL NAND POORT

Hier is een NAND poort circuit dat je wat aanwijzingen bezorgt over wat er gebeurt in die kleine Quad 2-input NAND IC.

Bij het opbouwen van dit project moet je de **keuzeschakelaar** naar beneden houden. Gebeurt er wat met de **LED**? Probeer een druk op de toets om na te gaan of er iets verandert. Laat de toets los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat doet de **LED** nu? Laat de **keuzeschakelaar** omhoog en druk op **S1**. Wat doet de **LED** nu?

Uit het schema leid je af wat er gebeurt wanneer je op de toets drukt en de **keuzeschakelaar** omhoog staat: de basis van de PNP transistor krijgt geen stroom meer en de transistor kan niet meer werken. De **LED** dooft dus.

De NAND poorten in de Quad 2-input NAND IC zijn wel volledig elektronisch, maar niet DTL. Wel zijn ze "TTL", en kun je raden wat dat betekent? We zullen gauw weten of je juist zat!

PROJECT 159: DTL EXCLUSIEVE OR POORT

Bij opbouwen van dit project moet je de **keuzeschakelaar** beneden houden. Kijk wat er met de **LED** gebeurt. Druk op **S1**: verandering bij de **LED**? Laat **S1** los en zet de **keuzeschakelaar** omhoog. Wat doet de **LED** nu? Laat de **keuzeschakelaar** omhoog en druk op **S1**: verandert er nu wat?

Was je niet verrast? Allicht wel... je had toch niet verwacht dat de **LED** zou doven wanneer beide inputs 1 waren - of wel soms? (Tenzij je natuurlijk zeer grondig het schema voor dit project had bestudeerd voor je eraan begon!)

Je kunt dus zien dat een XOR poort een output 0 heeft wanneer beide inputs identiek zijn. Zijn ze verschillend, dan is de output 1. Je ziet dat dit een handig circuit is om ons te laten weten of twee inputs al dan niet gelijk zijn.

Er bestaat ook nog een XNOR poort (exclusief NOR). Die bouwen we hier niet, maar misschien kun je wel uitvissen hoe dat gaat, aangezien ze hetzelfde is als een NOR poort gevolgd door een inverter! (Waardoor je meteen zou moeten weten hoe een XNOR poort werkt.) Hou in je notitieboekje altijd bij wat je doet, als je besluit een XNOR poort te ontwerpen.

PROJECT 160: C-MOS INVERTOR

C-MOS devices have a wider voltage range and draw much less power than other logic ICs.

C-MOS devices contain P-Channel MOS FETs (metal oxide semiconductor field effect transistors) and N-Channel MOS FETs, which are connected together internally. By the way, the "C" in C-MOS stands for "complementary," because the P-Channel and N-Channel MOS FETs complement each other. One is on while the other is off, and vice versa.)

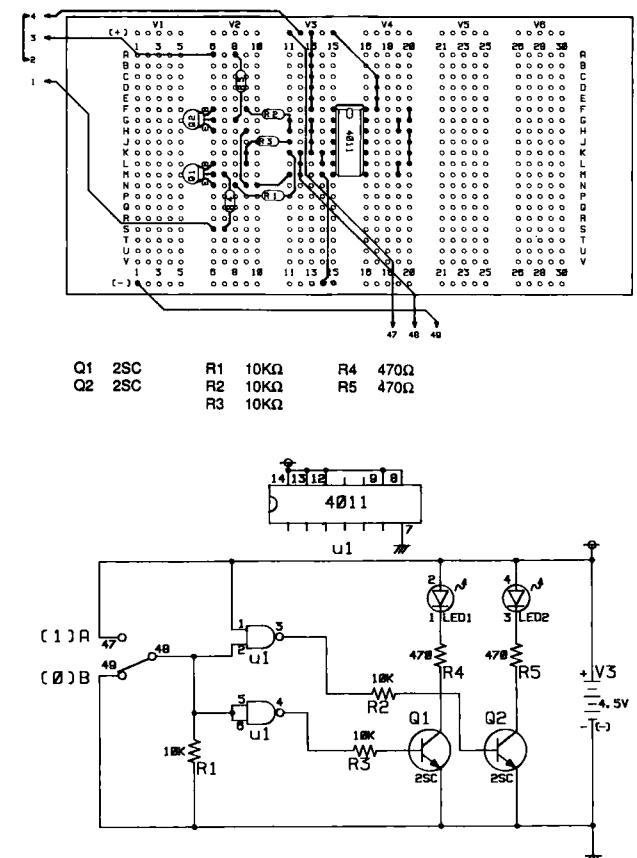
Digital C-MOS ICs contain various numbers of FETs, depending on the function of the IC.

You can see from the schematic that this project uses two of the our NAND gates in the IC.

Be aware, in circuits like this where some of the gates of the IC are not used, we have to connect the unused input pins to the positive or negative power supply. Otherwise the IC can be damaged.

As you build this project, set the **select switch** up. You'll notice that both **LED 1** and **LED 2** are off. Since the output is 0, the input must be ... 1, of course! Now set the **select switch** down and both **LEDs** come on, indicating you're inputting 0.

You can see why this happens by looking at the schematic. With the **select switch** at the up position, both inputs to the two NANDs are 1. That means the output of both go to 0 (and turns off both transistors). When the **select switch** is set to the down, we no longer have all inputs at 1... the outputs of NANDs are 1... transistors turn on... and the **LEDs** come on.



MONTAGE 160: INVERSEUR C-MOS

Les dispositifs C-MOS possèdent une plage de tension plus large et produisent beaucoup moins de puissance que les autres CI logiques.

Les dispositifs C-MOS contiennent des transistors MOS FET (transistor à effet de champ métal-oxyde semi-conducteur) à canal P et des transistors MOS FET à canal N qui sont connectés intérieurement les uns aux autres. La lettre "C" de l'abréviation C-MOS correspond à "complémentaire" car les transistors MOS à canal P et à canal N se complètent. (Pendant que l'un est activé, l'autre est désactivé et inversement.)

Les CI C-MOS numériques est constitués d'un nombre variable de FET selon la fonction du CI.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que ce montage utilise deux des quatre porte NON-ET du CI.

Soyez vigilant lorsque vous câblez ce montage. En effet, comme dans un circuit de ce type certaines portes du CI ne sont pas utilisées, vous devez raccorder les broches d'entrée inutilisées au pôle positif ou négatif de la tension d'alimentation. Sinon, vous risquez d'endommager le CI.

Pendant que vous réalisez ce montage, placez le **sélecteur** sur la position levée. Vous constatez que les diodes **LED 1** et **2** demeurent éteintes. Comme la sortie prend la valeur 0, l'entrée doit posséder la valeur ... 1, bien sûr! A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée et les deux **LED** s'allument pour signaler que l'entrée possède la valeur 0.

Vous pouvez expliquer ce phénomène en examinant le diagramme schématique. Quand le **sélecteur** se trouve sur la position levée, les deux entrées des portes NON-ET possèdent la valeur 1. Donc, leur sortie prend la valeur 0 (et arrête les deux transistors). Quand vous placez le **sélecteur** sur la position abaissée, toutes les entrées ne possèdent plus la valeur 1, ... les sorties des portes NON-ET prennent la valeur 1, ... les transistors se mettent en marche, ... et les diodes **LED** s'allument.

PROJECT 160: C-MOS INVERTOR

C-MOS instrumenten hebben meer voltagebereik en verbruiken minder dan andere logische IC's.

C-MOS instrumenten bevatten P-kanaal MOS FET's ("metal oxide semiconductor field effect transistor") en N-kanaal MOS FET's, die intern met elkaar verbonden zijn. De "C" van C-MOS staat trouwens voor "complementair" (aanvullend), omdat de P-kanaal MOS FET en de N-kanaal MOS FET elkaar aanvullen. (De ene is aan terwijl de andere uit is en omgekeerd.)

Digitale C-MOS IC's bevat verschillende aantallen FET's, afhankelijk van-de functie van de IC.

Op het schema kun je zien dat in dit project twee van de vier NAND poorten in de IC gebruikt worden.

Let wel op: in een circuit zoals dit, waar niet alle poorten van de IC niet benut worden, moeten we de ongebruikte inputpennen met de positieve of negatieve kant van de voeding verbinden. Zoniet kan de IC beschadigd raken.

Zet de **keuzeschakelaar** bij het opbouwen van dit project omhoog. Je zult vaststellen dat **LED 1** en **LED 2** gedoofd zijn. Aangezien de output 0 is, moet de input... 1 zijn uiteraard! Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden, en beide **LED's** gaan branden om je te vertellen dat de input 0 geworden is.

Waarom dit gebeurt kun je afleiden uit het schema. Met de **keuzeschakelaar** naar boven zijn beide inputs naar de twee NAND's 1. Dat betekent dat de output van beide naar 0 gaat (en beide transistors uitschakelt). Wanneer de **keuzeschakelaar** naar beneden staat, zijn niet langer alle inputs 1... zijn de outputs van de NAND's 1... worden de transistors ingeschakeld... en gaan de **LED's** branden.

PROJECT 161: C-MOS BUFFER

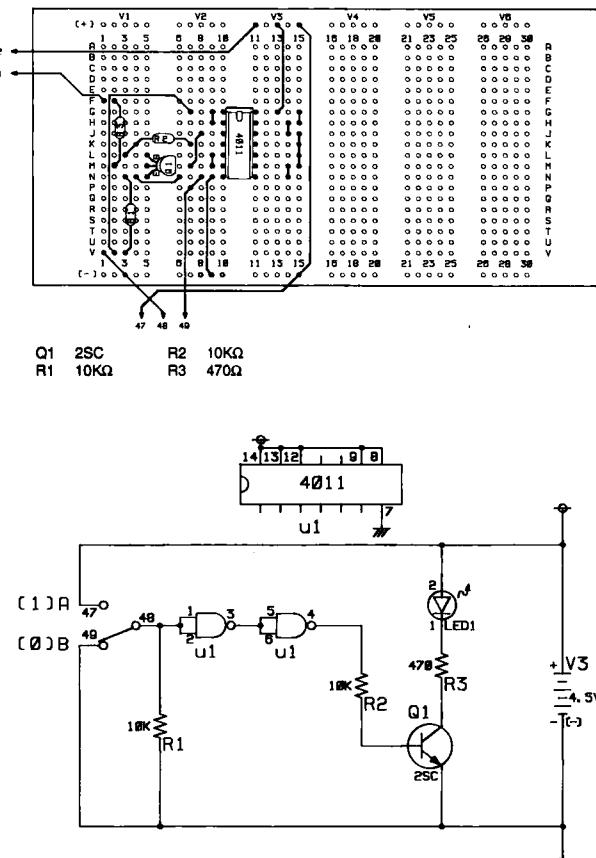
Ever wonder what happens when you start adding digital circuits together, using the output of one as the input of another? Build this project and find out.

As you can see from the schematic, we take the output from one NAND gate and use it as the input of another: we "split" the output of the first NAND and use it for the inputs to the second (so that the two inputs for the second NAND are the same). From what you know about NANDs, what do you think happens if the input to the first NAND is 1? If the first input is 0? Try to figure it out before building this project.

After you finished the wiring connection, set the **slide switch** down. What does **LED 1** do? Now set the **select switch** up. **LED 1** should come on.

As you've probably figured out, the input is 1 when the **select switch** is up, 0 when the **select switch** is down. What happens is, when the input to the first NAND is 1, its output is 0. The 0 input to the second causes its output to become 1, lighting the **LED**. Sometimes we use buffer circuits to simply keep two portions of a device isolated from each other. This type of circuit does that job well.

One of the amazing things to think about is how large the RTL and DTL circuits were that we played with in earlier projects. Believe it or not, four circuits like that have been shrunk down to fit inside that tiny IC! There's even a special type of IC, which are actually computers shrunk to miniature size. They're called microprocessors. The process which lets us several circuits inside just one IC is called large-scale integration, or LSI. You'll see this term often used to describe ICs.



MONTAGE 161: CIRCUIT C-MOS INTERMEDIAIRE

Ne vous êtes-vous jamais demandé ce qu'il se passe lorsque vous additionnez des circuits numériques entre eux en utilisant la sortie de l'un comme entrée de l'autre? Vous pourrez vous en rendre compte par vous-même en construisant ce montage.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, nous utilisons la sortie d'une porte NON-ET comme entrée d'une autre porte: nous "divisons" la sortie de la première porte NON-ET et nous l'utilisons pour les entrées de la seconde porte. (De cette façon, les deux entrées de la seconde porte NON-ET sont identiques.) Sur base de vos connaissances relatives aux portes NON-ET, que se passera-t-il si l'entrée de la première porte NON-ET possède la valeur 1? Si elle prend la valeur 0? Essayez de deviner la réponse avant de construire ce montage.

Une fois le câblage terminé, placez le **sélecteur** sur la position abaissée. Que fait la diode **LED 1**? À présent, placez le **sélecteur** sur la position levée. La diode **LED 1** doit en principe s'allumer.

Comme vous l'avez probablement deviné, l'entrée prend la valeur 1 quand le **sélecteur** se trouve sur la position levée, et la valeur 0 quand il se trouve en position abaissée. En réalité, quand l'entrée de la première porte NON-ET possède la valeur 1, sa sortie prend la valeur 0. L'entrée 0 de la seconde porte permet à sa sortie de prendre la valeur 1 et d'éclairer ainsi la diode **LED**. Les circuits intermédiaires sont parfois utilisés pour isoler simplement deux parties d'un dispositif. Ce type de circuit remplit parfaitement ce rôle.

Il serait aussi intéressant de connaître la grandeur des circuits RTL et DTL avec lesquels vous avez joué dans les montages précédents. Croyez-le ou non, quatre circuits de ce type ont été réduits pour tenir dans ce minuscule CI ! En réalité, même des ordinateurs (qui sont un type particulier de CI) peuvent être miniaturisés. Ils portent alors le nom de microprocesseur. Le processus qui permet d'intégrer plusieurs circuits à l'intérieur d'un seul CI est appelé intégration à grande échelle. Ce terme est très utilisé pour décrire les CI.

PROJECT 161: C-MOS BUFFER

Vraag je nooit af wat er gebeurt wanneer je digitale circuits samen begint te voegen en de output van het ene gebruikt als input van het andere? Bouw dit project, en het antwoord komt.

Zoals je uit het schema kunt afleiden, nemen we de output van één NAND poort en gebruiken we die als input van een andere: we "splitsen" de output van de eerste NAND en gebruiken hem als input voor de tweede (zodat beide inputs voor de tweede NAND gelijk zijn). Aan de hand van wat je reeds over NAND's weet: wat gebeurt er volgens jou als de input naar de eerste NAND 1 is? En als de eerste input 0 is? Probeer daar een antwoord op te vinden voor je begint te bouwen.

Na het afwerken van de bedrading zet je de **schuifschakelaar** naar beneden. Wat doet **LED 1**? Zet nu de **keuzeschakelaar** omhoog. **LED 1** zou moeten branden.

Zoals je allicht had achterhaald, is de input 1 wanneer de **keuzeschakelaar** omhoog staat en 0 wanneer hij naar beneden staat. Wat gebeurt er: wanneer de input naar de eerste NAND 1 is, is zijn output 0. De 0 die als input naar de tweede NAND gaat, zorgt daar voor een output 1, zodat de **LED** gaat branden. Soms gebruiken we buffercircuits om gewoon twee delen van een toestel van elkaar afgezonderd te houden. Dit soort circuit is daar uitstekend voor geschikt.

Eén van de verbazende dingen om eens over te denken is: hoe groot waren de RTL en DTL circuits waar we bij vroegere projecten mee gewerkt hebben. Geloof het of niet, maar vier van die circuits zitten samengepakt in deze piepkleine IC! Er is zelfs een speciaal soort IC dat in feite een computer in mini-formaat is. Men noemt dat een microprocessor. Het proces waardoor men in één enkele IC een aantal circuits samen krijgt, noemt men "grootschalige integratie", in het Engels aangeduid met LSI (een term die vaak zult ontmoeten bij beschrijvingen van IC's).

PROJECT 162: -MOS OR GATE

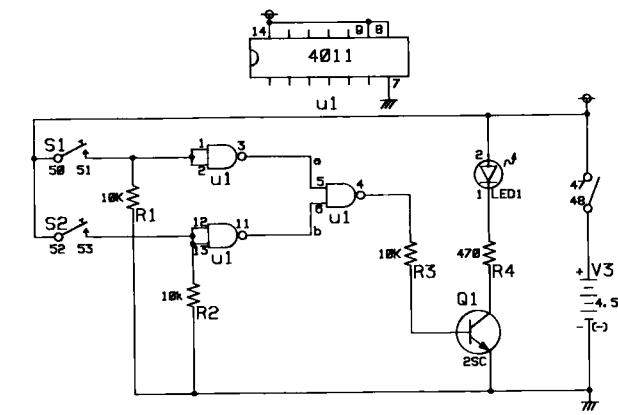
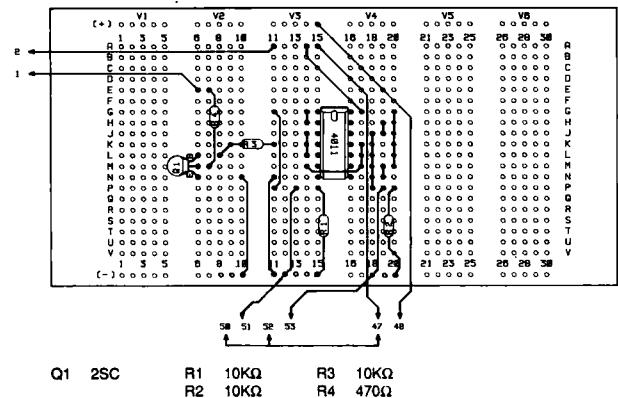
ne of the nice things about the Quad 2-Input NAND IC is the way the four NAND gates can be combined to make up other logic circuits. It's possible to make up an OR gate from NANDs - as this project proves.

ur last project has given some clues about how we can use ANDs to make up other logic circuits. Take a look at the schematic for this project - can you trace what happens from each input to the eventual output? (Sure you can - just give it a try!)

ter you build the project, turn power on, and press **S1**. What happens to **LED**? You saw that this circuit indeed behaves like other OR gates you've played with. Have you traced what happens from input to output yet? The answer is in the next column - but no fair peeking.

Let's say you press **S1**. This inputs 1 to both inputs of the NAND, causing the NAND's output to go to 0. This 0 output is one of the inputs to the NAND gate controlling the **LED**. Since a NAND's output is 0 only if all inputs are 1, the 0 input causes the NAND's output to go to 1 ... and **LED 1** lights!

e can make up AND, NOR and XOR gates using the Quad 2-Input IC. Can you figure out how we would connect the NANDs to do this? Take your best guess and make notes...because we're soon going to find out.



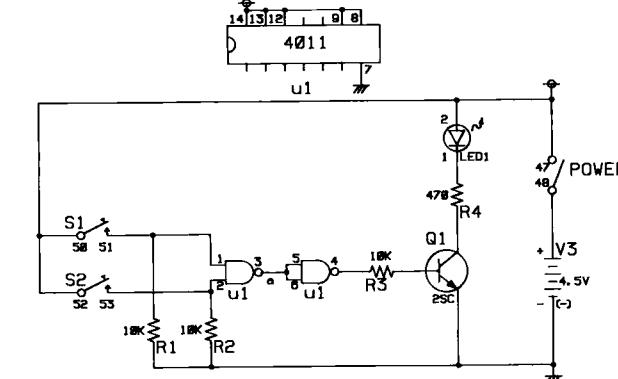
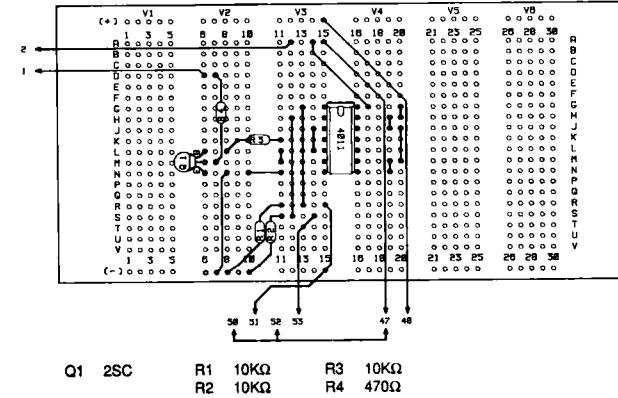
PROJECT 163: -MOS AND GATE

id you figure out how to make an AND gate using the NAND gates? Hope so - and now we'll see how right you were.

hen you've finished the wiring connection, turn power ON and press **S1**. What does **LED 1** do? Now press **S2** while keep pressing **S1**. Is there any change in **LED 1**?

As you saw, pressing both **S1** and **S2** inputs 1, causing a 1 output from the AND gate. Can you follow the 1 input through the circuit until you reach a 1 output? Try it - and don't peek at the answer.

works like this - each 1 input goes into the first NAND gate. This uses the output of the NAND to be 0. This 0 output is used for both inputs to the second NAND. The 0 inputs to the second NAND cause its output to be 1, and the **LED** lights.



MONTAGE 162: PORTE OU C-MOS

Le quadruple CI NON-ET à deux entrées possède la particularité étonnante de pouvoir combiner les quatres portes NON-ET en vue de constituer d'autres circuits logiques. Comme vous allez le voir dans ce montage, il est possible de fabriquer une porte OU à partir de circuits NON-ET.

Le montage précédent vous fournissait déjà quelques indices sur la procédure à suivre pour constituer d'autres circuits logiques à partir des portes NON-ET. Examinez le diagramme schématique de ce montage: pouvez-vous suivre le chemin qui sépare chaque entrée de la sortie éventuelle? (Faites un essai, vous verrez que vous y parviendrez!)

Une fois le montage construit, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez **S1**. Que fait la diode **LED**? Vous constatez que ce circuit se comporte exactement comme les autres portes OU que vous avez construites jusqu'ici. Avez-vous déjà suivi le chemin qui sépare l'entrée de la sortie? Vous trouverez la réponse dans la colonne suivante - mais ne trichez pas.

Supposons que vous enfoncez **S1**. Les deux entrées de la porte NON-ET prennent la valeur 1 et la sortie, la valeur 0. Cette sortie 0 correspond à l'une des entrées de la porte NON-ET qui commande la diode **LED**. Comme la sortie d'une porte NON-ET prend la valeur 0 uniquement si toutes les entrées possèdent la valeur 1, l'entrée 0 force la sortie NON-ET à prendre la valeur 1 ... et la diode **LED 1** s'allume!

Il est possible de réaliser des portes ET, NON-OU et OU exclusif à l'aide du quadruple CI à deux entrées. Pouvez-vous imaginer la façon dont il faut raccorder les portes NON-ET pour y arriver? Réfléchissez bien et notez votre réponse ... car vous saurez bientôt si vous aviez raison.

PROJECT 162: C-MOS OR POORT

Eén van de aardigheidjes van de Quad 2-input NAND IC is de manier waarop de vier NAND poorten kunnen worden gecombineerd tot andere logische circuits. Zo kun je met NAND's een OR poort maken, zoals dit project aantoont.

In ons laatste project vond je al wat aanwijzingen over het gebruik van NAND's om andere logische circuits te maken. Bekijk het schema voor dit project - kun je volgen wat er van bij elke input gebeurt tot aan de uiteindelijke output? (Natuurlijk kun je dat, probeer maar!)

Na het opbouwen van het project schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Wat gebeurt er met de **LED**? Je hebt inderdaad gezien hoe het circuit zich gedroeg als de andere OR poorten die je al gemaakt hebt. Had je ook ontdekt wat er gebeurt tussen input en output? Het antwoord vind je hieronder, maar je moet eerst zelf proberen.

Stel dat je op **S1** drukt. Daardoor krijgen beide ingangen van de NAND input 1, zodat de output van de NAND 0 wordt. Deze 0 output is één van de inputs naar de NAND poort die de **LED** stuurt. Aangezien de output van een NAND alleen 0 is indien alle inputs 1 zijn, zorgt de 0 input ervoor dat de NAND output 1 is... waardoor **LED 1** gaat branden!

Met de Quad 2-input IC kunnen we ook AND, NOR en XOR poorten maken. Kun je achterhalen hoe we de NAND's moeten aansluiten om dat te bereiken? Maak er het beste van en vergeet niet te noteren... want binnenkort vernemen we er alles over.

PROJECT 163: C-MOS AND POORT

Kon je achterhalen hoe we met NAND poorten een AND poort kunnen maken? Hopelijk wel, en nu maar kijken of je gelijk hebt.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Wat doet **LED 1**? Druk nu op **S2** terwijl je nog steeds op **S1** drukt. Veranderd **LED 1**?

Zoals je gezien hebt, krijg je input 1 door zowel op **S1** als op **S2** te drukken, en dat geeft een output 1 aan de AND poort. Kun je de input 1 doorheen het circuit volgen tot aan de output 1? Probeer maar, en gluur niet naar het antwoord.

Zo werkt het: elke input 1 gaat naar de eerste NAND poort. Daardoor wordt de output van die NAND 0. Deze output 0 wordt gebruikt voor beide inputs naar de tweede NAND. De inputs 0 naar de tweede NAND zorgen daar voor een output 1, waardoor de **LED** gaat branden.

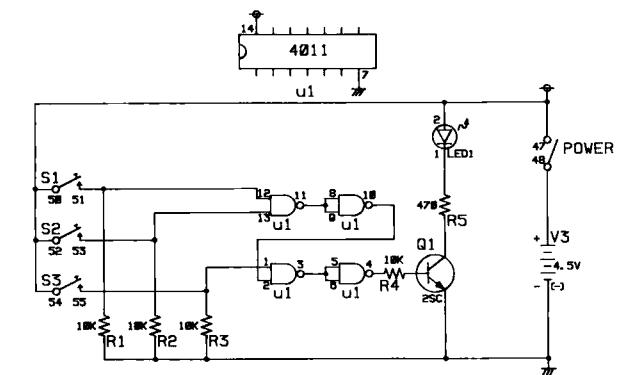
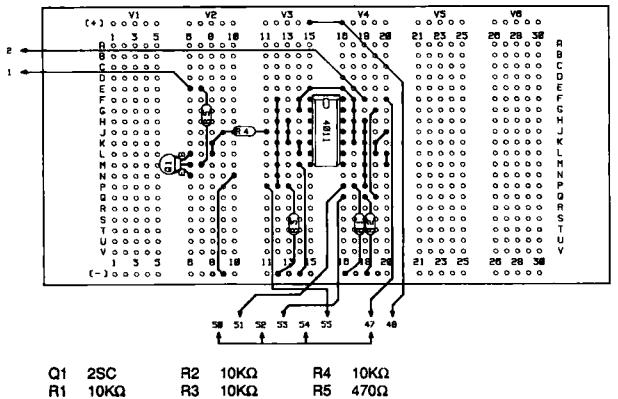
PROJECT 164: C-MOS 3-INPUT AND GATE

Even though we've been playing with digital circuits that have just two inputs, that doesn't mean we can't have more than two inputs. Here's a C-MOS AND gate that has three inputs. Try and figure out how 3 inputs produce a 1 output from the schematic.

After you've finished the wiring, turn power ON. You know by now how AND gate work, so we won't go into detail here. But can you look at the schematic and figure out the setting for the three keys so that you get a 1 output? Try it ... and then see if you were right.

Here's how this circuit works: **S1** and **S2** are connected to one NAND. When they are both 1, the NAND outputs a 0. This 0 then makes up the input of another NAND, causing its output to become 1. This 1 output then goes to another NAND gate (see it on the schematic?). There it makes up one input, along with the input from **S3** making up the other. When these are both 1, the NAND's output goes to 0. This output is used for both inputs of the second NAND, causing it to become 1... and the **LED** lights.

Seems simple, doesn't it? Believe it or not, even complex computers operate by using the same basic principles we're using with the digital circuits in this kit.



PROJECT 165: C-MOS NOR GATE

Try the same thing you've been doing with the past few projects... trace the "logic flow" of this circuit! Start with a 0 or 1 input and see how this circuit arrives at a 0 or 1 output. Give it a good try... and don't peek at the answer.

The kit contains the Quad 2-input NOR Gate ICs and you can organize the NOR Gate by using NAND Gate.

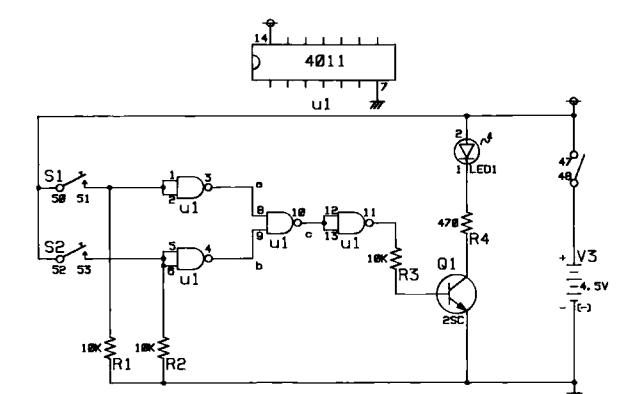
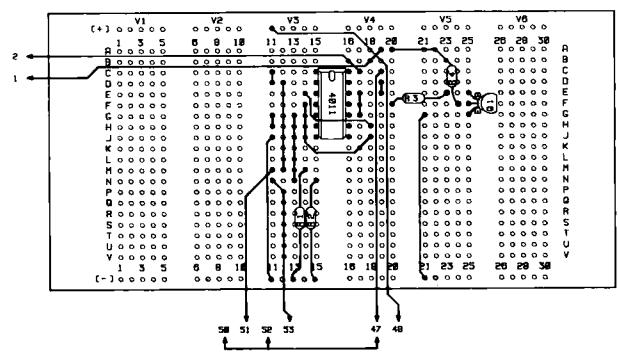
When you finish the wiring connections, turn power ON and press **S1**. Is there any change in **LED 1**? Release **S1** and press **S2**. What happens to **LED 1** now?

While keep pressing **S2**, press **S1** ... does anything different happens?

As you just saw, this project behaves just like other NOR gates we've built. And it does so because...

...pressing **S1** or **S2** inputs a signal of 1. This is used for both inputs of the NANDs marked a or b. a and b have an output of 0 with an input of 1, and their outputs are used for the inputs to the NAND marked c. As long as one or both inputs are 0, the C NAND has an output of 1. This 1 output is used for the inputs of the next NAND, causing an output of 0... and out goes the **LED**.

Don't believe us? Try putting a "0" or "1" on the schematic - see how it changes.



MONTAGE 164: PORTE ET C-MOS A TROIS ENTREES

Bien que nous n'ayons réalisé que des circuits numériques à deux entrées, cela ne signifie pas qu'il ne peuvent pas en posséder davantage. Voici d'ailleurs une porte ET C-MOS qui possède trois entrées. Essayez d'imaginer comment les trois entrées produisent une sortie de valeur 1 en examinant le diagramme schématique.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous connaissez à présent le fonctionnement d'une porte ET, nous n'entrerons donc pas dans les détails. En examinant le diagramme schématique, pouvez-vous imaginer la position sur laquelle les trois manipulateurs doivent se trouver pour produire une sortie de valeur 1? Faites un essai, puis vérifiez si vous avez bien deviné.

Voici comment fonctionne le circuit: **S1** et **S2** sont raccordés à une porte NON-ET. Quand ils possèdent la valeur 1, la sortie de la porte NON-ET prend la valeur 0. Cette sortie 0 constitue à son tour l'entrée d'une autre porte NON-ET, dont la sortie prend la valeur 1. Cette sortie 1 entre dans une autre porte NON-ET (le voyez-vous sur le diagramme schématique?). Une entrée est constituée à cet endroit. La seconde entrée correspond à celle de **S3**. Quand toutes deux possèdent la valeur 1, la sortie de la porte NON-ET prend la valeur 0. Cette dernière est utilisée pour les deux entrées de la seconde porte NON-ET qui prend alors la valeur 1 et commande donc l'illumination de la diode **LED**.

Ce circuit paraît extrêmement simple, n'est-ce pas? Croyez-le ou non, même les ordinateurs les plus complexes fonctionnent sur base de principes simples, identiques à ceux utilisés dans les circuits numériques de votre ensemble.

PROJECT 164: C-MOS AND POORT MET 3 INPUTS

Tot nu toe deden we het met digitale circuits die slechts twee inputs hadden, maar dat betekent niet dat het er niet meer mogen zijn. Hier is een C-MOS AND poort met drie inputs. Probeer aan de hand van het schema uit te vissen hoe 3 inputs een output 1 opleveren.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Je weet intussen hoe een AND poort werkt, dus stapelen we hier geen details meer op. Maar kun je op basis van het schema uitmaken hoe de drie toetsen moeten staan om een output 1 te krijgen? Probeer maar... en kijk of je gelijk had.

Zo werkt dit circuit: **S1** en **S2** zijn verbonden met één NAND. Zijn beide 1, dan is de NAND output 0. Die 0 wordt dan de input voor een andere NAND, waardoor die een output 1 krijgt. Die 1 gaat naar een andere NAND poort (zie je ze op het schema?), waar ze één input vormt, naast de input vanuit **S3**. Wanneer die twee 1 zijn, wordt de output van de NAND 0. Deze output wordt gebruikt voor beide inputs van de tweede NAND, waardoor de output daarvan 1 wordt en de **LED** gaat branden.

Lijkt eenvoudig, nietwaar? Je mag het geloven of niet, maar zelfs complexe computers werken met dezelfde basisprincipes die wij gebruiken voor de digitale circuits in deze projectdoos.

PROJECT 165: C-MOS NOR POORT

Probeer wat je ook bij de vorige projecten hebt gedaan: volg de "logische stroom" van dit circuit! Begin met een 0 of 1 input en kijk hoe dit circuit aan een 0 of 1 output geraakt. Flink proberen... en zeker niet naar de oplossing gluren!

De kit bevat de Quad 2-input NOR poort IC's en jij kunt de NOR poort in elkaar steken met behulp van NAND poorten.

Wanneer je klaar bent met de bedrading schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Verandert er iets aan **LED 1**? Laat **S1** los en druk op **S2**. Wat gebeurt er nu met **LED 1**?

Terwijl je **S2** ingedrukt houdt, druk je op **S1**... gebeurt er wat anders?

Zoals je zonet gezien hebt, gedraagt dit project zich net als andere NOR poorten die we al gebouwd hebben. En dat gebeurt omdat...

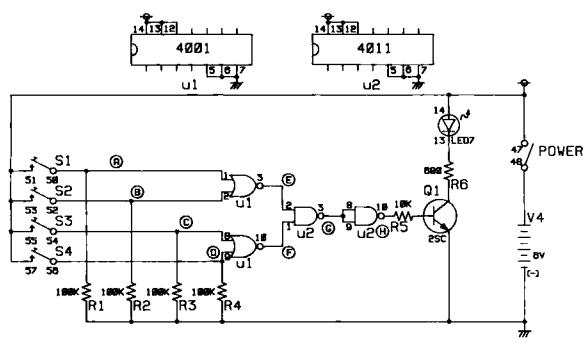
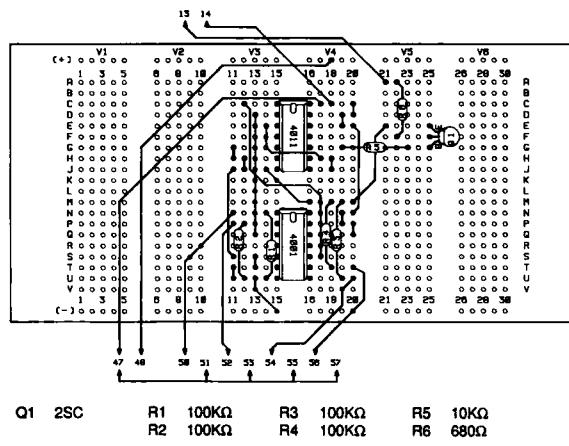
...drukken op **S1** of **S2** een 1 signaal geeft. Dit wordt gebruikt voor beide inputs van de NAND's met aanduiding a of b. a en b hebben met een input van 1 een output van 0, en die outputs worden gebruikt als inputs voor de NAND met aanduiding c. Zolang één of beide inputs 0 zijn, heeft de C NAND een output 1. Deze output wordt gebruikt voor de inputs van de volgende NAND en veroorzaakt daar een output 0... en de **LED** dooft.

Geloof je ons niet? Probeer dan maar met een "0" of een "1" op het schema, en kijk hoe ze veranderen.

PROJECT 166: -MOS 4-INPUT NOR GATE

We're going to make a 4-input NOR gate using two 2-input NOR gates and two 2-input NAND gates. The output of this NOR gate is only 1 when all four inputs are at 0, and it goes to 0 if any of the four inputs is at 1.

After wiring the project, switch power ON and see what happens to the **LED**. It lights up (output is 1). This is because **S1 - S4** are still FF at this time and the inputs are at 0. Press any of **S1 - S4**, and the **LED** goes out. See how the **LED** blinks ON and OFF as you press/release the four keys.



MONTAGE 166: PORTE NON-OU C-MOS A 4 ENTREES

Nous allons fabriquer une porte NON-OU à 4 entrées à l'aide de deux portes NON-OU à deux entrées et de deux portes NON-ET à deux entrées. La sortie de cette porte NON-OU prend la valeur 1 uniquement lorsque les quatre entrées possèdent la valeur 0 et la valeur 0 lorsqu'une des quatre entrées prend la valeur 1.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment réagit la diode **LED**. Elle s'allume (sa sortie prend la valeur 1) car **S1 à S4** sont toujours en position relâchée et les entrées possèdent la valeur 0. Appuyez sur l'un des manipulateurs **S1 à S4**, et la diode **LED** s'éteint. Voyez ensuite comment la diode **LED** s'allume et s'éteint en enfonçant/relâchant les quatre manipulateurs.

PROJECT 166: C-MOS NOR POORT MET 4 INPUTS

Nu maken we een NOR poort met 4 inputs met behulp van twee NOR poorten met 2 inputs en 2 NAND poorten met 2 inputs. De output van deze NOR poort is alleen 1 wanneer de vier inputs 0 zijn, en wordt 0 zodra één van de vier inputs 1 is.

Na het bedraden schakel je de stroom in en kijk je wat er gebeurt met de **LED**. Hij brandt (output is 1). Dat komt doordat **S1 - S4** nog altijd uit staan en de inputs dus 0 zijn. Druk op één van de vier toetsen en de **LED** zal doven. Kijk maar hoe de **LED** dooft. Kijk hoe de **LED** aan en uit knippert naarmate je op de vier toetsen drukt en ze weer loslaat.

PROJECT 167: C-MOS 4-INPUT NOR GATE II

We can make a multi-input NOR gate by combining diodes with a 2-input NOR gate. In this project, we're going to use four diodes to build this NOR gate.

S1	S2	S3	S4	F	LED7
0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1

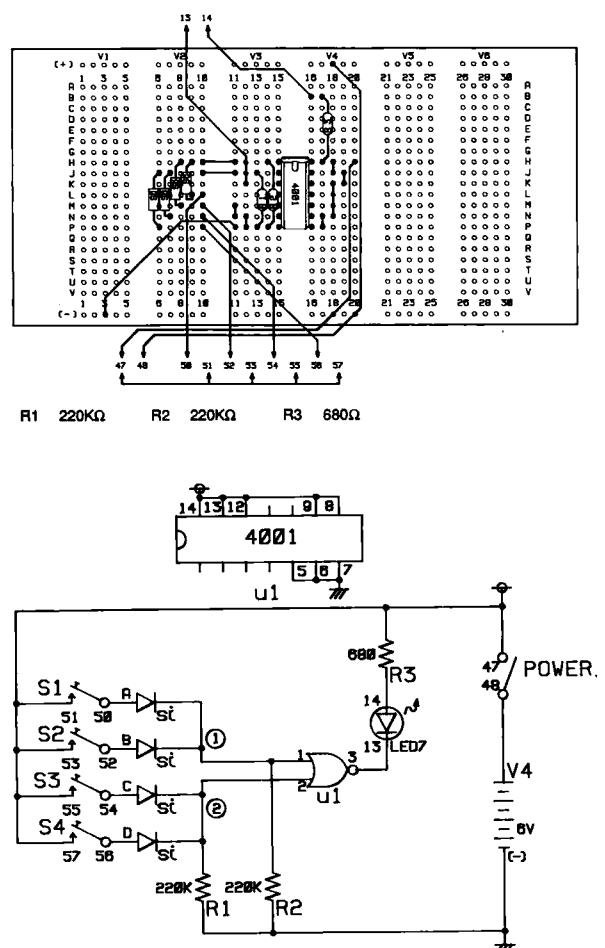
Switch ON: 1
Switch OFF: 0
LED7 ON: 1
LED7 OFF: 0

Figure 1

As you'll see in Figure 1, the output of this NOR gate is 1 only when all four inputs are 0.

In this project, the output level is 1 when **S1 - S4** are ON and 0 when they are OFF, and it is 0 when the **LED** is ON and 1 when it is OFF.

Wire the project and switch power ON, and see what happens to the **LED**: it stays OFF. This means that the output is 1 because **S1 - S4** are Off and all inputs are at 0. Now press any of **S1 - S4**, and you'll see the **LED** light up to indicate the output is 0. See how the **LED** blinks ON and OFF while you look at Figure 1.



MONTAGE 167: PORTE NON-OU C-MOS A 4 ENTREES II

Il est possible de fabriquer une porte NON-OU à entrées multiples en combinant les diodes avec une porte NON-OU à deux entrées. Ce montage est un circuit porte NON-OU qui utilise quatre diodes.

S1	S2	S3	S4	F	LED7
0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1

Manipulateur enfoncé: 1
Manipulateur relâché: 0
Diode LED 7 allumée: 1
Diode LED 7 éteinte: 0

Figure 1

PROJECT 167: C-MOS NOR POORT MET 4 INPUTS II

We kunnen een multi-input NOR poort maken door dioden te combineren met een NOR poort met 2 inputs. In dit project gaan we vier dioden gebruiken om deze NOR poort te bouwen.

S1	S2	S3	S4	F	LED7
0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1

Schakelaar AAN: 1
Schakelaar UIT: 0
LED7 AAN: 1
LED7 UIT: 0

Figuur 1

Zoals je op figuur 1 ziet, is de output van deze NOR poort alleen 1 wanneer de vier inputs 0 zijn.

In dit project is het outputniveau 1 wanneer **S1 - S4** aan staan en 0 wanneer ze uit staan; het is 0 wanneer de **LED** brandt en 1 wanneer hij niet brandt.

Bedraad het project en schakel de stroom in; kijk wat er met de **LED** gebeurt: hij blijft gedoofd. Dit betekent dat de output 1 is omdat **S1 - S4** niet ingedrukt zijn en alle inputs 0 zijn. Druk nu op één van de vier toetsen, en je ziet dat de **LED** gaat branden om aan te duiden dat de output 0 is. Zie je hoe de **LED** aan en uit knippert terwijl je naar figuur 1 kijkt?

PROJECT 168: DE MORGAN'S THEOREM

Have you ever heard of De Morgan theorem? It's one of the basic theorems we encounter in logical mathematics. In this project, we're going to prove this theorem which is expressed as follows.

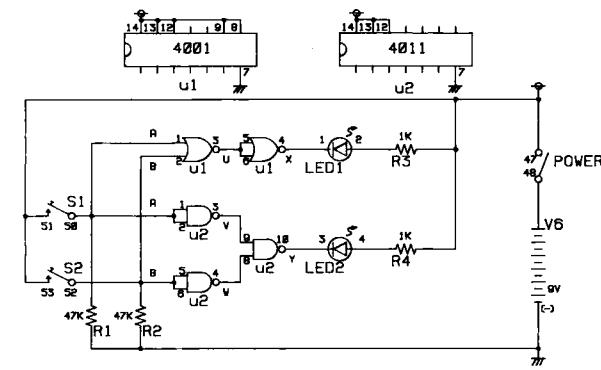
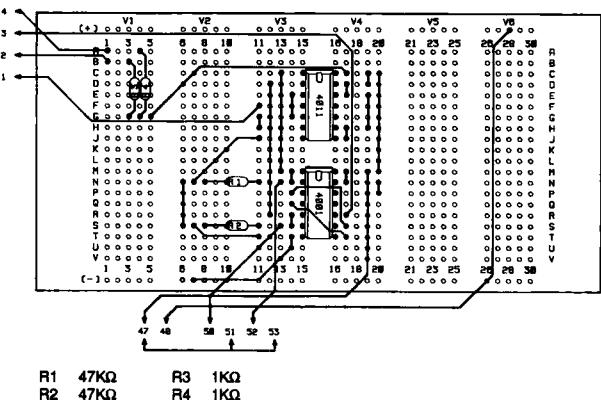
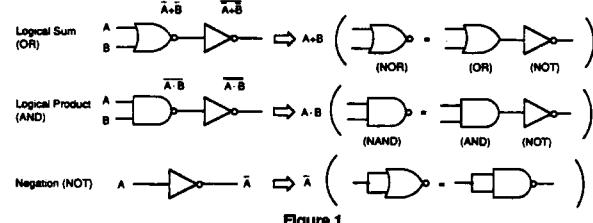
$$A + B = A \cdot B$$

Not sure what this means? Well, in ordinary language, this can be expressed as

The OR gate can be constructed by an AND gate and an inverter.

Like some of our previous projects, output is 0 when LED lights up. When S1 and S2 are not pressed, both LED light up or outputs for both gates are 0. Press either or both keys, and both LEDs go out -- outputs are both 1. You know this is the characteristic of OR gate.

This can be explained by the relationship shown in Figure 1. This is called De Morgan theorem.



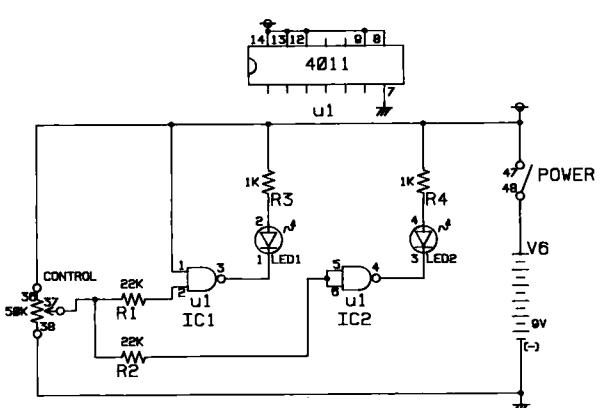
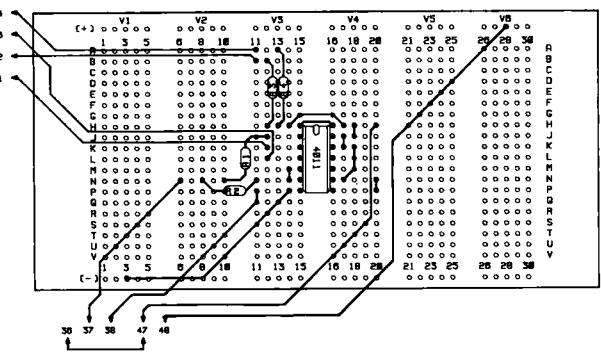
PROJECT 169: EXPERIMENT OF THRESHOLD VOLTAGE

The NAND gate can be used as an inverter by setting one of its inputs to 1 or by applying one signal to both inputs. When the input is 1, the output is 0, and when the input is 0, the output is 1.

In this project, we're going to make two inverter circuits using the NAND gate to find how the level of input (threshold level) changes the output.

Turn the **control** fully counterclockwise and switch power ON. At this time, the output from the two invertors is at 1 level, so the LEDs don't light up. Now rotate the **control** clockwise. **LED 1** lights up, and that indicates the threshold voltage of IC1. Turn the **control** further. What happens now? **LED 2** lights up: this indicates the threshold voltage of IC2.

Did you notice that the inverter circuits using the same NAND circuit show different threshold voltages depending on how you use it?



MONTAGE 168: LE THEOREME DE DE MORGAN

Avez-vous déjà entendu parler du théorème de De Morgan? Il constitue l'un des théorèmes de base en mathématiques logiques. Ce montage vous permettra de démontrer ce théorème exprimé de la façon suivante:

$$A + B = A \cdot B$$

Vous n'êtes pas certain de la signification de cette formule? En langage courant, elle signifie que la porte OU peut être réalisée à l'aide d'une porte ET et d'un inverseur.

Comme dans certains montages précédents, la sortie prend la valeur 0 quand la diode LED s'allume. Quand S1 et S2 demeurent en position relâchée, les deux LED s'allument. Autrement dit, la sortie des deux portes possède la valeur 0. Enfoncez un et/ou l'autre manipulateur. Les deux LED s'éteignent -- les deux sorties possèdent alors la valeur 1. Vous savez que ce principe correspond à la caractéristique de la porte OU.

Il peut être expliqué par la relation illustrée à la Figure 1. Il s'agit du théorème de De Morgan.

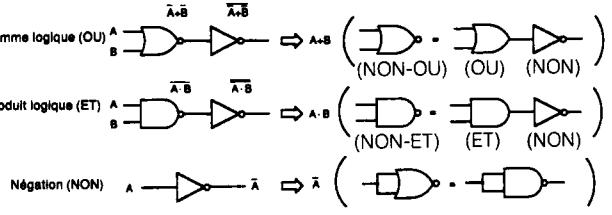


Figure 1

PROJECT 168: THEOREMA VAN DE MORGAN

Heb je ooit gehoord van het theorema van De Morgan? Het is één van de elementaire theorema's die we ontmoeten in de logische wiskunde. In dit project gaan we dit theorema bewijzen; het wordt als volgt uitgedrukt:

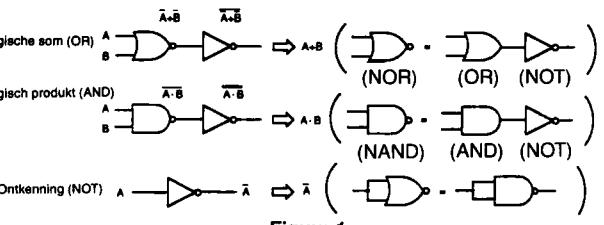
$$A + B = A \cdot B$$

Niet helemaal zeker over de betekenis daarvan? Wel, in mensentaal kun je dit vertalen als

De OR poort kan gebouwd worden door een AND poort en een inverter.

Zoals bij enkele van onze vorige projecten is de output 0 wanneer de LED brandt. Wanneer S1 en S2 niet zijn ingedrukt, branden beide LED's of zijn de outputs voor beide poorten 0. Druk op één of beide toetsen, en beide LED's doven: beide outputs zijn 1. Je weet dat dit typisch is voor een OR poort.

Dit kan worden verklaard door de relatie in figuur 1. Dat is meteen het theorema van De Morgan.



Figuur 1

MONTAGE 169: EXPERIENCE DE LA TENSION DE SEUIL

La porte NON-ET peut être utilisée comme inverseur en octroyant la valeur 1 à l'une de ses entrées ou en appliquant un signal aux deux entrées. Quand l'entrée possède la valeur 1, la sortie prend la valeur 0 et vice versa.

Ce montage vous permettra de réaliser deux circuits inverseurs qui utilisent la porte NON-ET afin de découvrir comment le niveau d'entrée (niveau du seuil) modifie la sortie.

Tournez la **commande** à fond vers la gauche et mettez le circuit sous tension. À ce moment, la sortie des deux inverseurs se trouve au niveau 1 et les diodes LED demeurent donc éteintes. À présent, tournez la **commande** vers la droite. La diode LED 1 s'allume pour indiquer la tension de seuil du C1 1. Tournez la **commande** davantage vers la droite. Que se passe-t-il à présent? La diode LED 2 s'allume à son tour: elle indique la tension de seuil du C1 2.

Avez-vous remarqué que les circuits inverseurs qui utilisent un circuit NON-ET identique possèdent des tensions de seuil différentes selon la manière dont ils sont utilisés?

PROJECT 169: DREMPELSPANNING-EXPERIMENT

De NAND poort kan worden gebruikt als inverter door één van zijn inputs op 1 te zetten of door één signaal op beide ingangen aan te leggen. Wanneer de input 1 is, is de output 0, en wanneer de input 0 is, is de output 1.

In dit project gaan we twee inverorcircuits maken met behulp van de NAND poort, om uit te vissen hoe het inputniveau (drempelniveau) de output wijzigt.

Draai de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin en schakel de stroom in. Op dit ogenblik is de output van beide invertors op niveau 1, zodat de LED's niet branden. Draai in wijzerzin aan de **knop**. LED 1 gaat branden, wat op de drempelspanning van IC1 wijst. Draai de **knop** nog verder. Wat gebeurt er nu? LED 2 gaat branden: dat wijst op de drempelspanning van IC2.

Heb je opgemerkt dat inverorcircuits die hetzelfde NAND circuit gebruiken toch een verschillende drempelspanning vertonen, naar gelang van de wijze waarop je ze gebruikt.

PROJECT 170: NAND/NOR AND TRANSISTOR SWITCH

In this experiment, we're going to find out how NAND and NOR circuits work. Transistors and **LEDs** are used to indicate the function of these logic circuits.

Table 1 shows the NAND circuit function, and Table 2 the NOR circuit function. The input "1" shown in these tables means that keys **S1**, **S2** are ON, and the input "0" means that they are OFF. As for the **LED** doesn't light up when the output is "1" but does when it is "0". Remember these points.

When you finish wiring up the circuit, switch the power ON. At this time, **S1** and **S2** are OFF (input is 0). This means the output of both the NAND circuit and NOR circuit is 1. So, neither **LED** lights up.

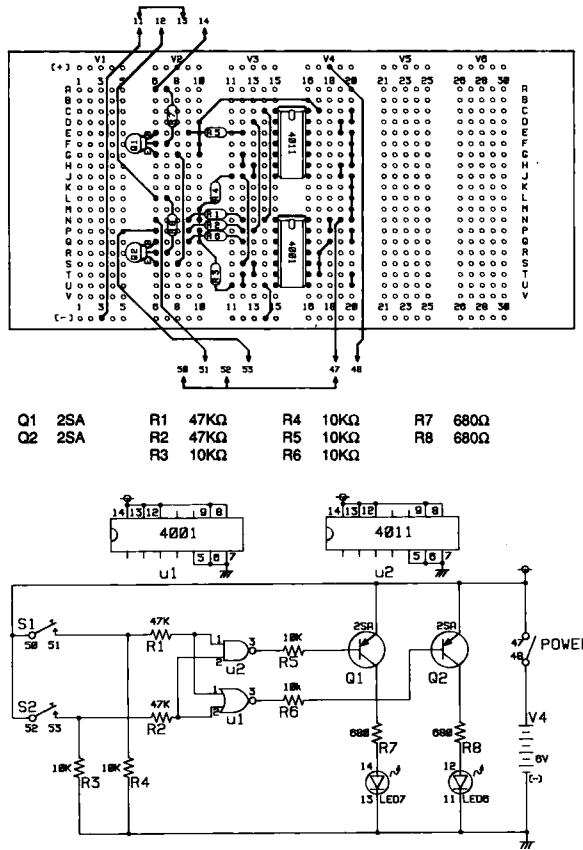
Now, see what happens when you press **S1**. From the tables, you'll see that the output of the NAND circuit is 0 only when the two inputs are 1, and that of the NOR circuit is 1 only when the two inputs are 0.

NAND	
IN	OUT
1	2
0	1
0	1
1	0
1	0
1	1
0	0

Table 1 NAND Circuit

NOR	
IN	OUT
1	2
0	1
0	1
1	0
1	0
1	1
0	1
1	1
0	0

Table 2 NOR Circuit



Q1 2SA R1 47kΩ R4 10kΩ R7 680Ω
Q2 2SA R2 47kΩ R5 10kΩ R8 680Ω
R3 10kΩ R6 10kΩ

MONTAGE 170: INTERRUPEUR TRANSISTORISE NON-ET/NON-OU ET

Ce montage illustre le fonctionnement des circuits NON-ET et NON-OU. Les transistors et les diodes sont utilisés pour indiquer la fonction de ces circuits logiques.

Le Tableau 1 illustre le fonctionnement du circuit NON-ET et le Tableau 2, celui du circuit NON-OU. L'entrée "1" de ces tableaux signifie que les manipulateurs **S1** et **S2** sont enfoncés tandis que l'entrée "0" signifie qu'ils sont relâchés. Parallèlement, la diode **LED** demeure éteinte quand la sortie possède la valeur "1" et s'allume quand elle prend la valeur "0". Rappelez-vous ces principes.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, les manipulateurs **S1** et **S2** sont relâchés (entrée de valeur 0). La sortie des circuits NON-ET et NON-OU possède donc la valeur 1 et aucune **LED** ne s'allume.

Voyez à présent ce qu'il se passe quand vous enfoncez **S1**. Sur les Tableaux, vous voyez que la sortie du circuit NON-ET prend la valeur 0 uniquement lorsque les deux entrées possèdent la valeur 1. Parallèlement, le circuit NON-OU prend la valeur 1 uniquement lorsque les deux entrées possèdent la valeur 0.

NON-ET

ENTREE		SORTIE
1	2	3
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tableau 1: circuit NON-ET

NON-OU

ENTREE		SORTIE
1	2	3
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tableau 2: circuit NON-OU

PROJECT 170: NAND/NOR EN TRANSISTOR SCHAKELAAR

In dit experiment zul je achterhalen hoe NAND en NOR circuits werken. Transistors en **LED's** worden gebruikt om de werking van deze logische circuits aan te geven.

In tabel 1 zie je de werking van het NAND circuit, in tabel 2 die van het NOR circuit. Input "1" in deze tabellen betekent dat toetsen **S1** en **S2** ingedrukt zijn, input "0" betekent dat ze niet ingedrukt zijn. De **LED** brandt niet als de output "1" is, maar wel als de output "0" is. Onthou dat.

Wanneer je klaar bent met de bedrading, schakel je de stroom in. **S1** en **S2** zijn nog niet ingedrukt (input is 0). Dit betekent dat de output van zowel het NAND als het NOR circuit 1 is. Dus brandt geen van beide **LED's**.

Kijk nu wat er gebeurt wanneer je op **S1** drukt. Uit de tabellen leid je af dat de output van het NAND circuit alleen 0 is wanneer beide inputs 1 zijn, en dat het NOR circuit alleen 1 geeft wanneer beide inputs 0 zijn.

NAND

IN		OUT
1	2	3
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabel 1: NAND circuit

NOR

IN		OUT
1	2	3
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabel 2: NOR circuit

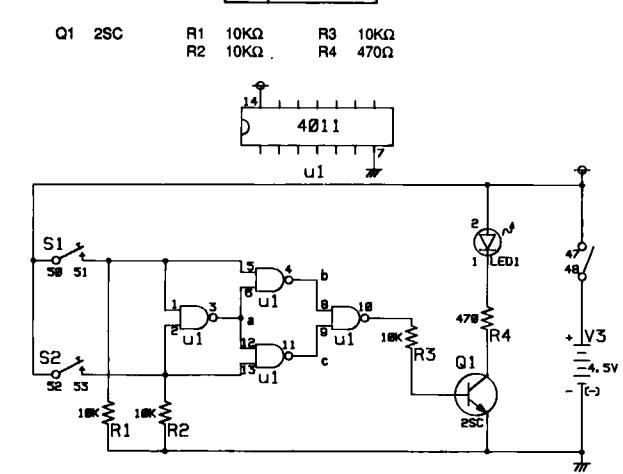
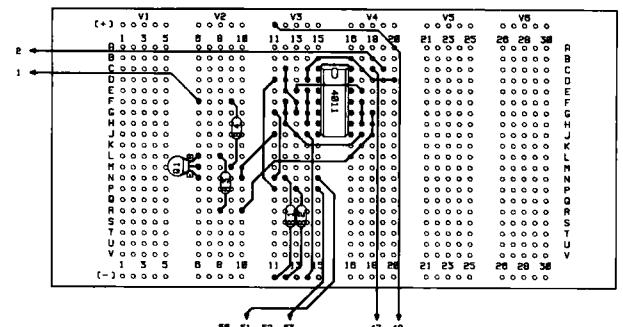
PROJECT 171 : -MOS XOR GATE

In project 153 you saw how an XOR gate works. Since we've set up other digital circuits by combining NAND gates, you might suspect we could make XOR gates as well. We can, as this project shows.

When you finish the wiring connections, turn power ON and press S1 - does anything happen to LED 1? Now release S1 and press S2. What does LED 1 do now? While keeping S2 pressed, press S1. What happens to LED 1?

You can see this circuit behaves like the XOR gate you built back in project 153. The output is 1 as long as the inputs are different. But if both inputs are the same - either 0 or 1 - the output of the gate is 0.

Put on your thinking cap and try to follow each 0 or 1 input through the circuit until you reach the output. It will help if you mark "0" or "1" on the schematic at the input and output of each NAND gate.



PROJECT 172 : -MOS NAND ENABLE CIRCUIT

AND gates can also be "electronic sentries." If you don't want a signal to pass, a NAND gate can make sure it doesn't.

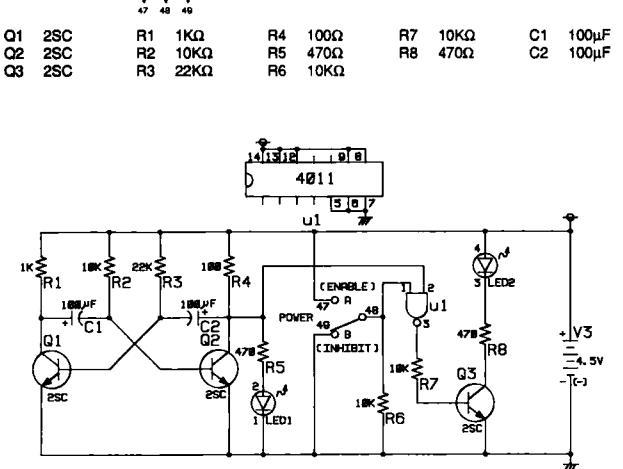
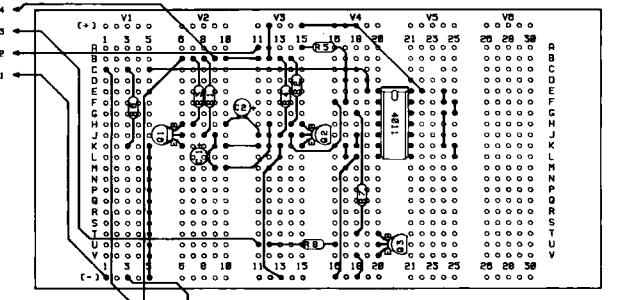
I call this project a "NAND enable circuit" because that's what the NAND gate does - it enables signals to pass through a channel. The two LEDs let you see whether or not the signal shown at LED 1 is allowed to pass to LED 2.

You probably recognized one circuit in the schematic right away - the multivibrator. You can see the output of the multivibrator by watching LED 1. You'll also notice that the multivibrator provides one of the inputs to the NAND gate. What do you suppose happens when the select switch is up or down? Be sure to make some mental notes because we're about to find out.

When you build this circuit, set the select switch down, and look at LEDs 1 and 2. You'll see LED 1 "blink" to indicate the output of the multivibrator. But look at LED 2. You'll see that it stays lit all the time, indicating that something's preventing the signal at LED 1 from reaching LED 2. Now set the select switch up and observe LED 1. What's happening? Is the same thing happening to both LED 1 and LED 2?

You can see that LED 1 and LED 2 "take turns" going on and off. This is because we set one input of the NAND to 1 when we set the select switch up. The multivibrator sends 0 and 1 signals to the other input. When the signal is 1, LED 1 lights but both input signals to the NAND are then 1. That means the NAND's output is 0, and LED 2 goes out. Since this causes one of the inputs to the NAND to 0, its output goes to 1 and LED 2 lights.

Now be honest - did you figure all that out before building the circuit? We hope so.)



MONTAGE 171 : PORTE OU EXCLUSIF C-MOS

Le montage 153 illustre le fonctionnement de la porte OU exclusif. Comme nous avons déjà réalisé différents circuits numériques en combinant les portes NON-ET, vous supposez peut-être qu'il est également possible de réaliser des portes OU exclusif. Bien entendu et nous allons le démontrer dans ce montage.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez S1. Que fait la diode LED 1? A présent, relâchez S1 et enfoncez S2. Que fait la diode LED 1 cette fois? Tout en maintenant S2 enfoncé, appuyez sur S1. Y a-t-il un changement au niveau de la diode LED 1?

Vous voyez que ce circuit se comporte comme la porte OU exclusif réalisée au montage 153. La sortie prend la valeur 1 aussi longtemps que les entrées possèdent des valeurs différentes. Néanmoins, dès que les deux entrées sont identiques - 0 ou 1 - la sortie de la porte prend la valeur 0.

réfléchissez bien et essayez de suivre chaque entrée de valeur 0 ou 1 à travers le circuit jusqu'à ce que vous atteigniez la sortie. Pour vous aider, vous pouvez placer un chiffre 0 ou 1 à côté de l'entrée et de la sortie de chaque porte NON-ET sur le diagramme schématique.

MONTAGE 172 : CIRCUIT DE VALIDATION NON-ET C-MOS

Les portes NON-ET peuvent aussi jouer le rôle de "sentinelles électroniques" et empêcher de manière efficace le passage d'un signal.

Ce montage porte le nom de "circuit d'activation NON-ET" car il correspond au fonctionnement de la porte NON-ET - elle permet à un signal de circuler dans un canal. Les deux LED vous permettent de voir si le signal indiqué par la diode LED 1 est autorisé à passer vers la diode LED 2.

Vous avez probablement reconnu d'emblée l'un des circuits illustrés sur le diagramme schématique - le multivibrateur. Sa sortie est indiquée par la diode LED 1. Vous constatez aussi que le multivibrateur fournit une des entrées à la porte NON-ET. A votre avis, que se passe-t-il quand le sélecteur se trouve en position levée ou abaissée? Gardez bien votre réponse à l'esprit car vous découvrirez bientôt si vous aviez raison.

Pendant le câblage, placez le sélecteur sur la position abaissée et examinez les diodes LED 1 et 2. Vous constatez que la diode LED 1 "clignote" pour indiquer la sortie du multivibrateur. Examinez à présent la diode LED 2. Elle demeure allumée en permanence pour signaler que quelque chose empêche le signal de la diode LED 1 d'atteindre la diode LED 2. Placez à présent le sélecteur sur la position levée et examinez la diode LED 1. Que se passe-t-il? Les diodes LED 1 et 2 réagissent-elles de manière identique?

Vous constatez que les diodes LED 1 et 2 s'allument et s'éteignent à tour de rôle car nous avons défini une entrée de la porte NON-ET sur la valeur 1 en plaçant le sélecteur sur la position levée. Le multivibrateur envoie des signaux de valeur 0 et 1 à l'autre entrée. Quand le signal possède la valeur 1, la diode LED 1 s'allume tandis que les deux signaux d'entrée de la porte NON-ET prennent la valeur 0. Cela signifie que la sortie de la porte NON-ET possède la valeur 0 et que la diode LED 2 s'éteint. Comme ce phénomène permet à l'une des entrées de la porte NON-ET de prendre la valeur 0, sa sortie prend la valeur 1 et la diode LED 2 s'allume.

(A présent, soyez honnête - avez-vous imaginé ces chaînements avant de réaliser ce circuit? Nous l'espérons!)

PROJECT 171: C-MOS XOR POORT

In project 153 heb je gezien hoe een XOR poort werkt. Aangezien we inmiddels andere digitale circuits hebben samengesteld door NAND poorten te combineren, vermoed je allicht dat ook een XOR poort binnen de mogelijkheden ligt. Wat uit dit project mag blijken.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en druk je op S1 - gebeurt er wat met LED 1? Laat nu S1 los en druk op S2. Wat doet LED 1 nu? Blijf op S2 drukken en druk ook op S1. Wat gebeurt er met LED 1?

Zoals je ziet gedraagt dit circuit zich net als de XOR poort uit project 153. De output is 1 zolang de inputs van elkaar verschillen. Zodra beide inputs dezelfde waarde hebben - 0 of 1, maakt niet uit - wordt de output van de poort 0.

Laat je grijze celjetjes werken en probeer elke 0 of 1 input doorheen het circuit te volgen tot je aan de output bent. Het gaat vlotter als je op het schema "0" of "1" noteert bij de input en output van iedere NAND poort.

PROJECT 172: C-MOS NAND DOORLAATCIRCUIT

NAND poorten kunnen ook als "elektronische schildwacht" fungeren. Als je niet wil dat een signaal erdoor komt, dan kan een NAND poort daarvoor zorgen.

We noemen dit project "NAND doorlaatcircuit" omdat de NAND poort inderdaad signalen door een kanaal laat. De twee LED's laten je zien of het signaal dat bij LED 1 opduikt ook mag doorgaan naar LED 2.

Allijk heb je in het schema meteen één circuit herkend: de multivibrator. De output van de multivibrator zie je door naar LED 1 te kijken. Je zult ook vaststellen dat de multivibrator één van de inputs naar de NAND poort levert. Wat gebeurt er volgens jou wanneer de keuzeschakelaar omhoog of naar beneden staat? Onthou wat je ervan denkt, want de waarheid komt eraan.

Bij het opbouwen van dit circuit moet de keuzeschakelaar naar beneden en hou je LED 1 en 2 in de gaten. Je ziet LED 1 knipperen als aanwijzing orntrant de output van de multivibrator. Maar kijk naar LED 2: die blijft de hele tijd branden, wat erop wijst dat iets belet dat het signaal bij LED 1 tot bij LED 2 geraakt. Zet nu de keuzeschakelaar omhoog en kijk naar LED 1. Wat gebeurt er? Gebeurt hetzelfde met LED 1 en LED 2?

Je kunt zien dat LED 1 en LED 2 om beurten aan en uit gaan. Dat komt doordat we met de keuzeschakelaar omhoog één input van de NAND op 1 zetten. De multivibrator stuurt 0 en 1 signalen naar de andere input. Wanneer het signaal 1 is, brandt LED 1 maar beide inputsignalen naar de NAND zijn dan 1. Dit betekent dat de output van de NAND dan 0 is en LED 2 dus dooft. Aangezien dit ervoor zorgt dat één van de inputs naar de NAND 0 is, gaat de output daarvan naar 1 en brandt LED 2.

(Wees nu eerlijk: had je dat allemaal reeds door voor je het circuit bouwde? Wij hopen van wel.)

PROJECT 173 : C-MOS AND ENABLE CIRCUIT

Our last project had a characteristic that might be a problem in some situations. **LEDs 1** and **2** take turns lighting on and going off. We might want both **LEDs** to light on and off together. Did you figure out how to do this when you played with the last project? If not, this circuit shows you how.

If you look carefully at the schematic for this project and the schematic for the last project, you'll notice that they're almost identical. The only change is the addition of another NAND gate... can you guess what effect this has on the operation of the circuit?

Just like our last project, setting the **select switch** down blocks the channel from **LED 1** to **LED 2**. But when you set the **select switch** up, you'll see **LED 2** light and go off together with **LED 1**. The two NAND gates together make up an AND gate (remember from project 163).

In a circuit like this, **LED 1** is often referred to as the data input. **LED 2** is often called the output. These terms are often used with enable circuits and pop up from time to time when we talk about digital electronics. (Remember our definitions back in project 24).

You might suspect by now that we can use other digital circuits to perform an enable function. Can you figure out how? Be sure to keep notes of what you figure out... especially if you figure out how to use an OR gate in an enable circuit. (There's a reason why, as you'll discover in the next project.)

PROJECT 174 : C-MOS OR ENABLE CIRCUIT

Could you figure out how to make up an enable circuit using an OR gate? If you could, here's a chance to check your ideas against an OR enable circuit we've cooked up.

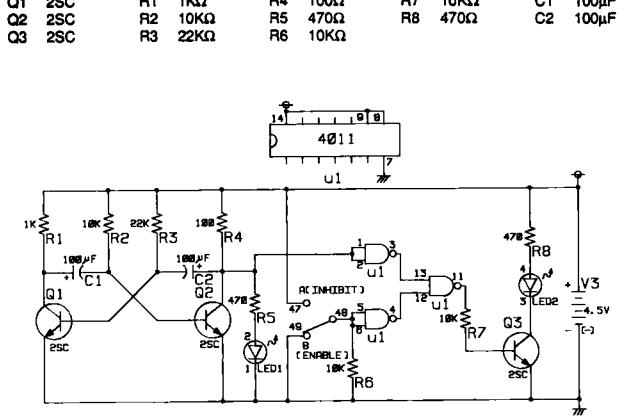
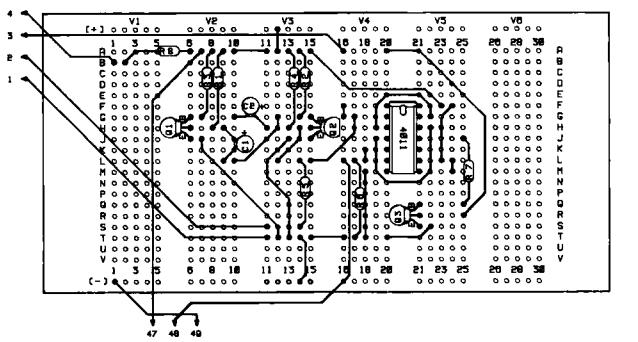
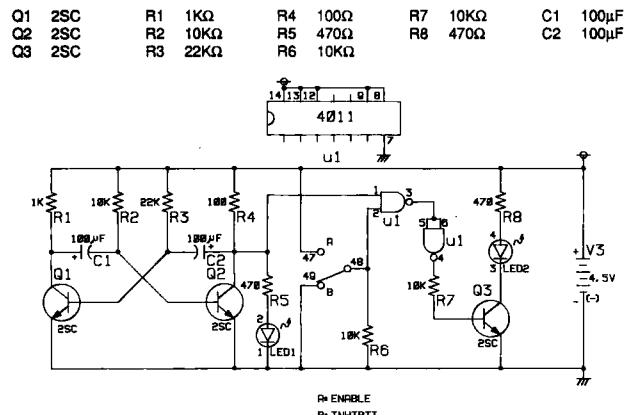
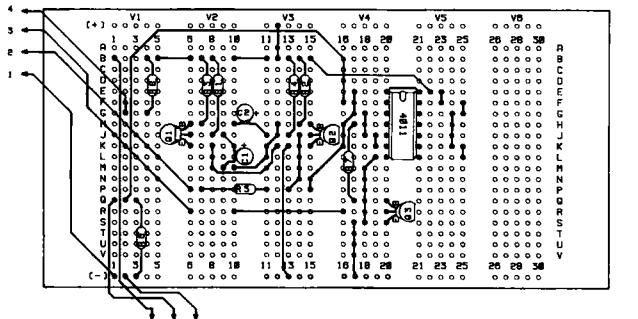
Like our last two projects a multivibrator "feeds" input to the OR gate. You can see the output of the OR gate when you look at **LED 1** - it flashes on and off according to the output of the multivibrator. Can you tell what happens once the multivibrator's input is applied to the OR gate by looking at the schematic? Give it a shot before building the project.

As you build this circuit, try setting the **select switch** up instead of down like we did for the last two projects. What does **LED 1** do? And what is **LED 2** doing? Now set the **select switch** down. What happens to **LED 1** and **LED 2** now?

You say that in this circuit setting the **select switch** up blocks the flow of data from **LED 1** to **LED 2** (this is called the inhibit status). But when the **select switch** is down, data can flow from **LED 1** to **LED 2**. This is called the enable status.

This circuit works like it does because a NAND gate can give an output of 1 only if both inputs are 0. When you set the **select switch** up, the inputs to one NAND are at 1. The output is 0, and this supplies one of the inputs of the NAND gate controlling **LED 2**. This 0 input never changes as long as the **select switch** is left at the up position. But when the **select switch** is set to the down position, both inputs become 0 and the output becomes 1. This means one of the inputs to the NAND controlling **LED 1** becomes 1 all the time, and **LED 2** can now blink on and off depending on whether the other input is 0 or 1.

(Now there was nothing difficult about that, was there?)



MONTAGE 173 : CIRCUIT DE VALIDATION ET C-MOS

Le montage précédent possède une caractéristique qui peut poser des problèmes dans certains cas particuliers. Les diodes **LED 1** et **2** s'allument et s'éteignent à tour de rôle alors que parfois, il faut qu'elles s'allument et s'éteignent en même temps. Avez-vous essayé d'imaginer la procédure à suivre pour y arriver au cours du montage précédent. Si ce n'est pas le cas, vous trouverez la réponse dans ce montage.

Si vous examinez attentivement le diagramme schématique de ce montage ainsi que celui du montage précédent, vous constatez qu'ils sont pratiquement identiques. La seule différence réside dans l'ajout d'une porte NON-ET supplémentaire ... pouvez-vous deviner l'influence qu'elle exerce sur le fonctionnement du circuit?

Comme dans le montage précédent, la position abaissée du **sélecteur** bloque le canal de la diode **LED 1** vers la diode **LED 2**. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée, vous constatez que les diodes **LED 1** et **2** s'allument et s'éteignent en même temps. Les deux portes NON-ET rassemblées constituent une porte ET (souvenez-vous du fonctionnement du montage 163).

Dans un circuit comme celui-ci, la diode **LED 1** joue souvent le rôle d'entrée des données et la diode **LED 2**, celui de la sortie. Ces termes sont souvent utilisés dans les circuits de validation et apparaissent parfois aussi dans le langage propre à l'électronique numérique. (Rappelez-vous de notre définition du montage 24.)

Vous supposez à présent qu'il est possible d'utiliser d'autres circuits numériques pour exécuter une fonction de validation. Pouvez-vous imaginer comment? N'oubliez pas de prendre des notes... en particulier si vous essayez de deviner comment utiliser une porte OU dans un circuit de validation. (Vous découvrirez la réponse dans le montage suivant.)

MONTAGE 174 : CIRCUIT DE VALIDATION OU C-MOS

Avez-vous deviné comment réaliser un circuit de validation à l'aide d'une porte OU? Si c'est le cas, voici l'occasion de vérifier si vous avez bien deviné.

Comme dans les deux montages précédents, le multivibrateur "fournit" l'entrée à la porte OU. Pour connaître la sortie de la porte OU, il vous suffit d'examiner la diode **LED 1** - elle s'allume et s'éteint en fonction de l'état de la sortie du multivibrateur. En examinant le diagramme schématique, pouvez-vous expliquer ce qu'il se passe lorsque l'entrée du multivibrateur est appliquée à la porte OU? Jetez-y un coup d'œil avant de réaliser ce montage.

Pendant le câblage, essayez de placer le **sélecteur** en position levée plutôt qu'en position abaissée, comme nous l'avons fait dans les deux montages précédents. Que fait la diode **LED 1**? Et la diode **LED 2**? A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée. Que font cette fois les diodes **LED 1** et **2**?

Nous avons dit qu'en plaçant le **sélecteur** sur la position levée, nous bloquions le flux de données de la diode **LED 1** vers la diode **LED 2**. (Ce phénomène porte de le nom d'interdiction.) Toutefois, quand le **sélecteur** est placé sur la position abaissée, les données circulent de la diode **LED 1** vers la diode **LED 2**. Il s'agit de l'état de validation.

Le fonctionnement de ce circuit s'explique par le fait que la porte NON-ET produit une sortie de valeur 1 uniquement lorsque les deux entrées possèdent la valeur 0. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée, les entrées d'une porte NON-ET prennent la valeur 1. La sortie possède la valeur 0 et fournit une des entrées de la porte NON-ET qui commande la diode **LED 2**. Cette entrée conserve la valeur 0 aussi longtemps que le **sélecteur** demeure en position levée. Toutefois, dès qu'il est placé sur la position abaissée, les deux entrées prennent la valeur 0 et la sortie, la valeur 1. Autrement dit, l'une des entrées de la porte NON-ET qui commande la diode **LED 1** possède en permanence la valeur 1 et permet à la diode **LED 2** de s'allumer et de s'éteindre selon que l'autre entrée possède la valeur 0 ou 1.

(Il n'y a rien de compliqué dans tout cela, n'est-ce-pas?)

PROJECT 173: C-MOS AND DOORLAATCIRCUIT

Aan ons vorig project zat een trekje dat in sommige situaties problemen zou kunnen opleveren. **LED's 1 en 2** branden en doven om beurten. We zouden kunnen willen dat beide **LED's** tegelijk aan en uit gaan. Had je er bij het vorige project niet aan gedacht hoe dat mogelijk zou zijn? Zoniet, dan leer je het met dit circuit.

Als je de schema's voor dit project en het vorige zorgvuldig bekijkt, zul je vaststellen dat ze bijna gelijk zijn. Het enige verschil is de toevoeging van nog een NAND poort... kun je raden welke invloed die heeft op de werking van het circuit?

Net als bij ons vorig project wordt door de **keuzeschakelaar** naar beneden te zetten de weg van **LED 1** naar **LED 2** geblokkeerd. Maar wanneer je de **keuzeschakelaar** omhoog zet, zul je zien dat **LED 2** samen met **LED 1** aan en uit gaat. De twee NAND poorten samen vormen een AND poort (weet je 't nog, van project 163?).

In een circuit als dit noemt men **LED 1** vaak de gegevensinput. **LED 2** heet vaak de output. Deze termen worden dikwijls in doorlaatcircuits gebruikt en duiken hier en daar op wanneer we het over digitale elektronica hebben. (Denk aan onze definities in project 24.)

Je zou nu stilaan kunnen vermoeden dat we ook andere digitale circuits kunnen gebruiken voor een doorlaatfunctie. Kun je achterhalen hoe? Nogmaals: noteer zoveel mogelijk wat je bedenkt... vooral als je weet uit te vissen hoe je een OR poort in een doorlaatcircuit gebruikt. (Waarom speciaal een OR poort, dat ontdek je in volgend project.)

PROJECT 174: C-MOS OR DOORLAATCIRCUIT

Had je er enig idee van hoe je met een OR poort een doorlaatcircuit kunt maken? Dan kun je dat idee nu vergelijken met het OR doorlaatcircuit dat wij hier bouwen.

Net als de twee vorige projecten "voedt" een multivibrator de OR poort met input. Je kunt de output van de OR poort zien wanneer je naar **LED 1** kijkt: die knippert aan en uit overeenkomstig de output van de multivibrator. Kun je zeggen wat er gebeurt zodra de input van de multivibrator wordt aangelegd op de OR poort, aan de hand van het schema? Waag een gokje voor je het project opbouwt.

Probeer bij het opbouwen van dit circuit de **keuzeschakelaar** omhoog te zetten in plaats van naar beneden, zoals bij de vorige twee projecten. Wat doet **LED 1**? En **LED 2**? Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden. Wat gebeurt er dan met **LED 1** en **2**?

Je hebt gezien dat in dit circuit de stand van de **keuzeschakelaar** de gegevensstroom van **LED 1** naar **LED 2** blokkeert (gegevens afgeremd). Maar wanneer de **keuzeschakelaar** naar beneden staat, kunnen gegevens van **LED 1** naar **LED 2** (gegevens doorgelezen).

Dit circuit werkt zo, omdat een NAND poort slechts een output 1 kan geven indien beide inputs 0 zijn. Wanneer je de **keuzeschakelaar** omhoog zet, zijn de inputs naar één NAND 1. De output is 0 en dit zorgt voor één van de inputs van de NAND poort die **LED 2** regelt. Deze 0 input verandert nooit zolang de **keuzeschakelaar** omhoog blijft staan. Maar wanneer de **keuzeschakelaar** naar beneden gaat, worden beide inputs 0 en de output 1. Dit betekent dat één van de inputs naar de NAND die **LED 1** regelt, de hele tijd 1 is, en **LED 2** kan nu aan en uit gaan knipperen naar gelang de andere input 0 of 1 is.

(Daar was toch niks moeilijks aan, of wel soms?)

PROJECT 175 : ONE-SHOT NAND GATE

Does the term "one-shot" mean anything to you? (No, it's not a nickname for some cowboy ... or a gun that holds just one bullet!) If you're stumped, take a look back at project 30.

When you finish the wiring connections, turn power ON. Press **S1** once and watch what happens to **LED 1**. Try holding **S1** down for different periods of time ... does **LED 1** stay on the same length of time or does it vary?

You see that a one-shot multivibrator has an output for a certain length of time regardless of the length of the input (it "fires one shot"). This means that it can be used in many circuits as a timer. You might also see this circuit called a monostable multivibrator.

Since this is a multivibrator, you might suspect that there's some way to vary the time it produces an output. You're right - there is a way - and we'll let you try to discover what it is. (Actually, you shouldn't have much trouble discovering which parts you need to change. Be sure to make notes about the effect of higher and lower values on circuit operation.)

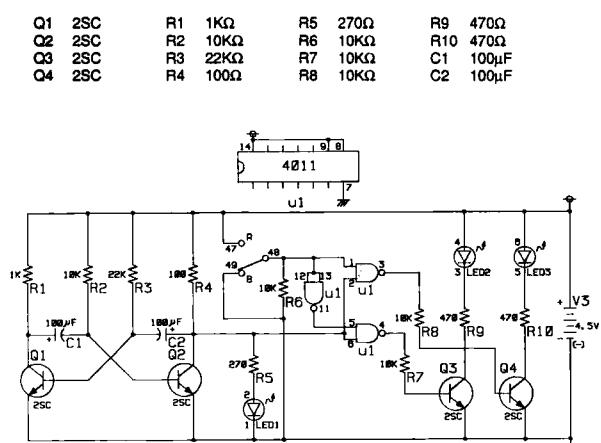
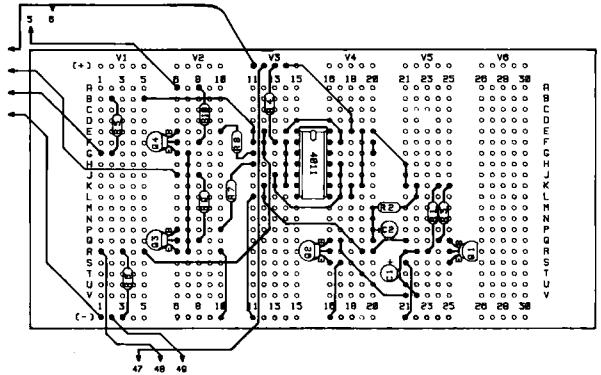
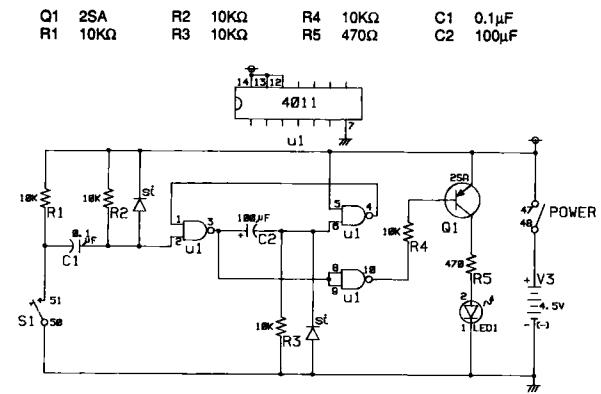
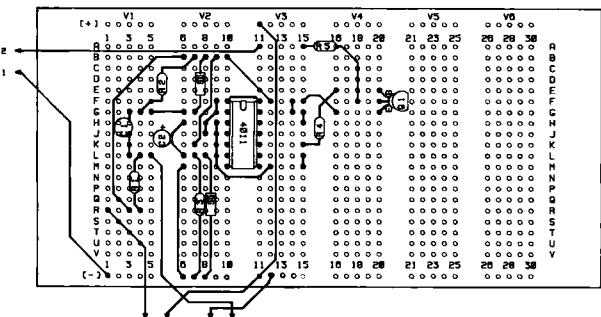
PROJECT 176 : C-MOS LINE SELECTOR

It isn't too hard to think of situations where we might want to send input data to two or more different outputs. This project shows how we can use a network of NAND gates to help us do just that.

You can see that we use a multivibrator and three NAND gates in this circuit. You can leave the **select switch** at either up or down position when building this project. You'll see that **LED 1** is blinking. But what are **LED 2** and **LED 3** doing? If the **select switch** is at the down position, **LED 2** is blinking; if it is up, **LED 3** blinks.

As you can see on the schematic, setting the **select switch** up or down controls the inputs to the two NANDs that light **LED 2** or **LED 3**. With the **select switch** at the down position, the NAND controlling **LED 2** gets one steady input of 1. The output of the multivibrator supplies the other input. As the multivibrator's output switches from 0 to 1, the NAND controlling **LED 2** also switches its output from 0 to 1.

The opposite happens when you set the **select switch** up. Now the NAND controlling **LED 3** gets a steady input of 1 so that **LED 3** can go on and off according to the input from the multivibrator.



MONTAGE 175 : PORTE NON-ET A COUP UNIQUE

Le terme "coup unique" signifie-t-il quelque chose pour vous? (Non, il ne s'agit ni du surnom d'un cow-boy ni d'une arme à un coup!) Si vous hésitez, retournez au montage 30.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Appuyez une fois sur **S1** et examinez la diode **LED 1**. Essayez de maintenir **S1** enfoncé pendant différents intervalles de temps ... la diode **LED 1** demeure-t-elle toujours allumée pendant une période identique ou varie-t-elle?

Vous constatez que le multivibrateur à coup unique possède une sortie pendant une durée déterminée, quelle que soit la durée de l'entrée. (Il tire un coup!) Il peut donc être utilisé dans de nombreux circuits pour faire office de programmeur. Ce circuit porte aussi le nom de multivibrateur astable.

Comme ce circuit est un multivibrateur, vous devez supposer qu'il existe une façon de modifier le temps de production de la sortie. Vous avez raison - il en existe une et nous allons essayer de la découvrir. (Vous ne devez en principe pas avoir de difficulté à trouver les composants qui doivent être remplacés. N'oubliez pas de prendre des notes sur l'influence qu'exerce sur le fonctionnement du circuit l'utilisation de valeurs inférieures et supérieures.)

MONTAGE 176 : SELECTEUR DE LIGNE C-MOS

Il est facile d'imaginer des applications qui nécessitent l'envoi de données d'entrée à deux sorties différentes ou davantage. Ce montage décrit comment y arriver en utilisant un réseau de portes NON-ET.

Comme vous le voyez, ce circuit utilise un multivibrateur ainsi que trois portes NON-ET. Pendant le câblage de ce montage, vous pouvez placer indifféremment le **sélecteur** sur la position levée ou abaissée. Vous constatez que la diode **LED 1** clignote. Mais que font les diodes **LED 2** et **LED 3**? Si le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée, la diode **LED 2** clignote et si le **sélecteur** se trouve sur la position levée, la diode **LED 3** clignote.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, la position (levée ou abaissée) du **sélecteur** commande les entrées des deux portes NON-ET qui éclairent la diode **LED 2** ou **3**. Quand le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée, la porte NON-ET qui commande la diode **LED 2** possède une entrée stable de valeur 1. La sortie du multivibrateur fournit l'autre entrée. Comme sa valeur passe de 0 à 1, la sortie de la porte NON-ET qui commande la diode **LED 2** passe aussi de 0 à 1.

Le principe inverse se produit lorsque vous placez le **sélecteur** sur la position levée. Dans ce cas, la porte NON-ET qui commande la diode **LED 3** possède une entrée stable de valeur 1 qui permet d'allumer et d'éteindre la diode **LED 3** en fonction de la valeur de l'entrée du multivibrateur.

PROJECT 175: EENMALIGE NAND POORT

Herinner je je nog de "eenmalige multivibrator" van project 30? (Je mag daar altijd nog eens gaan kijken.)

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Druk één keer op **S1** en kijk wat er met **LED 1** gebeurt. Probeer **S1** telkens een ander aantal seconden ingedrukt te houden... Blijft **LED 1** altijd even lang branden of wisselt de duur?

Je ziet dat een eenmalige multivibrator een output heeft voor een bepaalde tijdsduur, ongeacht de duur van de input. Dit betekent dat hij in tal van circuits kan worden gebruikt als timer (tijdschakelaar). Het komt ook voor dat men dit circuit een monostabiele multivibrator noemt.

Aangezien het een multivibrator is, vermoed je misschien dat de output-duur op één of andere manier kan worden veranderd. Inderdaad, dat kan - en we laten het aan jou over om te ontdekken hoe. (In feite zou het je niet veel moeite mogen kosten om te ontdekken welke onderdelen je moet vervangen. Noteer welke invloed hogere en lagere waarden op de werking van het circuit hebben.)

PROJECT 176: C-MOS LIJNKIEZER

Je hoeft niet te hard na te denken om situaties te vinden waarin we inputgegevens naar twee of meer verschillende outputs willen sturen. Dit project laat zien hoe we dat met een netwerk van NAND poorten vlotter kunnen doen.

Je ziet dat we in dit circuit een multivibrator en drie NAND poorten gebruiken. De **keuzeschakelaar** kun je omhoog of naar beneden laten staan tijdens het bouwen van dit project. Je zult zien dat **LED 1** knippert. Maar wat doen **LED 2** en **LED 3**? Als de **keuzeschakelaar** naar beneden staat, knippert **LED 2**; staat hij omhoog, dan knippert **LED 3**.

Zoals je op het schema kunt zien, regelt de stand van de **keuzeschakelaar** de inputs naar de twee NAND's die **LED 2** of **LED 3** doen branden. Met de **keuzeschakelaar** naar beneden, krijgt de NAND die **LED 2** regelt één ononderbroken input van 1. De output van de multivibrator levert de andere input. Naarmate de output van de multivibrator overspringt van 0 op 1, schakelt ook de output van de NAND die **LED 2** regelt van 0 op 1.

Het omgekeerde gebeurt wanneer je de **keuzeschakelaar** omhoog zet. Nu krijgt de NAND die **LED 3** regelt een ononderbroken input van 1, zodat **LED 3** aan en uit kan gaan overeenkomstig de input van de multivibrator.

PROJECT 177 : C-MOS DATA SELECTOR

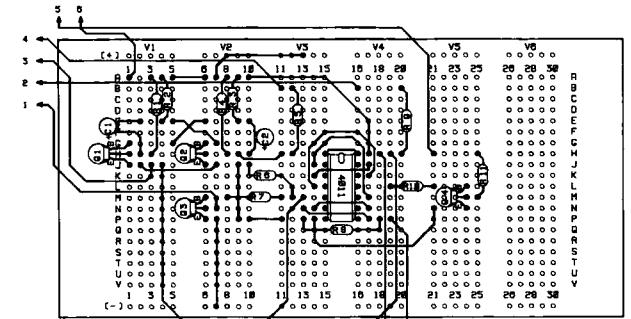
In our previous last project 176 you saw how data could be sent to two or more different outputs. You can probably think of some situations where we might want to (or need to) do the opposite - send data from two or more different sources to one output. This circuit lets us see how this can be done.

When you look at the schematic for this project, you'll notice two different input sources. One is provided by the multivibrator circuit when the **select switch** is set to the down position. But when the **select switch** is set to the up position, the input signal is provided by can you guess? (And don't peek at the answer.)

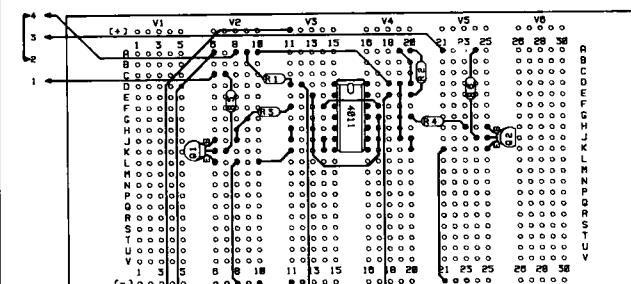
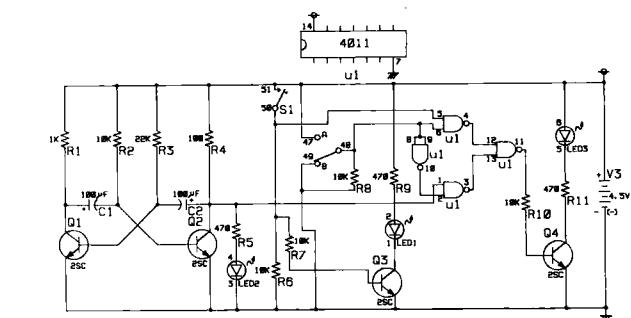
Yourself! You provide the input signal by pressing and releasing **S1**.

To see how this circuit works, set the **select switch** up when you build this project and watch both **LED 1** and **LED 3**. Is anything happening? Now press **S1** and see what happens to **LED 1** and **LED 3**. Does **LED 3** go on in step with **LED 1**? Now set the **select switch** down. **LED 3** starts to go on and off in step with **LED 2**. Try pressing **S1** now - does it have any effect on **LED 3**? What does **LED 3** do when you press **S1** while the **select switch** is down?

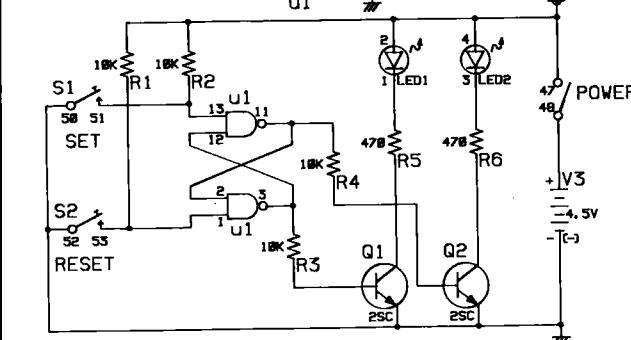
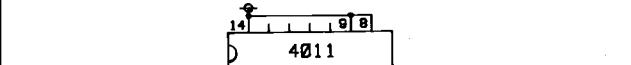
More complex versions of these circuits are found in computers and other highly advanced digital circuits. And - as you probably suspect - switching from one input channel to another is done electronically in most cases.



Q1	2SC	R1	1kΩ	R5	470Ω	R9	470Ω	C1	100µF
Q2	2SC	R2	10kΩ	R6	10kΩ	R10	10kΩ	C2	100µF
Q3	2SC	R3	22kΩ	R7	10kΩ	R11	470Ω		
Q4	2SC	R4	100Ω	R8	10kΩ				



Q1	2SC	R1	10kΩ	R4	10kΩ
Q2	2SC	R2	10kΩ	R5	470Ω
		R3	10kΩ	R6	470Ω



MONTAGE 177 : SELECTEUR DE DONNEES C-MOS

Au montage précédent, nous avons vu comment des données peuvent être envoyées à deux sorties différentes ou davantage. Pouvez-vous imaginer des applications qui nécessitent le principe inverse, soit l'envoi à une sortie de données provenant de deux sources différentes ou davantage. Ce circuit vous permettra de comprendre comment cela se peut.

Sur le diagramme schématique de ce montage, vous constatez qu'il existe deux sources d'entrée différentes. L'une est fournie par le circuit multivibrateur quand le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée. Par contre, quand le **sélecteur** se trouve sur la position levée, le signal d'entrée est fourni par ... pouvez-vous le deviner? (Ne trichez pas en regardant la réponse.)

Vous-même! Vous fournissez le signal d'entrée en enfonçant et en relâchant **S1**.

Pour comprendre le fonctionnement de ce circuit, placez le **sélecteur** sur la position levée pendant le câblage du montage, puis examinez les diodes **LED 1** et **3**. Que se passe-t-il? A présent, enfoncez **S1** et examinez à nouveau ces deux LED. La diode **LED 3** s'allume-t-elle en même temps que la diode **LED 1**? Cette fois, placez le **sélecteur** sur la position abaissée. La diode **LED 3** commence à s'allumer et à s'éteindre en même temps que la diode **LED 2**. Essayez maintenant d'enfoncer **S1** - cela exerce-t-il une influence sur la diode **LED 3**? Que fait la diode **LED 3** quand vous enfoncez **S1** tout en maintenant le **sélecteur** sur la position abaissée?

Des versions plus complexes de ces circuits sont incorporées dans les ordinateurs et autres circuits numériques sophistiqués. Comme vous l'avez probablement deviné, le passage d'un canal d'entrée à l'autre s'effectue généralement de façon électronique.

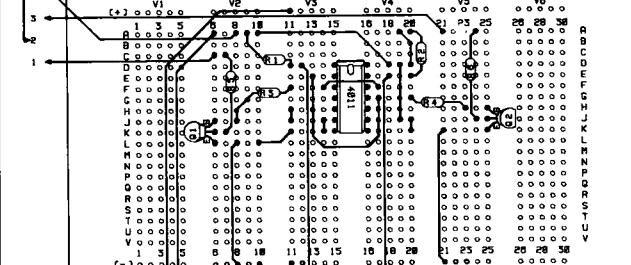
PROJECT 178 : C-MOS R-S FLIP FLOP

Even though your kit includes a J-K Dual Flip-Flop IC, it's possible to build an R-S flip-flop using NAND gates. This project proves it! (If your memory needs refreshing about how an R-S flip-flop works, take a look back at project 31.)

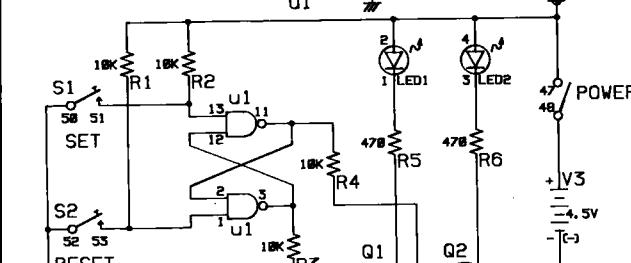
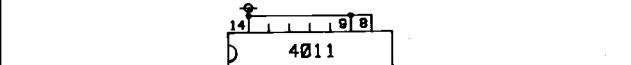
After you finish the wiring connections, turn power ON. You will see either **LED 1** or **LED 2** light up. Press **S1** and **S2**. What happens to **LED 1** and **LED 2**? Can you guess which represents the set state and which represents the reset state?

When **LED 2** lights up, the R-S flip-flop is in the set state. When **LED 1** lights up, the R-S flip-flop is reset. When you get the flip-flop set or reset, try pressing the key and see what happens.

You see one of the prime characteristics of the R-S flip-flop - once the circuit is set or reset, the circuit keeps that state until an input signal causes it to change. This means the R-S flip-flop can "remember" things. More advanced circuits like this one are used in computers so they can "remember" things as well.



Q1	2SC	R1	10kΩ	R4	10kΩ
Q2	2SC	R2	10kΩ	R5	470Ω
		R3	10kΩ	R6	470Ω



MONTAGE 178 : BASCULE BISTABLE C-MOS

Bien que votre ensemble contienne un CI à double bascule J-K, il est possible de construire une bascule bistable à l'aide de portes NON-ET. Ce montage vous le prouvera! (Si vous ne vous souvenez plus du fonctionnement de la bascule bistable, retournez au montage 31.)

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. La diode **LED 1** ou **2** s'allume. Enfoncez **S1** et **S2**. Que font les diodes **LED 1** et **2**? Selon vous, quelle est la diode **LED** qui correspond à la mise à 1 et celle qui correspond à la remise à 0?

Quand la diode **LED 2** s'allume, la bascule bistable est mise à 1 et quand la diode **LED 1** s'allume, elle est remise à 0. Quand vous obtenez la mise à 1 ou la remise à 0 de la bascule, essayez d'enfoncer le manipulateur et voyez ce qu'il se passe.

Il s'agit d'une des caractéristiques essentielles de la bascule bistable - quand le circuit est mis à 1 ou remis à 0, il demeure dans le même état jusqu'à ce qu'un signal d'entrée le force à changer d'état. La bascule bistable est donc capable de "mémoriser". Des circuits sophistiqués semblables à celui-ci sont utilisés dans les ordinateurs pour "mémoriser" certaines choses.

PROJECT 177: C-MOS GEGEVENSKIEZER

In project 176 kon je zien hoe gegevens naar twee of meer verschillende outputs konden worden gestuurd. Allicht kun je ook situaties bedenken waarin we het omgekeerde willen (of moeten) doen: gegevens van twee of meer verschillende bronnen naar één output sturen. Dit circuit laat je zien hoe dat kan gaan.

Wanneer je het schema voor dit project bekijkt, zul je twee verschillende inputbronnen ontdekken. De ene wordt geleverd door het multivibratorcircuit (wanneer de **keuzeschakelaar** naar beneden staat). Maar wanneer de **keuzeschakelaar** omhoog staat, wordt het inputsignaal geleverd door... kun je 't raden? (En niet verderop gluren!)

Door jezelf! Jij levert het inputsignaal door **S1** in te drukken en los te laten.

Om te zien hoe dit circuit werkt, zet je de **keuzeschakelaar** tijdens het bouwen van dit project omhoog en hou je **LED 1** en **LED 3** in de gaten. Gebeurt er wat? Druk nu op **S1** en kijk wat er met **LED 1** en **LED 3** gebeurt? Houdt **LED 3** gelijke tred met **LED 1**? Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden. **LED 3** begint aan en uit te gaan in hetzelfde ritme als **LED 2**. Probeer nu **S1** in te drukken: heeft dat enige invloed op **LED 3**? Wat doet **LED 3** wanneer je op **S1** drukt terwijl de **keuzeschakelaar** naar beneden staat?

Complexere versies van dit circuit komen voor in computers en andere bijzonder geavanceerde digitale circuits. En, zoals je allicht vermoedt, gebeurt het omschakelen tussen inputkanalen meestal elektronisch.

PROJECT 178: C-MOS R-S FLIP FLOP

Hoewel de kit een J-K dubbele flip-flop IC bevat, kun je ook zelf een R-S flip-flop bouwen met behulp van NAND poorten - wat we met dit project bewijzen. (Als je niet precies weet hoe een R-S flip-flop werkt, ga dan gauw even terug kijken onder project 31.)

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Je ziet **LED 1** of **LED 2** branden. Druk op **S1** en **S2**. Wat gebeurt er met **LED 1** en **LED 2**? Kun je raden welk van beide voor de instel-toestand (**S**) staat en welke voor de terugstel-toestand (**R**)?

Wanneer **LED 2** brandt, bevindt de R-S flip-flop zich in de instel-toestand. Brandt **LED 1**, dan is de R-S flip-flop teruggesteld. Wanneer de flip-flop ingesteld of teruggesteld is, probeer dan op de toets te drukken om na te gaan wat er gebeurt.

Je ziet één van de basiskenmerken van de R-S flip-flop: zodra het circuit in- of teruggesteld is, blijft het in die toestand tot het wordt gewijzigd door een inputsignaal. Dit betekent dat een R-S flip-flop informatie kan "onthouden". Geavanceerde versies van dit circuit worden gebruikt in computers, zodat ook die dingen kunnen "onthouden".

PROJECT 179 : C-MOS R-S FLIP-FLOP II

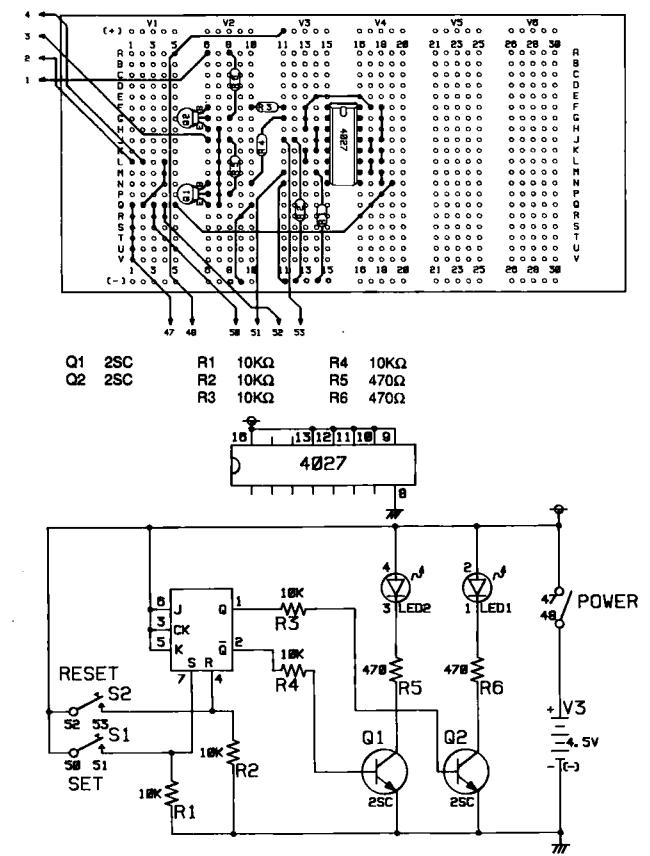
One of the integrated circuits in your kit is known as a "Dual J-K Flip flop." Inside of that tiny IC are two R-S flip-flop circuits, like the one you built back project 31! ICs are true wonders, letting us use several circuits in a small space.

Here's a project that lets you see how to use this particular one.

When you finish wiring this project, turn power ON. Press **S1** and release it. Does anything happen to **LED 1** or **LED 2**? Now press **S2** and release it. Is there any change in **LED 1** or **LED 2**? Can you figure out which terminal is the set input and which is the reset input? (Okay, here's a hint... do you remember what Q and \bar{Q} stand for?)

This shouldn't have been too hard for you... IC terminal 7 is the set terminal while 4 is the reset terminal.

You can see by the schematic that R and S aren't the only inputs to the flip-flop - there's also a J and K input. (So that's why it's called a J-K flip-flop!) What do you think these J and K inputs are used for? Make some notes about what you think... because we're soon going to find out.

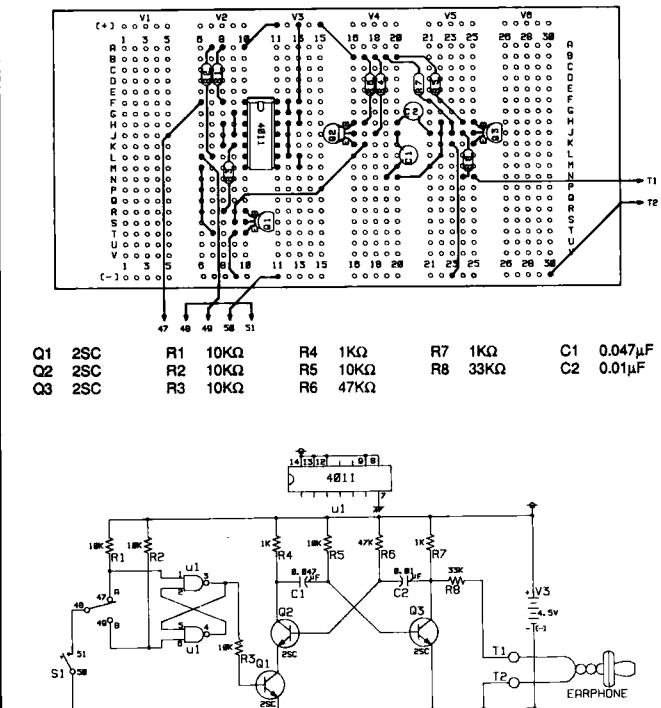


PROJECT 180 : SET/RESET BUZZER

Anything look familiar about the schematic for this project? If not, take a look back at the schematic for project 178. You'll see that this circuit uses an R-S flip-flop circuit made from NAND gates.

After you finish wiring this project, set the **select switch** up and press **S1**. You'll hear a sound through the earphone. Try pressing **S1** several times. You'll still hear a sound in your earphone. Now move the **select switch** down and press **S1** one more time. What happens now?

Circuits like this can be used in alarms. They're especially useful since intruders often can't figure out how to make the sound stop. You might also want to experiment using **LEDs** instead of sound to alert you that the circuit has been set or reset.



MONTAGE 179 : BASCULE BISTABLE C-MOS II

Votre ensemble possède un circuit intégré qui porte le nom de "Double bascule J-K". Ce minuscule IC renferme deux circuits à bascule bistable, semblables à celui réalisé au montage 31! Les IC constituent de véritables petites merveilles qui en dépit de leur taille extrêmement réduite, permettent d'utiliser plusieurs circuits à la fois.

Le montage que voici illustre le fonctionnement de ce CI particulier qu'est la bascule bistable.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension. Enfoncez **S1**, puis relâchez-le. Les diodes **LED 1** et **LED 2** réagissent-elles? A présent, enfoncez **S2**, puis relâchez-le. Voyez-vous un changement au niveau des **LED 1** et **2**? Pouvez-vous repérer la borne qui représente l'entrée de mise à un et celle qui représente l'entrée de remise à zéro? (Pour vous aider, voici un indice : souvenez-vous de la signification des abréviations **Q** et **\bar{Q}** .)

Cet exercice ne devait en principe pas être très compliqué à réaliser. La borne 7 du CI correspond à la borne de mise à un et la borne 4, à la borne de remise à zéro.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que **R** et **S** ne sont pas les seules entrées de la bascule - celle-ci possède aussi les entrées **J** et **K**. (Ce qui explique l'origine de l'appellation "bascule J-K")! A votre avis, quelle est l'utilisation de ces entrées **J** et **K**? Notez le résultat de votre réflexion... car vous allez bientôt connaître la réponse.

PROJECT 179: C-MOS R-S FLIP-FLOP II

Eén van de geïntegreerde schakelingen in deze projectdoos is de "dubbele J-K flip-flop". Binnen in dat piepkleine IC-tje bevinden zich twee R-S flip-flop circuits, zoals datgene dat je in project 31 gebouwd hebt. IC's zijn werkelijk wonderlijk, omdat ze in een zo kleine ruimte verscheidene circuits bevatten. Met dit project leer je hoe deze IC kunt gebruiken.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Druk op **S1** en laat los. Gebeurt er wat met **LED 1** of **LED 2**? Druk nu op **S2** en laat los. Verandert er iets aan **LED 1** of **LED 2**? Kun je uitvissen welk contactpunt de instel-input (**S**) is en welk de terugstel-input (**R**)? (Eén tip: weet je nog waar **Q** en **\bar{Q}** voor staan?)

Al te moeilijk mag het antwoord niet geweest zijn... IC contactpunt 7 is het instelpunt, 4 is het terugstelpunt.

Aan de hand van het schema zie je dat **R** en **S** niet de enige inputs naar de flip-flop zijn: er is ook een **J**- en een **K**-input (daarom heet hij ook J-K flip-flop). Waar dienen die **J** en **K** volgens jou voor? Opschrijven maar: we komen het gauw te weten en dan kun je vergelijken.

PROJECT 180: INSTEL/TERUGSTEL-ZOEMER

Doet het schema van dit project je niet aan iets denken? Nee, kijk dan nog eens naar het schema voor project 178. Je zult zien dat dit circuit een R-S flip-flop circuit gebruikt dat uit NAND poorten bestaat.

Na het bedraden zet je de **keuzeschakelaar** omhoog en druk je op **S1**. In de oortelefoon hoor je een geluid. Probeer meermalen op **S1** te drukken. Nog altijd hoor je een geluid in je oortelefoon. Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk nog één keer op **S1**. Wat gebeurt er nu?

Dergelijke circuits kunnen gebruikt worden voor alarminstallaties. Ze zijn bijzonder nuttig aangezien inbrekers vaak niet snappen hoe ze het geluid kunnen doen ophouden. Misschien wil je ook experimenteren met **LED's** i.p.v. geluid als verklipper voor het instellen/terugstellen van het circuit.

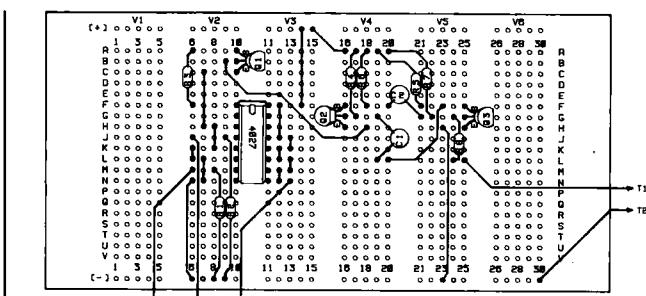
PROJECT 181 : SET/RESET BUZZER II

Here's another version of our last projects, this time using a transistor multivibrator and a J-K flip-flop.

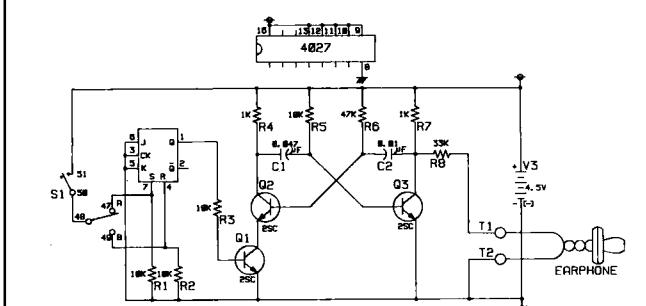
Set the **select switch** up and press **S1**. You'll hear a sound in your earphone. Just as in our last project, you'll continue to hear sound in the earphone no matter how many times you press **S1** again. Set the **select switch** down and press **S1** one more time. You'll hear the sound stop.

You can see from the schematic that the transistor multivibrator is controlled by the Q output of the J-K flip-flop. When you have the **select switch** at the up position and press **S1**, Q becomes 1 and the transistor multivibrator keeps on working regardless of how many more times you press the key. But if you press the **S1** when the **select switch** is at the down position, Q becomes 0. This output goes to emitter of the left transistor in the multivibrator and prevents the multivibrator from working.

(We've mentioned this before - but we'll say it again. Aren't transistors terrific in the way they can be switched on and off so easily?).



Q1	2SC	R1	10kΩ	R4	1kΩ	R7	1kΩ	C1	0.047μF
Q2	2SC	R2	10kΩ	R5	10kΩ	R8	33kΩ	C2	0.01μF
Q3	2SC	R3	10kΩ	R6	47kΩ				



MONTAGE 181 : VIBREUR MIS A 1/REMIS A 0 II

Voici une autre version du montage précédent. Ici, le circuit utilise un multivibrateur transistorisé et une bascule J-K.

Placez le **sélecteur** sur la position levée et enfoncez **S1**. Vous entendez un son dans l'écouteur. Comme dans le montage précédent, le son continue d'être reproduit dans l'écouteur, quel que soit le nombre de fois que vous enfoncez **S1**. Placez le **sélecteur** sur la position abaissée, puis enfoncez à nouveau **S1**. Le son ne vous parvient plus.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que le multivibrateur transistorisé est commandé par la sortie Q de la bascule J-K. Quand le **sélecteur** se trouve sur la position levée et que vous enfoncez **S1**, Q prend la valeur 1 et le multivibrateur transistorisé continue de fonctionner, quel que soit le nombre de fois que vous appuyez sur le manipulateur. Toutefois, si vous appuyez sur le manipulateur **S1** quand le **sélecteur** se trouve sur la position abaissée, Q prend la valeur 0. Cette sortie circule vers l'émetteur du transistor gauche du multivibrateur et empêche ce dernier de fonctionner.

(Nous vous l'avons déjà dit - mais nous le répétons. Les transistors sont des composants extraordinaires qui peuvent être ouverts et fermés très facilement.)

PROJECT 181: INSTEL/TERUGSTEL-ZOEMER II

Hier een tweede versie van ons vorig project, deze keer met een transistor-multivibrator en een J-K flip-flop.

Zet de **keuzeschakelaar** omhoog en druk op **S1**. In de oortelefoon hoor je een geluid. Net als bij het vorige project blijft dat geluid duren, hoe vaak je ook nog op **S1** drukt. Zet je de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk je dan nog een keer op **S1**, dan houdt het geluid op.

Op het schema kun je zien dat de transistor-multivibrator wordt gestuurd door de Q-output van de J-K flip-flop. Met de **keuzeschakelaar** omhoog wordt Q1 wanneer je op **S1** drukt en blijft de transistor-multivibrator werken, hoe vaak je ook nog op de toets drukt. Maar als je op **S1** drukt wanneer de **keuzeschakelaar** naar beneden staat, dan wordt Q0. Die output gaat naar de emissor van de linker transistor in de multivibrator en belet dat de multivibrator nog werkt.

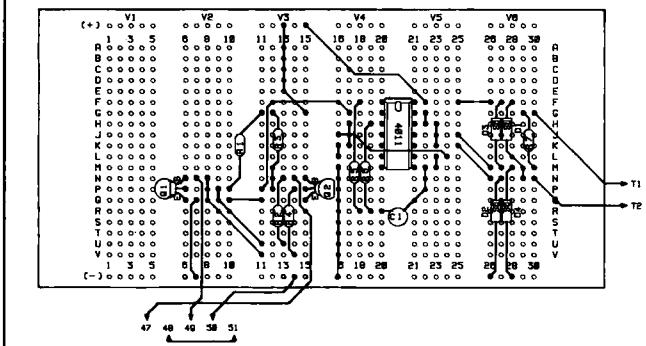
(We hebben het al gezegd en zullen het nog wel zeggen: zijn transistors geen puik dingen doordat ze zo gemakkelijk aan en uit kunnen worden gezet?)

PROJECT 182 : SET/RESET BUZZER III

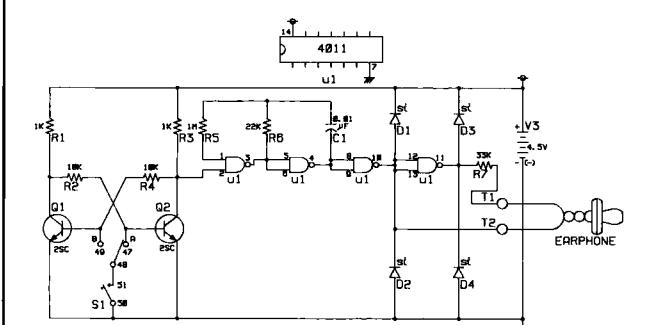
Here's another version of our last two projects. This time we used a NAND multivibrator and an R-S flip-flop by transistors.

This circuit works like our last two. When you set the **select switch** up and press **S1**, you'll hear a sound in the earphone. You'll continue to hear the sound no matter how many times you press the key again. Set the select switch down and press **S1** and you'll hear the sound stop.

You might want to compare the operation of these last three projects. Is there any difference between the three circuits? Can you think of some situations where one circuit might be better suited than the other two? Be sure to make some notes about what you found out.



Q1	2SC	R2	10kΩ	R5	1MΩ	C1	0.01μF
Q2	2SC	R3	1kΩ	R6	22kΩ	D1	
R1	1kΩ	R4	10kΩ	R7	33kΩ	D2	



MONTAGE 182 : VIBREUR MIS A 1/REMIS A 0 III

Voici une autre variante du montage 180. Cette fois, le circuit se compose d'un multivibrateur NON-ET et d'une bascule bistable transistorisée.

Ce circuit fonctionne exactement comme les deux précédents. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée et que vous enfoncez **S1**, vous entendez un son dans l'écouteur. Ce son continue d'être reproduit, quel que soit le nombre de fois que vous enfoncez **S1**. Placez le **sélecteur** sur la position abaissée et enfoncez **S1**. Le son ne vous parvient plus.

Comparez le fonctionnement des trois montages que nous venons de réaliser. Sont-ils différents? A votre avis, existe-t-il des applications pour lesquelles il serait préférable d'utiliser un circuit plutôt que les deux autres? N'oubliez pas de noter votre réponse.

PROJECT 182: INSTEL/TERUGSTEL-ZOEMER III

En nog een versie van onze twee vorige projecten. Deze keer gebruiken we een NAND multivibrator en een R-S flip-flop met transistors.

Dit circuit werkt net als de twee vorige. Wanneer je de **keuzeschakelaar** omhoog zet en op **S1** drukt, hoor je geluid in de oortelefoon. Dat blijft zo, ook al druk je nadien nog duizend keer op de toets. Maar zet de keuzeschakelaar naar beneden en druk dan op **S1**, en het geluid houdt op.

Misschien wil je de werking van deze drie zoemers vergelijken. Zijn er verschillen tussen de drie circuits? Kun je situaties bedenken waarin het ene circuit voordeliger is dan de andere? Noteer een en ander voor later.

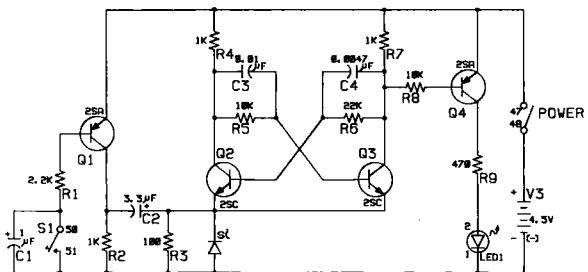
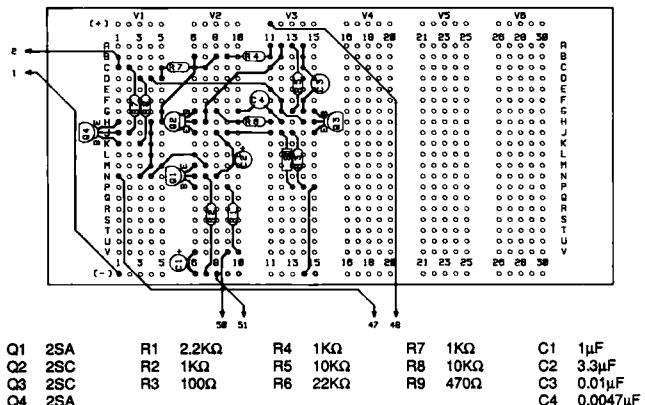
PROJECT 183 : TRANSISTORIZED TOGGLE FLIP-FLOP

Do you know what a "toggle" is? (No, it's not someone from the nation of Togo!) A toggle switch is used in electronics to turn circuits on and off... and that should give you a big hint about how toggle flip-flop circuits work!

After you build this circuit, turn power ON. Is there any change in LED 1? Now press S1 and see what happens to LED 1. Can you explain what is happening?

You might have guessed by now, a toggle flip-flop is one that sets or resets only when a signal has been received for it to do so, no matter what the inputs tell the circuit to do. This is very handy when we're working with flip-flop circuits. Suppose we have several flip-flop circuits receiving inputs at different times, but we only want them to set or reset together. Using toggled flip-flops means that we can make sure that none of them set or reset until we give them the signal.

We already mentioned that flip-flop circuits can "remember" things thanks to their set and reset abilities. That means several flip-flop circuits controlled by a single toggle signal can operate together to "remember" more and more things. (That's basically how big computers "remember" all they do.)



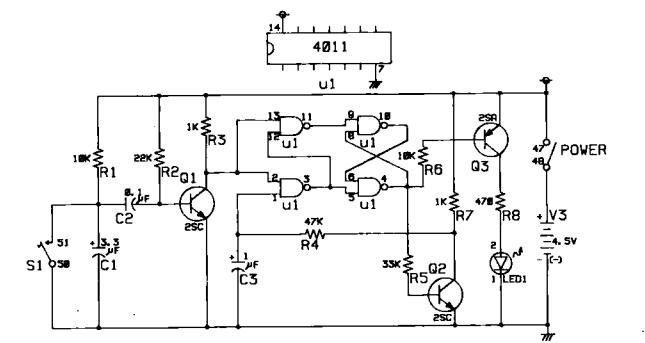
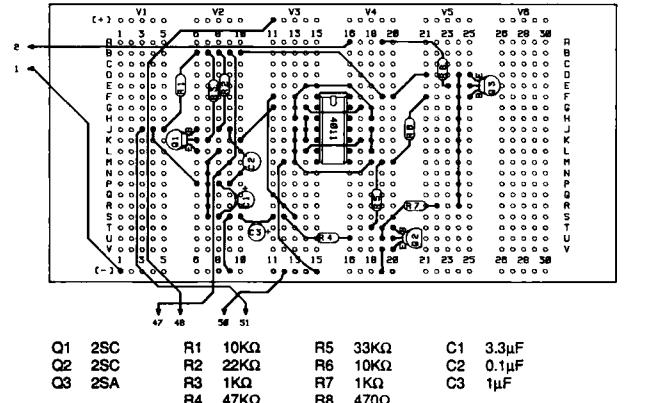
PROJECT 184 : NAND TOGGLE FLIP-FLOP

You're starting to suspect that the NAND gate is a very versatile circuit, you're right! Here's a toggle flip-flop circuit made from four AND gates.

Turn power ON after you finish building this circuit. Press S1 seven times. You'll see that LED 1 turns on and off each time you press S1.

Put on your thinking cap and try to trace what happens from S1 input to LED 1. Of the four NANDs, two function as an R-S flip-flop. See if you can figure out what the remaining NANDs are doing.

This circuit is also a sort of an inverter, since it does take the input and "reverse" it.



MONTAGE 183 : BASCULE A LEVIER TRANSISTORISEE

Connaissez-vous la signification du levier? En électronique, l'interrupteur à levier permet d'activer et de désactiver des circuits ... ce qui devrait vous donner une idée sur le fonctionnement de la bascule à levier!

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. La diode LED 1 change-t-elle? A présent, enfoncez S1 et examinez à nouveau la diode LED 1. Pouvez-vous expliquer ce qu'il se passe?

Comme vous l'avez probablement deviné, une bascule à levier est une bascule qui se met à 1 ou se remet à zéro uniquement sur réception d'un signal, quel que soit l'état des entrées du circuit. Ce principe est extrêmement utile dans les circuits à bascule. En effet, supposons que nous disposons de plusieurs circuits à bascule recevant des entrées à des moments différents alors que nous souhaitons qu'elles se mettent à 1 ou se remettent à zéro simultanément. En ayant recours aux bascules à levier, nous sommes certains que la mise à 1 ou la remise à 0 ne pourra avoir lieu que si nous donnons le signal.

Nous vous avons déjà expliqué que les circuits à bascule "se souviennent" grâce à leur fonction de mise à 1 et de remise à 0. Autrement dit, il est possible de faire fonctionner simultanément plusieurs circuits à bascule commandés par un signal à levier unique en vue de "mémoriser" plusieurs choses. (Dans les grandes lignes, c'est ainsi que les gros ordinateurs "mémorisent" des informations.)

PROJECT 183: TUIMELFLIP-FLOP MET TRANSISTOR

Een tuimelschakelaar wordt in de elektronica gebruikt om circuits in en uit te schakelen. Nu je dat weet, ben je meteen een eind op weg als je wil weten hoe een tuimelflip-flop circuit werkt.

Na het opbouwen van dit circuit schakel je de stroom in. Zie je verandering bij LED 1? Druk nu op S1 en kijk wat er met LED 1 gebeurt. Kun je ook verklaren wat er gebeurt?

Zoals je intussen misschien al geraden hebt, is een tuimelflip-flop een flip-flop die alleen instelt of terugstelt wanneer hij daartoe een signaal heeft gekregen, ongeacht wat het circuit zou moeten doen volgens de inputs. Dit is erg handig wanneer we met flip-flop circuits werken. Stel dat we verscheidene flip-flop circuits hebben die op verschillende momenten hun input krijgen, maar we willen dat ze samen in- of terugstellen. Gebruik maken van tuimelflip-flops betekent dat we ervoor kunnen zorgen dat géén van de flip-flops zal in- of terugstellen voor we daartoe het sein geven.

We zeiden al dat flip-flop circuits dingen kunnen "onthouden" dank zij hun instel/terugstelmogelijkheid. Dit betekent dat een aantal flip-flop circuits, gestuurd door één tuimelsignaal, samen kunnen functioneren om steeds meer dingen te "onthouden". (Wat grote computers doen om al hun handelingen te "onthouden" komt daarop neer.)

PROJECT 184: NAND TUIMELFLIP-FLOP

Als je nu stilaan gaat vermoeden dat de NAND poort een heel veelzijdig circuit is, dan zit je goed! Hier heb je namelijk een tuimelflip-flop circuit dat uit vier NAND poorten bestaat.

Schakel de stroom in na het opbouwen van het circuit. Druk verschillende keren op S1. Je ziet dat LED 1 bij elke druk op S1 oplicht en dooft.

Laat je grijze cellen werken en probeer op te sporen wat er tussen S1 en LED 1 gebeurt. Van de vier NAND's werken er twee als R-S flip-flop. Kun je uitvissen wat de twee andere NAND's doen?

Dit circuit is tevens een soort inverter, aangezien het de input neemt en "omkeert".

PROJECT 185 : J-K TOGGLE FLIP-FLOP

The two flip-flop circuits contained in the Dual J-K Flip-Flop IC in your kit can be used in "toggled" application. This project shows you how it's done.

You can easily see how this circuit works by examining the schematic diagram. When you press **S1**, you input a clock signal to the flip-flop, allowing it to quickly set and reset. And, as you can also see on the schematic, the output at \bar{Q} is used to control **LED 1**.

You're probably wondering how a J-K flip-flop circuit is different from an R-S flip-flop. The difference is in the J and K inputs - they're another way of controlling the flip-flop! Here's how J and K control the flip-flop: when both J and K are 0, Q stays at its last value (either 0 or 1) regardless of what the clock input is. When this happens, we say the flip-flop is latched. (For this operation, both R and S inputs must be at 0.)

But suppose that J is 0 and K is 1. When this happens, the flip-flop resets when the clock changes from 0 to 1. When J is 1 and K is 0 the opposite happens... flip-flop.

When both J and K are at 1, every time the clock input changes from 0 to 1, it resets and sets alternately.

One interesting use for J-K flip-flops is in "master and slave" circuits (no, you don't use these circuits to build pyramids!). A "master and slave" arrangement takes the output of one flip-flop (the master) and uses it for the J and K inputs of a second flip-flop (the slave). Both the master and slave flip-flops use the same clock signal.

This a little bit about what could be done with a "master and slave" J-K flip-flop arrangement. Can you figure out a why to make such an arrangement "count"? Be sure to make some notes about what you think!

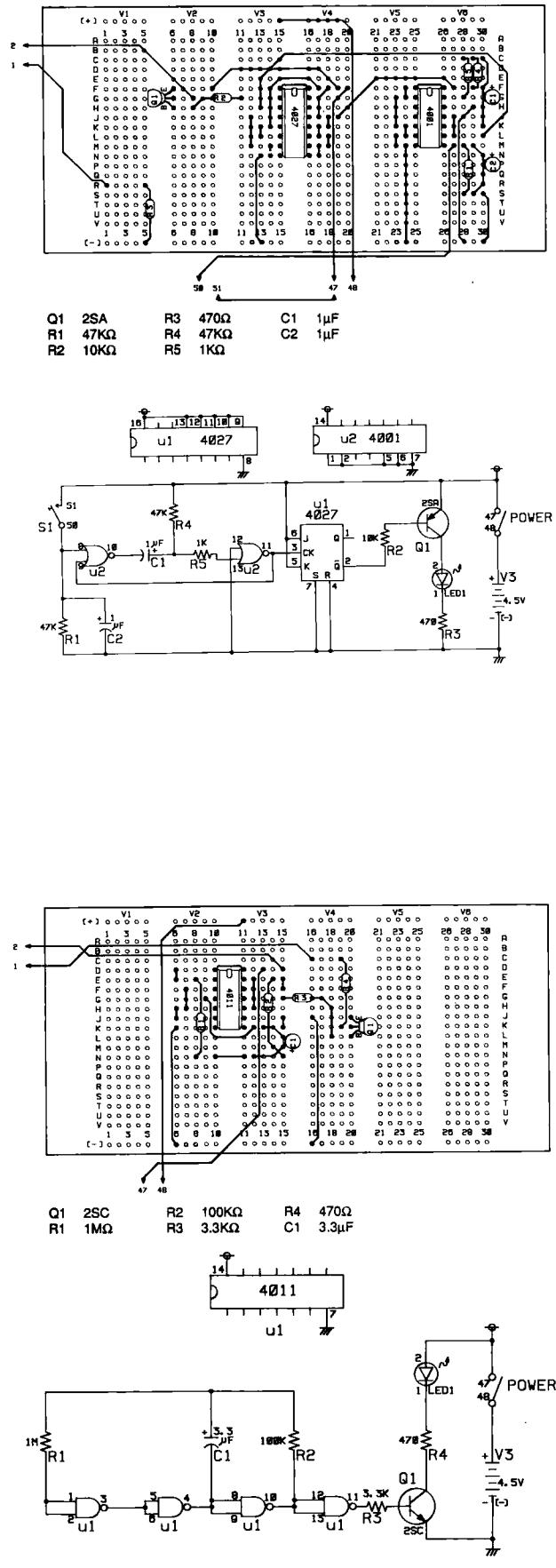
PROJECT 186 : C-MOS ASTABLE MULTIVIBRATOR

Even multivibrator circuits can be made from NAND gates. This project is an example of an astable multivibrator - can you guess what that means? Make a guess, and then build this project to find out.

Turn power ON after you finish making all the wiring connections. You'll see **LED 1** flashing on and off. This is like the operation of many of the multivibrators we've used in earlier circuits. Astable means the multivibrator keeps switching back and forth between 0 and 1. As you remember, that's what most of the multivibrators you've built so far do.

You shouldn't have much trouble figuring out how this particular circuit works... and yes, a $3.3\ \mu F$ capacitor makes it all possible. Try using the other electrolytic capacitors in place of the $3.3\ \mu F$ values and see what effect they have on **LED 1** (be sure to observe correct polarity). If you want to see the output of this circuit in a different way, ... it can be done, but we'll let you figure out how.

By now you can see why NAND gate ICs are so popular. The Quad 2-input NAND IC in your kit is one of the most widely used electronic components in the world, mainly because it can be used in so many different ways (and you can probably think of many more!).



MONTAGE 185 : BASCULE A LEVIER J-K

Les deux circuits à bascule contenus dans le CI à double bascule J-K de votre ensemble peuvent être utilisés pour le "basculement", comme vous allez le voir dans ce montage.

Le diagramme schématique vous permet de comprendre facilement le fonctionnement de ces circuits. Quand vous enfoncez **S1**, vous introduisez un signal d'horloge dans la bascule qui peut ainsi se mettre à 1 et se remettre à 0 rapidement. La sortie Q est utilisée pour commander la diode **LED 1**.

Vous souhaitez peut-être connaître la différence qui existe entre le circuit à bascule J-K et la bascule bistable? Elle réside dans les entrées J et K - qui constituent un autre moyen de commander la bascule! La commande s'effectue comme suit : Quand J et K possèdent la valeur 0, Q conserve sa dernière valeur (0 ou 1) quelle que soit l'entrée du signal d'horloge. La bascule est alors verrouillée. (Les entrées R et S doivent posséder la valeur 0.)

Supposons à présent que J possède la valeur 0 et K, la valeur 1. Dans ce cas, la bascule se remet à 0 quand le signal d'horloge 0 prend la valeur 1. Quand J possède la valeur 1 et K, la valeur 0, l'effet inverse se produit. Le circuit bascule.

Quand J et K possèdent la valeur 1, elles se mettent à 1 et se remettent à 0 alternativement chaque fois que l'entrée du signal d'horloge change de valeur.

Les circuits "maître-esclave" constituent une application extrêmement intéressante pour les bascules J-K. (Non, ces circuits ne servent pas à construire des pyramides!) La disposition "maître-esclave" utilise la sortie d'une bascule (le maître) pour les entrées J et K de la seconde bascule (l'esclave). Les deux bascules maître et esclave utilisent un signal d'horloge identique.

Ce n'est là qu'un aperçu des possibilités offertes par les bascules J-K à disposition "maître-esclave". Voyez-vous comment une telle disposition pourrait "compter"? N'oubliez pas de noter vos idées !

PROJECT 185: J-K TUIMELFLIP-FLOP

De twee flip-flop circuits in de dubbele J-K flip-flop IC die je projectdoos bevat, kunnen gebruikt worden in een tuimeltoepassing. Hoe? Dat leer je met dit project.

Hoe dit circuit werkt kun je gemakkelijk afleiden uit het schema. Wanneer je op **S1** drukt, voer je een kloksignaal in naar de flip-flop, zodat dit snel kan instellen en terugstellen. En, zoals je eveneens op het schema kunt zien, de output bij Q wordt gebruikt om **LED 1** te sturen.

Allicht vraag je je af waarin een J-K flip-flop verschilt van een R-S flip-flop. Het verschil zit in de J en K inputs, die de flip-flop op een andere manier regelen. Dat gaat zo: wanneer zowel J als K 0 zijn, blijft \bar{Q} op zijn laatste waarde (0 of 1), ongeacht de klok-input. Wanneer dat gebeurt, zeggen we dat de flip-flop gesloten is. (Voor deze werking moeten de R- en S-inputs beide 0 zijn.)

Maar stel dat J 0 is en K 1. Wanneer dat gebeurt, stelt de flip-flop terug wanneer de klok van 0 naar 1 gaat. Wanneer J 1 is en K 0, gebeurt het omgekeerde.

Wanneer zowel J als K 1 zijn, wordt afwisselend in-en teruggesteld telkens wanneer de klok-input verandert van 0 naar 1.

Eén interessante toepassing voor J-K flip-flops ligt bij "meester-en-slaaf" circuits (nee, niet meteen gaan denken aan zweepslagen en uitbuiting!). Zo'n "meester-en-slaaf" opstelling gebruikt de output van een flip-flop (de meester) en gebruikt die voor de J- en K-input van een tweede flip-flop (de slaaf). Zowel meester als slaaf flip-flops gebruiken hetzelfde kloksignaal.

Meer vertellen we voorlopig niet over wat je met een "meester-en-slaaf" J-K flip-flop opstelling kunt doen. Kun je zelf bedenken hoe zo'n opstelling zou kunnen "tellen"? Noteer alvast je pogingen!

PROJECT 186 : C-MOS VERANDERLIJKE MULTIVIBRATOR

Zelfs multivibratorcircuits kunnen uit NAND poorten bestaan. Dit project is een voorbeeld van een veranderlijke multivibrator - kun je raden wat dat betekent? Raden maar, en bouw dan dit project om de waarheid te achterhalen.

Schakel de stroom in zodra je klaar bent met alle draadverbindingen. Je ziet **LED 1** aan en uit knipperen, net als bij de vele multivibrators die we in vorige circuits gebruikt hebben. Veranderlijk betekent dat de multivibrator heen en weer blijft schakelen tussen 0 en 1. Zoals je nog weet, is dat wat de meeste tot dusver gebouwde multivibrators doen.

Het zou je niet al te moeilijk mogen vallen om uit te vissen hoe dit circuit werkt... jawel hoor, een condensator van $3.3\ \mu F$ maakt dit al lemaal mogelijk. Probeer ook eens de andere elektrolytische condensatoren i.p.v. die van $3.3\ \mu F$, en kijk welke invloed ze hebben op **LED 1** (zorg wel voor een correcte polariteit). Als je de output van dit circuit op een andere manier wil zien, dan kan dat... maar we laten je zelf uitdokteren hoe.

Je zult nu stilaan beseffen waarom NAND poort IC's zo populair zijn. De Quad 2-input NAND IC in je kit is één van de meest gebruikte elektronische onderdelen ter wereld, hoofdzakelijk omdat het op zoveel verschillende manieren kan gebruikt worden (allicht kun je er nog heel wat bedenken).

PROJECT 187 : C-MOS J-K FLIP-FLOP

In project 183, you saw how a flip-flop circuit can be "toggled" so that we can have additional control over it.

You can see by the schematic that you'll provide the clock signal for this circuit each time you press **S1**. The signals for the J and K inputs are provided by **S2** and **S3**.

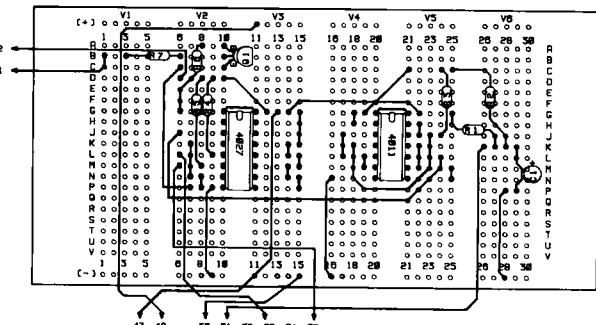
After you build this project, turn power ON and press **S1** a few times. You'll see **LED 1** go on and off. Now press **S3**. While you are pressing it, press **S1** a few times. What happens to **LED 1**? Release **S3** and press **S1** again. Is there any difference in what **LED 1** does?

Now press **S1** while pressing **S2** several times. What does **LED 1** do now? Release **S2** and press **S1** again. What happens to **LED 1**?

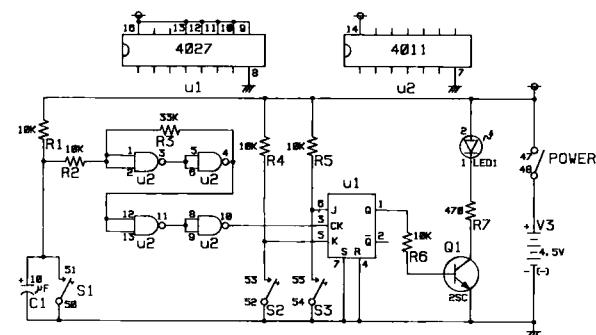
You may have figured out, if both the J and K inputs are 1, the flip-flop sets and resets each time you press **S1** (which inputs a clock signal). This means **LED 1** goes on and off. But if you press **S3**, this makes **LED 1** go out when the flip-flop reverses a clock signal and stays out.

When you press **S2**, the J input is 1 while the K input is 0. This means **LED 1** lights with a clock signal and stays lit.

Time to put on your thinking cap - can you think of some of the interesting things that could be done if you used different types of multivibrator circuits for the clock, J and K inputs? Try whipping up some circuits to see if you're right.



Q1	2SC
R1	10kΩ
R2	10kΩ
R3	33kΩ
R4	10kΩ
R5	10kΩ
R6	10kΩ
C1	10μF
V1	-
V2	-
V3	-
V4	-
V5	-
V6	-



MONTAGE 187 : BASCULE J-K C-MOS

The assembly 183 has allowed you to see that a flip-flop circuit can be "switched" to increase its control.

On the schematic diagram, you notice that the input signal of the circuit is provided by the push of **S1**. The signals for the J and K inputs are provided by **S2** and **S3**.

Once the wiring is finished, turn the circuit under tension, then press **S1** several times. You notice that the diode **LED 1** turns on and off. At present, press **S3**. Then, while it is pressed, press **S1** several times. What does the diode **LED 1** do? Release **S3** and press **S1** again. Do you notice any difference in what **LED 1** does?

At present, press **S1** by pushing **S2** several times. What does **LED 1** do now? Release **S2** and press **S1** again. What happens to **LED 1**?

As you probably have figured out, if both the J and K inputs are 1, the flip-flop sets and resets each time you press **S1** (which provides a clock signal). This means **LED 1** goes on and off. But if you press **S3**, this makes **LED 1** go out when the flip-flop reverses a clock signal and stays out.

When you press **S2**, the J input is 1 while the K input is 0. This means **LED 1** lights with a clock signal and stays lit.

Time to put on your thinking cap - can you think of some of the interesting things that could be done if you used different types of multivibrator circuits for the clock, J and K inputs? Try whipping up some circuits to see if you're right.

PROJECT 187: C-MOS J-K FLIP-FLOP

In project 183 you saw how a flip-flop circuit can be "toggled" so that we can have additional control over it.

On the hand of the schema you can see that the clock signal for this circuit is provided by the push of **S1**. The signals for the J and K inputs are provided by **S2** and **S3**.

Na het opbouwen van het project schakel je de stroom in en druk je enkele keren op **S1**. Je ziet **LED 1** aan en uit gaan. Druk nu op **S3**. Terwijl je dat doet, druk je enkele keren op **S1**. Wat gebeurt er met **LED 1**? Laat **S3** los en druk nogmaals op **S1**. Is er een verschil te zien in wat **LED 1** doet?

Druk nu op **S1** terwijl je enkele keren op **S2** drukt. Wat doet **LED 1** nu? Laat **S2** los en druk nogmaals op **S1**. Wat gebeurt er met **LED 1**?

Zoals je misschien vermoedde: als zowel de J- als de K-input 1 is, stelt de flip-flop in en terug telkens wanneer je op **S1** drukt (kloksignaal-input). Dit betekent dat **LED 1** aan en uit gaat. Maar als je op **S3** drukt, gaat **LED 1** uit wanneer de flip-flop een kloksignaal omkeert en gedoofd blijft.

Wanneer je op **S2** drukt, is de J-input 1 terwijl de K-input 0 is. Dit betekent dat **LED 1** gaat branden met een kloksignaal en blijft branden.

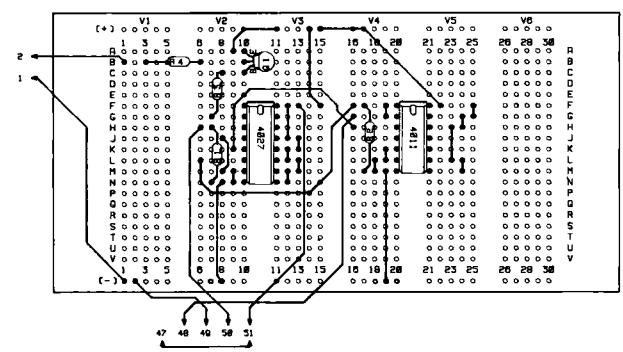
Tijd voor wat grijze-cellenwerk: kun je een paar interessante dingen bedenken die je zou kunnen doen als je verschillende soorten multivibrator-circuits gebruikt voor de klok, J- en K-input? Hoest eens een paar circuits op om te zien of je gelijk hebt.

PROJECT 188 : C-MOS D FLIP-FLOP

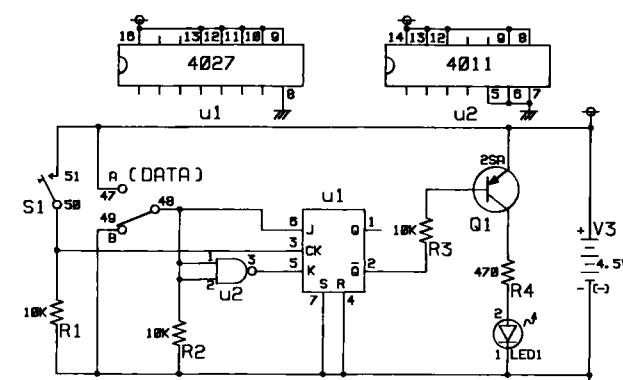
Can you guess what the "D" in C-MOS D Flip-Flop" stands for? Make a quick mental note because you're about to find out.

When you build this experiment, set the **select switch** either up or down. Press **S1** and release it. If you set the **select switch** up, **LED 1** lights up. If the **select switch** is down, **LED 1** goes out. Now try changing the position of the **select switch** up and down, without pressing **S1**. Can you get **LED 1** to change without pressing **S1**?

You can see on the schematic, pressing **S1** inputs a clock signal. There's also an input signal provided by setting the **select switch** up or down. The "D" in this circuit's name comes from "delay" - no matter how the J or K input changes, the output changes is delayed until clock signal is received.



Q1	2SA
R1	10kΩ
R2	10kΩ
R3	10kΩ
R4	470Ω



MONTAGE 188 : BASCULE D C-MOS

Can you imagine the meaning of the letter "D" in the term "C-MOS D flip-flop"? Keep your answer to the spirit as you will soon know if you have devined well.

Pendant que vous câblez ce montage, placez le **sélecteur** sur la position levée ou abaissée. Ensuite, enfoncez **S1**, puis relâchez-le. Si vous avez placé le **sélecteur** en position levée, la diode **LED 1** s'allume. Si vous l'avez placé en position abaissée, la diode **LED 1** s'éteint. Essayez à présent de changer la position du **sélecteur** sans enfacer **S1**. La diode **LED 1** change-t-elle lorsque vous ne touchez pas à **S1**?

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, l'appui de **S1** envoie un signal d'horloge. Le signal d'entrée est fourni par la position levée ou abaissée du **sélecteur**. La lettre "D" contenue dans le nom de ce circuit correspond à l'anglais "Delay" (retardement). Quelle que soit la façon dont l'entrée J ou K varie, la modification de la sortie est retardée jusqu'à réception du signal d'horloge.

PROJECT 188: C-MOS D FLIP-FLOP

Waarde "D" in deze "C-MOS D flip-flop" voor staat, kun je niet weten, want ze komt van het Engelse "delay", wat uitstel betekent. Vanwaar die naam? Lees verder.

Bij het bouwen van dit experiment zet je de **keuzeschakelaar** omhoog of naar beneden. Druk op **S1** en laat los. Zet je de **keuzeschakelaar** omhoog, dan brandt **LED 1**. Staat hij naar beneden, dan gaat de **LED** uit. Probeer nu de twee standen van de **keuzeschakelaar** zonder op **S1** te drukken. Kun je **LED 1** tot verandering bewegen zonder op **S1** te drukken?

Zoals je op het schema ziet, voert een druk op **S1** een kloksignaal in. Daarnaast is er een inputsignal, afkomstig van de omhoog of naar beneden staande **keuzeschakelaar**. Het "uitstel" zit hem hierin dat de outputverandering ongeacht de veranderingen van de J- of K-input wordt uitgesteld tot het kloksignaal ontvangen wordt.

PROJECT 189 : C-MOS D FLIP FLOP II

We're now going to experiment with a D flip-flop circuit to find out how it works. The D flip-flop is performed by the section surrounded by a dotted line in the schematic. Note it has two input terminals (D terminal and CLK terminal) and two output terminals (Q and \bar{Q}).

Figure 1 shows you that if you turn D terminal to 1 by pressing **S1** and send a clock pulse to CLK terminal by pressing **S2**, the 1 and 0 levels are inverted at the output terminals Q and \bar{Q} , and Q becomes 1. The output level doesn't change even if you apply 0 to D terminal or the CLK terminal. This means that the pulse sent to the CLK terminal is "remembered" by Q. If you press **S2** and send another pulse to CLK terminal, Q and \bar{Q} are inverted again, and this is also "remembered".

Assemble the project and turn power ON, and you'll see that either **LED 6** or **LED 7** lights up. If **LED 7** lights up, press **S1**, and this results in **LED 6** lighting up and **LED 7** going out. If **LED 6** lights up, press **S2** while pressing **S1**, and you'll notice **LED 7** light up and **LED 6** go out. Now press **S2** again and see what happens this time. **LED 6** lights up and **LED 7** goes out.

Repeat this experiment while looking at Figure 1 so you can obtain a good understanding of the D flip-flop function.

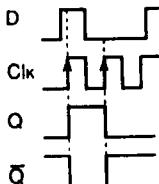


Figure 1

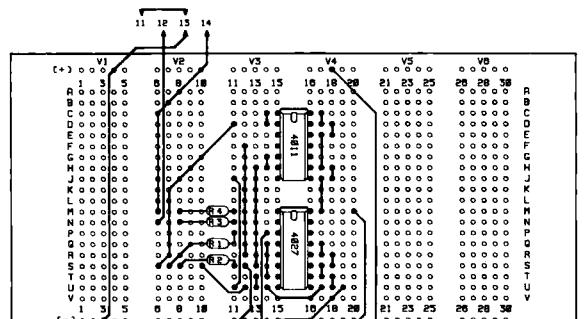
PROJECT 190 : R-S-T FLIP FLOP

The R-S-T flip-flop circuit we're going to explore in this project can reverse any seesaw-like action applied to it, and keep that reversed state.

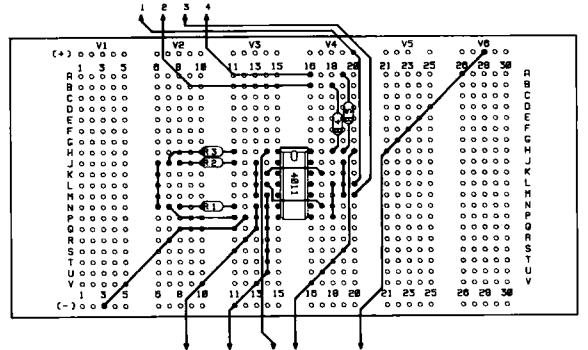
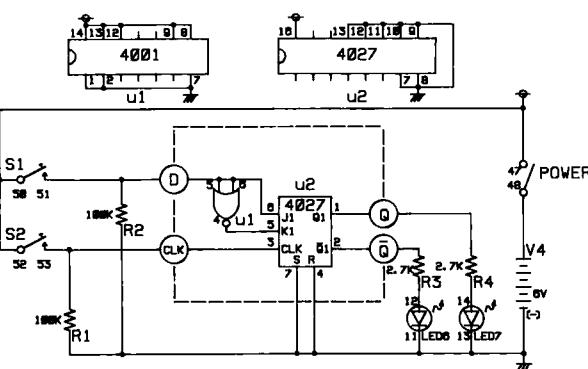
The schematic diagram shows that this circuit has three inputs (Set, Reset and Trigger) and two outputs (Q and \bar{Q}). The diagram indicates the relationship between these inputs and outputs.

Now, let's see how it works. Turn power ON and press **S1** and **S2**. **LED 1** lights up and **LED 2** goes out. When you press **S2** and **S3**, **LED 1** goes out and **LED 2** lights up, and here you'll notice something.... yes, the circuit maintains this state.

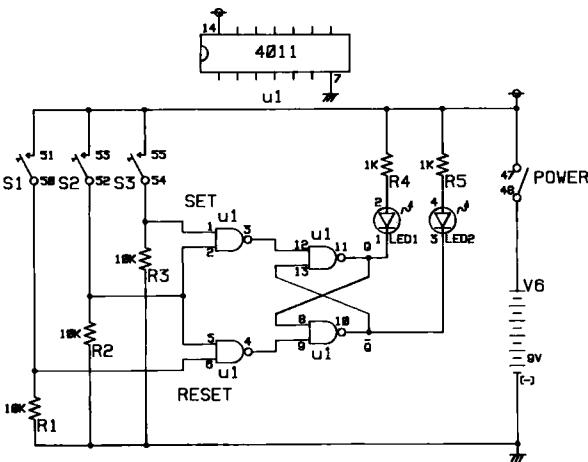
This means that the flip-flop can "remember" things. So, it's used in many different electronic devices such as memories, counters and so on.



R1 100kΩ R3 2.7kΩ
R2 100kΩ R4 2.7kΩ



R1 10kΩ R4 1kΩ
R2 10kΩ R5 1kΩ
R3 10kΩ



MONTAGE 189 : BASCULE D C-MOS II

Nous allons à présent réaliser un circuit à bascule D qui vous permettra de comprendre son fonctionnement. La bascule D est constituée de la zone entourée d'un trait pointillé sur le diagramme schématique. Vous remarquez qu'elle possède deux bornes d'entrée (la borne D et la borne CLK) ainsi que deux bornes de sortie (Q et \bar{Q}).

D'après la Figure 1, quand vous enfoncez **S1** pour octroyer la valeur 1 à la borne D et quand vous enfoncez **S2** pour envoyer une impulsion d'horloge à la borne CLK, les valeurs 1 et 0 sont inversées au niveau des bornes de sortie Q et \bar{Q} , Q prenant la valeur 1. Le niveau de sortie demeure identique, même si la borne D ou CLK prend la valeur 0. Autrement dit, l'impulsion envoyée à la borne CLK est "mémorisée" par Q. Si vous enfoncez **S2** pour envoyer une autre impulsion à la borne CLK, Q et \bar{Q} sont à nouveau inversées, tandis que cette inversion est également "mémorisée".

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que la diode **LED 6** ou **7** s'allume. Si la diode **LED 7** s'allume, enfoncez **S1** de façon à éclairer la diode **LED 6** et éteindre la diode **LED 7**. Par contre, si la diode **LED 6** est allumée, enfoncez **S2** tout en maintenant **S1** enfoncé. Cette fois, la diode **LED 7** s'éclaire et la diode **LED 6** s'éteint. A présent, enfoncez à nouveau **S2** et voyez ce qu'il se passe. La diode **LED 6** s'allume et la diode **LED 7** s'éteint.

Recommencez cette expérience en examinant la Figure 1 afin de comprendre le fonctionnement de la bascule D.

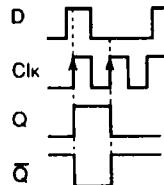


Figure 1

MONTAGE 190 : BASCULE RST

La bascule RST que nous allons réaliser dans ce montage peut inverser n'importe quelle action de type dents de scie qui lui est appliquée et la maintenir dans cet état.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que ce circuit possède trois entrées (mise à 1, remise à 0 et déclenchement) ainsi que deux sorties (Q et \bar{Q}). Le diagramme indique la relation entre ces entrées et ces sorties.

Exammons à présent le fonctionnement de ce circuit. Mettez le circuit sous tension, puis enfoncez **S1** et **S2**. La diode **LED 1** s'allume tandis que la diode **LED 2** s'éteint. Quand vous enfoncez **S2** et **S3**, la diode **LED 1** s'éteint tandis que la diode **LED 2** s'allume, et vous constatez que oui, le circuit demeure dans cet état.

Autrement dit, la bascule peut "mémoriser" certaines choses. C'est pourquoi elle est utilisée dans de nombreux appareils électroniques tels que les mémoires et les compteurs, par exemple.

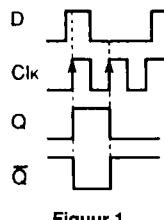
PROJECT 189: C-MOS D FLIP-FLOP II

Nu gaan we experimenteren met een D flip-flop circuit om te achterhalen hoe het werkt. Het D flip-flop gedeelte is op het schema aangebaken met een stippe lijn. Merk op dat het twee ingangen heeft (D en CLK) en twee uitgangen (Q en \bar{Q}).

Figuur 1 toont het volgende: als je de D-ingang op 1 zet door op **S1** te drukken en je stuurt een kloksgaalf naar de CLK-ingang door op **S2** te drukken, dan worden bij de uitgangen Q en \bar{Q} de niveaus 0 en 1 omgedraaid en wordt Q 1. Het uitgangsniveau verandert zelfs niet als je op de ingang D of CLK 0 aanlegt. Dit betekent dat Q de naar CLK gezonden impuls "onthoudt". Als je op **S2** drukt en een andere impuls stuurt naar de CLK-ingang, dan worden Q en \bar{Q} nogmaals omgekeerd en wordt ook dit "onthouden".

Stel het project samen en schakel de stroom in: je ziet dat **LED 6** of **LED 7** gaat branden. Als **LED 7** brandt, druk dan op **S1** en daarop gaat **LED 6** branden en dooft **LED 7**. Brandt **LED 6**, druk dan op **S2** terwijl je op **S1** drukt, en je ziet dat **LED 7** gaat branden en **LED 6** dooft. Druk nu nogmaals op **S2** en kijk wat er deze keer gebeurt. **LED 6** gaat branden en **LED 7** dooft.

Herhaal dit experiment terwijl je figuur 1 bekijkt, zodat je de werking van de D flip-flop goed begrijpt.



Figuur 1

PROJECT 190: R-S-T FLIP FLOP

Het R-S-T flip-flop circuit dat we nu gaan onderzoeken kan elke verschillende werking die erop wordt aangelegd omkeren en die omgekeerde toestand aanhouden.

Het schema toont aan dat dit circuit drie ingangen heeft (S van "set" (instellen), R van "reset" (terugstellen) en T van "trigger") en twee uitgangen (Q en \bar{Q}). Je ziet ook de onderlinge relatie tussen deze in- en uitgangen.

Laten we nu kijken hoe dit werkt. Schakel de stroom in en druk op **S1** en **S2**. **LED 1** brandt en **LED 2** dooft. Wanneer je op **S2** en **S3** drukt, dooft **LED 1** en brandt **LED 2**, en hier zul je wat opmerken... inderdaad: het circuit houdt deze toestand aan.

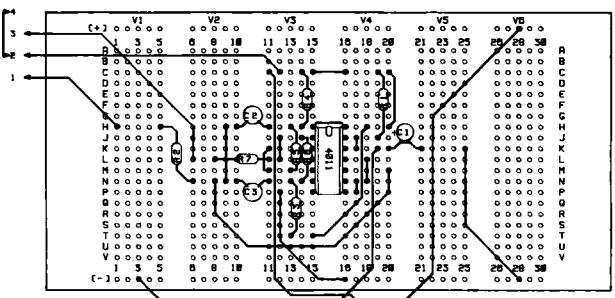
Dit betekent dat de flip-flop dingen kan "onthouden". Hij wordt dan ook gebruikt in heel wat verschillende elektronische spullen zoals geheugens, tellers enz.

PROJECT 191 : TYPE FLIP FLOP

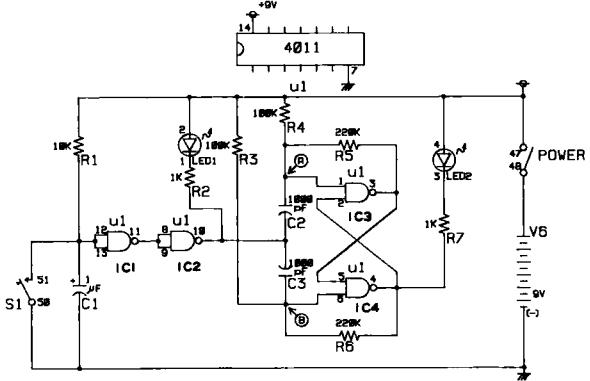
We're going to experiment with a T flip-flop. It has one input terminal and two output terminals. What do you suppose T stands for? You've already met... it's a "toggle" flip-flop.

When you finish the wiring for the project, turn power ON, tap **S1** a few times and see what happens to **LED 2**. It blinks ON and OFF each time you tap **S1**. When you press **S1** once, a pulse is input and the toggle flip-flop changes its state. When you press it again, another pulse is input and this causes the flip-flop to return to the former state.

The two output terminals of this circuit are pin 3 or IC3 and pin 4 of IC4. We are using only pin 4 of IC4 in this experiment, but note that these terminals have an inverse relationship with one other. When one of them is ON, the other is OFF, and vice versa.



R1 10kΩ R5 220kΩ C1 1μF
R2 1kΩ R6 220kΩ C2 1000pF
R3 100kΩ R7 1kΩ C3 1000pF
R4 100kΩ



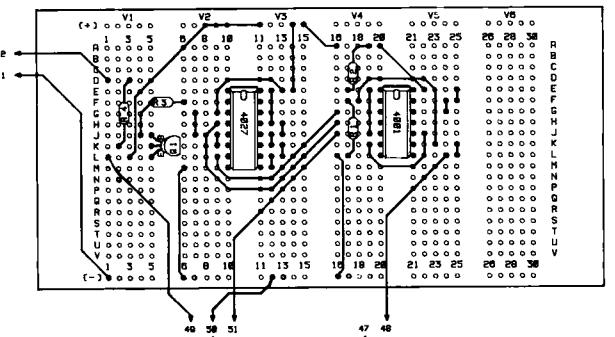
PROJECT 192 : CMOS LATCH

This is another circuit you can see how it works by its name - so take a guess before building this project and finding out for sure.

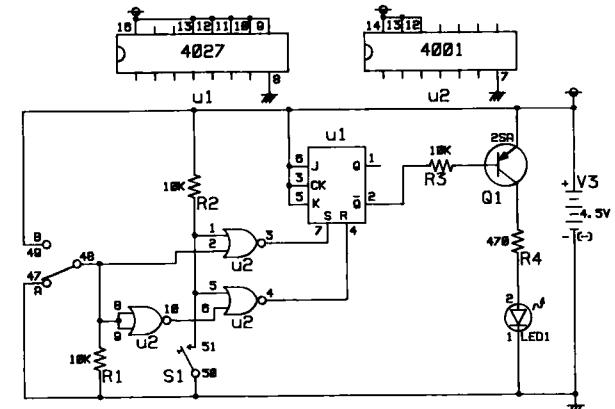
When you build this project, set the **select switch** up. Then, press **S1**. You'll see **LED 1** light up. Now set **select switch** down. What does **LED 1** do?

Now with the **select switch** down, press **S1** again. You'll see that **LED 1** goes out. Move the **select switch** up and back again. Is there any change in **LED 1**?

You can easily see where the latch circuit gets its name. The circuit can "latch" in a certain condition and keep the same output regardless of changes in the input. We can use latch circuits to control the operations of electronic devices since it maintains a certain output until we send a signal to cause a change - we don't have to keep sending an input signal to the latch circuit continuously. This means just a touch can activate a latch circuit... just as you saw in this project.



Q1 2SA R1 10kΩ R3 10kΩ
R2 10kΩ R4 470Ω



Q1 2SA R1 10kΩ R3 10kΩ
R2 10kΩ R4 470Ω

MONTAGE 191 : BASCULE T

Nous allons à présent étudier la bascule T. Elle possède une borne d'entrée et deux bornes de sortie. À votre avis, quelle est la signification de la lettre "T"? ... vous l'avez déjà rencontrée, il s'agit de la bascule à levier.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension. Tapotez sur **S1** à plusieurs reprises et examinez la diode **LED 2**. Elle s'allume et s'éteint chaque fois que vous tapotez sur **S1**. Quand vous appuyez une fois sur **S1**, vous produisez une impulsion qui modifie l'état de la bascule. Quand vous appuyez à nouveau sur ce manipulateur, vous produisez une autre impulsion qui rétablit l'état initial de la bascule.

Les deux bornes de sortie de ce circuit sont constituées de la broche 3 du CI 3 et de la broche 4 du CI 4. Bien que dans ce montage nous n'utilisions que la broche 4 du CI 4, vous constatez que ces bornes possèdent une relation opposée. Quand l'une est ouverte, l'autre est fermée et vice versa.

PROJECT 191: FLIP-FLOP VAN HET T-TYPE

We gaan experimenteren met een T flip-flop. Hij heeft één ingang en twee uitgangen. En de T staat deze keer niet voor "trigger", maar voor het "tuimelen" dat we reeds ontmoet hebben.

Zodra de bedrading voor dit project klaar is, schakel je de stroom in. Tik een paar keer op **S1** en kijk wat er met **LED 2** gebeurt. Hij knippert aan en uit telkens wanneer je op **S1** tikt. Wanneer je één keer op **S1** drukt, wordt een impuls toegevoerd en verandert de tuimel-flip-flop van toestand. Druk je nogmaals, dan wordt een nieuwe impuls toegevoerd en keert de flip-flop terug naar zijn vorige toestand.

De twee uitgangen van dit circuit zijn pin 3 van IC3 en pin 4 van IC4. We gebruiken in dit experiment alleen pin 4 van IC4, maar merk op dat deze uitgangen ten opzichte van elkaar een omgekeerde relatie hebben: wanneer de ene "aan" is, is de andere "uit" en omgekeerd.

MONTAGE 192 : VERROUILLAGE C-MOS

Il s'agit encore une fois d'un circuit dont le nom vous renseigne sur son fonctionnement - essayez donc de le deviner avant de réaliser ce montage.

Pendant le câblage de ce montage, placez le **sélecteur** sur la position levée. Ensuite, enfoncez **S1**. La diode **LED 1** s'allume. A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée. Que fait la diode **LED 1**?

Tout en maintenant le **sélecteur** sur la position abaissée, enfoncez à nouveau **S1**. Vous constatez que la diode **LED 1** s'éteint. Placez le **sélecteur** sur la position levée, puis ramenez-le en position abaissée. La diode **LED 1** change-t-elle?

Vous comprenez facilement l'origine du nom du circuit de verrouillage. En effet, celui-ci peut se "verrouiller" dans certaines conditions et conserver la même sortie, quelle que soit la modification de l'entrée. Les circuits de verrouillage peuvent être utilisés pour commander le fonctionnement de certains appareils électroniques puisqu'ils maintiennent une sortie déterminée jusqu'à ce qu'elle soit modifiée par l'envoi d'un signal - il n'est pas nécessaire d'envoyer en permanence un signal d'entrée au circuit de verrouillage. Ce dernier peut-être activé par un simple effleurement, comme vous venez de le voir dans ce montage.

PROJECT 192: C-MOS GRENDEL CIRCUIT

Hier nog een circuit waarvan je de werking kunt afleiden uit zijn naam. Dus eerst even raden voor je het project opbouwt en de waarheid achterhaalt.

Bij het opbouwen zet je de **keuzeschakelaar** omhoog. Druk dan op **S1**. Je ziet dat **LED 1** gaat branden. Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden. Wat doet **LED 1**?

Met de **keuzeschakelaar** nog steeds beneden druk je nogmaals op **S1**. **LED 1** dooft. Schuif de **keuzeschakelaar** omhoog en terug naar beneden. Verandert er iets aan **LED 1**?

Je ziet dus waar het grendelcircuit z'n naam vandaan heeft. Het circuit "vergrendelt" zichzelf in een bepaalde toestand en houdt dezelfde output aan, ook al verandert de input. We kunnen grendelcircuits gebruiken om de werking van elektronische toestellen te regelen, aangezien ze een bepaalde output aanhouden tot we een signaal tot verandering sturen: we hoeven dus niet voortdurend inputsignalen te sturen naar het circuit. Eén enkele druk op een knop kan een grendelcircuit activeren... net als je bij dit project gezien hebt.

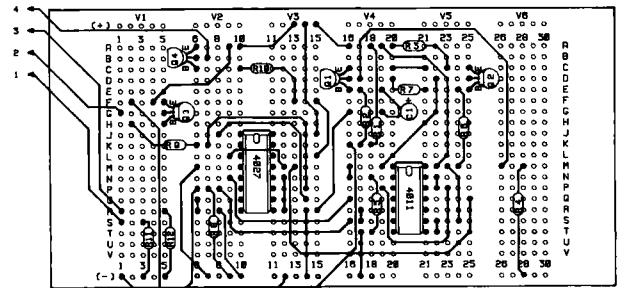
PROJECT 193 : SHIFT REGISTER

What's a shift register? If you've used an electronic calculator, you have already seen one in action. This project is a simple shift register that lets you discover how the circuit works.

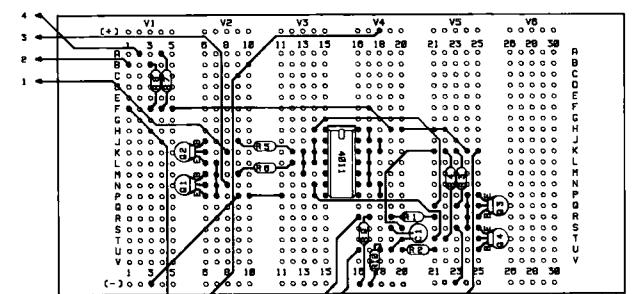
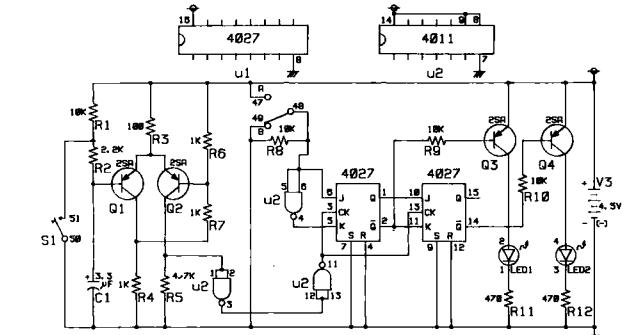
There's a lot of connections to be made in wiring this project, so take your time and double-check your work as you go along. Set the **select switch** down and connect the pin 16 of IC 4027 to positive side of batteries. Now press **S1** several times, you'll see that both **LED 1** and **LED 2** are off. Now move the select switch up and press **S1** once. **LED 1** lights. Now press **S1** and again and **LED 2** lights as well. Both stay lit no matter how many more times you press **S1**.

Now set the **select switch** down and press **S1** once. What happens? Press **S1** again. Is there any change? Keep pressing **S1** a few more times and see if anything else happens.

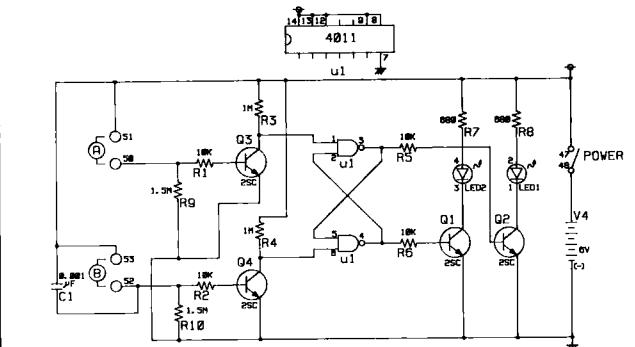
A shift register is a circuit used to store information by shifting it from one flip-flop to another. You saw this shift takes place as you press **S1** and the **LEDs** lit or went off. In calculators, a more complex version of this circuit causes the number "10" to appear on the calculator display when you add 1 to 9.



Q1 2SA R1 10kΩ R5 4.7kΩ R9 10kΩ C1 3.3μF
Q2 2SA R2 2.2kΩ R6 1kΩ R10 10kΩ
Q3 2SA R3 100Ω R7 1kΩ R11 470Ω
Q4 2SA R4 1kΩ R8 10kΩ R12 470Ω



Q1 2SC R1 10kΩ R5 10kΩ R9 1.5MΩ
Q2 2SC R2 10kΩ R6 10kΩ R10 1.5MΩ
Q3 2SC R3 1MΩ R7 680Ω C1 0.001μF
Q4 2SC R4 1MΩ R8 680Ω



PROJECT 194 : TOUCH SWITCH USING NAND GATE

This switch changes the status by a single touch and keeps the status even after you stop pressing. As you might suspect, we use flip-flop to keep the status.

This flip-flop is made up of two NAND gates and works as an R-S flip-flop circuit. When a pulse signal is input, it can "remember" it. Because of this "memorizing" function, flip-flop circuits are used in many computer memories.

When you finish wiring up the circuit, turn power ON, and touch terminals **50** and **51** with your finger. **LED 1** lights up. Now remove your finger from the two terminals, and you'll notice **LED 1** stays ON. Now touch terminals **52** and **53** and see what happens. This time **LED 1** goes out and **LED 2** lights up. Do you see **LED 2** still ON?

MONTAGE 193 : REGISTRE A DECALAGE

De quoi s'agit-il? Si vous avez déjà utilisé une calculatrice électronique, vous avez vu fonctionner un registre à décalage. Ce montage est un registre élémentaire qui vous permettra de comprendre son fonctionnement.

Comme ce montage comprend de nombreux raccordements, prenez votre temps et vérifiez votre travail deux fois plutôt qu'une. Placez le **sélecteur** sur la position abaissée, puis raccordez la broche 16 du CI 4027 au pôle positif des piles. A présent, enfoncez **S1** à plusieurs reprises. Vous constatez que les diodes **LED 1** et **2** sont éteintes. Ensuite, placez le sélecteur sur la position levée, puis appuyez une fois sur **S1**. La diode **LED 1** s'allume. Maintenant, enfoncez à nouveau **S1**; la diode **LED 2** s'allume à son tour. Les deux diodes **LED** demeurent alors allumées, quel que soit le nombre de fois que vous enfoncez **S1**.

A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée et enfoncez une fois **S1**. Que se passe-t-il? Appuyez à nouveau sur **S1**. Voyez-vous un changement? Continuez d'enfoncer **S1** à plusieurs reprises et voyez ce qu'il se passe.

Le registre à décalage est utilisé pour mémoriser des informations en le faisant passer d'une bascule à l'autre. Ce décalage s'opère lorsque vous enfoncez **S1** et que les diodes **LED** s'allument ou s'éteignent. Dans les calculatrices, une version plus sophistiquée de ce circuit permet de faire apparaître le chiffre "10" sur l'affichage lorsque vous ajoutez 1 à 9.

PROJECT 193: SCHUIFREGISTER

Wat een schuifregister is? Als je ooit met elektronische rekenmachientjes gerekend hebt, heb je zo'n register al aan het werk gezien. In dit project laten we met een eenvoudig schuifregister de werking van het circuit zien.

Er moeten heel wat draadverbindingen worden aangelegd: neem er de tijd voor en controleer grondig terwijl je voortdoet. Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden en sluit pin 16 van IC 4027 aan op de positieve pool van de batterijen. Druk nu meermalen op **S1**, je zult zien dat zowel **LED 1** als **LED 2** gedoofd zijn. Zet nu de keuzeschakelaar omhoog en druk één keer op **S1**. **LED 1** gaat branden. Druk nogmaals op **S1** en ook **LED 2** gaat branden. Beide blijven branden, hoe vaak je nadien ook nog op **S1** drukt.

Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk één keer op **S1**. Wat gebeurt er? Druk nogmaals op **S1**. Verandert er wat? Blijf nog een paar keer op **S1** drukken en kijk of er iets anders gebeurt.

Een schuifregister is een circuit dat gebruikt wordt om informatie op te slaan door ze van de ene flip-flop naar de andere te verschuiven. Die verschuiving heb je gezien telkens wanneer je op **S1** drukte en de **LED's** gingen branden of doofden. Bij rekenmachientjes zorgt een complexere versie van dit circuit ervoor dat op het schermpje een "10" verschijnt wanneer je 1 bij 9 telt.

MONTAGE 194 : TOUCHE A EFFLEUREMENT UTILISANT UNE PORTE NON-ET

Sur simple effleurement, la touche modifie son état et le conserve même après avoir été relâchée. Comme vous le supposez, ce circuit utilise une bascule pour conserver l'état.

La bascule est constituée de deux portes NON-ET qui fonctionnent comme un circuit à bascule bistable. Dès que vous introduisez un signal d'entrée, elle le "mémorise". Cette fonction de "mémorisation" permet d'utiliser les circuits à bascule dans les mémoires de la plupart des ordinateurs.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension, puis touchez du doigt les bornes **50** et **51**. La diode **LED 1** s'allume. A présent, retirez le doigt des deux bornes. Vous constatez que la diode **LED 1** demeure allumée. Ensuite, touchez les bornes **52** et **53** et voyez ce qu'il se passe. Cette fois, la diode **LED 1** s'éteint tandis que la diode **LED 2** s'allume. La diode **LED 2** demeure-t-elle allumée?

PROJECT 194: DRUKSCHAKELAAR MET NAND POORT

Deze schakelaar wijzigt de toestand door één enkele druk en houdt die toestand aan, zelfs als je niet meer blijft drukken. Zoals je misschien vermoedt, gebruiken we de flip-flop om de toestand aan te houden.

Deze flip-flop bestaat uit twee NAND poorten en werkt als een R-S flip-flop circuit. Wanneer een impulsgebaar wordt toegevoerd, kan het dat "onthouden". Dank zij die "geheugen"-functie worden flip-flop circuits gebruikt in heel wat computergeheugens.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en raak je contactpunt **50** en **51** met je vinger aan. **LED 1** gaat branden. Haal nu je vinger van beide contactpunten en je stelt vast dat **LED 1** blijft branden. Raak nu contactpunt **52** en **53** aan en zie wat er gebeurt. Deze keer dooft **LED 1** en gaat **LED 2** branden. Zie je **LED 2** nog steeds branden?

PROJECT 195 : HALF ADDER

A half adder is a device used for the binary digit addition. The binary digit is called a "bit." The circuit for this experiment is for arithmetic operation of binary numbers, but it's incomplete because it has no circuit for carrying from the lower order. That's why it's called a "half" adder.

When you finish the wiring for the project, turn power ON. When **S1** and **S2** are OFF, neither **LED 6** nor **LED 7** lights up. When you press **S1** and leave **S2** released, only **LED 6** lights up. Now press both **S1** and **S2**, and you'll see **LED 6** go out and **LED 7** light up.

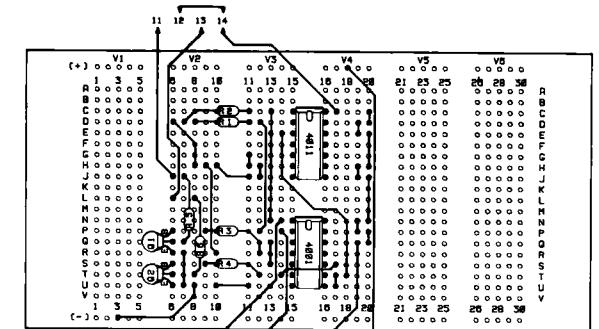
Take a good look at Figure 1 to obtain a better understanding of this circuit. Remember, $1 + 1$ is 10 in binary system.

A	B	Σ	Cout
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

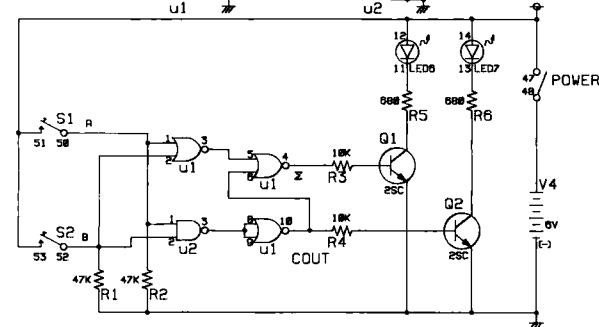
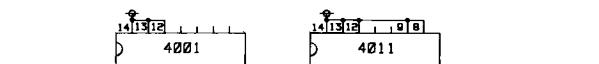
LED ON : 1

LED OFF: 0

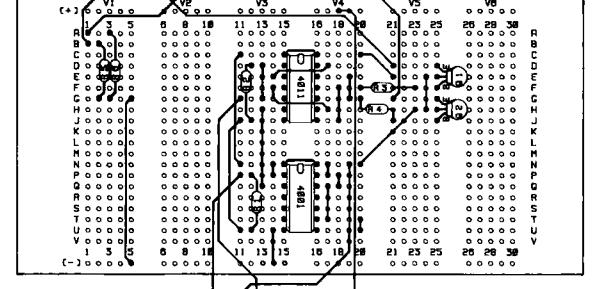
Figure 1



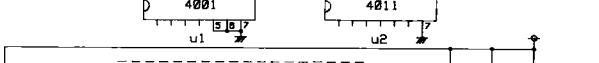
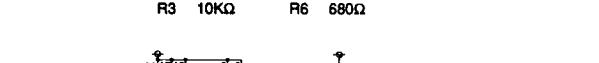
Q1 2SC R1 47kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 47kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω

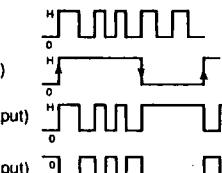
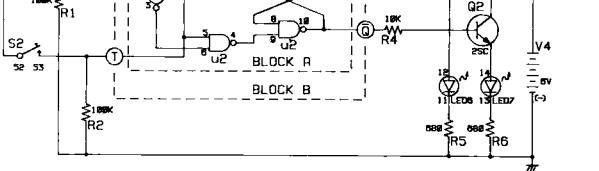


Figure 1

MONTAGE 195 : DEMI-ADDITIONNEUR

Le demi-additionneur est un dispositif utilisé pour l'addition de chiffres binaires. Le chiffre binaire porte le nom de "bit". Le circuit de ce montage permet d'effectuer une opération arithmétique sur les nombres binaires. Ce circuit est toutefois incomplet car il ne possède pas de circuit de retenue de l'ordre inférieur. Ce qui explique l'origine du terme "demi-additionneur".

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension. Quand **S1** et **S2** sont relâchés, les diodes **LED 6** et **7** demeurent éteintes. Quand vous enfoncez **S1** en maintenant **S2** en position relâchée, seule la diode **LED 6** s'allume. A présent, enfoncez simultanément **S1** et **S2**. Vous constatez que la diode **LED 6** s'éteint tandis que la diode **LED 7** s'allume.

Examinez attentivement la Figure 1 afin de mieux comprendre le fonctionnement de ce circuit. Rappelez-vous, dans le système binaire, $1 + 1$ est égal à 10.

A	B	Σ	Comptage
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

Figure 1

Diode LED allumée: 1
Diode LED éteinte: 0

PROJECT 195: HALVE TELLER

Een halve teller wordt gebruikt voor optelling van binaire cijfers. Een binair cijfer wordt "bit" genoemd. Het circuit voor dit experiment dient voor rekenkundige bewerking van binaire getallen, maar het is onvolledig omdat het geen circuit heeft om over te brengen vanuit de lagere orde. Daarom noemen we het een "halve" teller.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Wanneer **S1** en **S2** "uit" staan, brandt **LED 6** noch **LED 7**. Druk je op **S1** en niet op **S2**, dan brandt alleen **LED 6**. Druk je op **S1** en **S2** samen, dan zie je **LED 6** doven en **LED 7** oplichten.

Bekijk figuur 1 heel goed om nog meer inzicht te krijgen in dit circuit. Denk eraan: in het binaire stelsel is $1 + 1 = 10$.

A	B	Σ	Telling
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

Figuur 1

LED AAN: 1
LED UIT: 0

PROJECT 196: D-LATCH

PROJECT 196 : D-LATCH

Let's experiment with a D flip-flop circuit with a latch function. The latch is a kind of memory function, so this circuit can store data produced at a certain moment. Just in case you forgot, D flip-flop stands for "delay flip-flop."

As you'll see from block B of the schematic, this D flip-flop circuit is made up of D (data terminal), T (clock terminal), and two output terminals Q and \bar{Q} . It works by the ON/OFF operation of **S1** and **S2** as shown in Figure 1.

In this project, the output level is 1 when the **LED** is ON and 0 when it is OFF. When you finish wiring the circuit, turn power ON, and you'll notice **LED 6** or **LED 7** light up.

) Turn **S1** ON and OFF with **S2** released, and the **LED** stays ON.

) Turn **S1** ON and OFF while pressing **S2**, and **LED 6** and **LED 7** take turns blinking.

) Now, release **S2** after **LED 6** is lit, then turn **S1** ON and OFF, and you'll see **LED 6** stay ON.

) Now press **S2**, and **LED 6** goes out and **LED 7** lights up.

Where in the above operation do you think data is stored? It's stored when you come to step c). The circuit doesn't accept the signal from **S1** once it stores data at this step. Try to figure out why it works this way by checking its function with Figure 1.

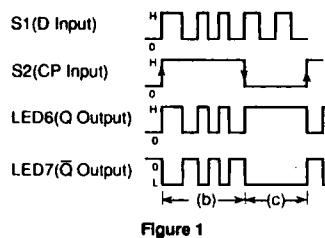
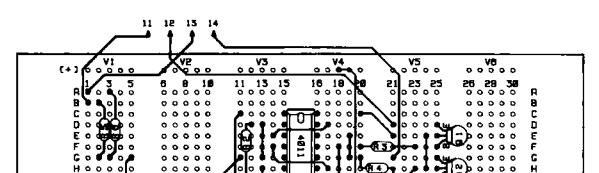
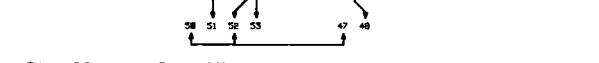
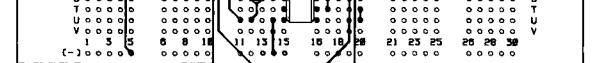


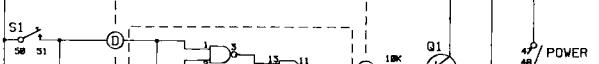
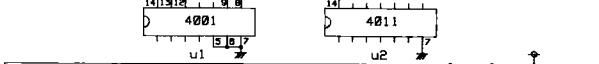
Figure 1



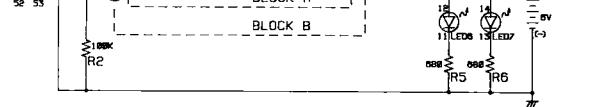
Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



Q1 2SC R1 100kΩ R4 10kΩ
Q2 2SC R2 100kΩ R5 680Ω
R3 10kΩ R6 680Ω



S1 (entrée D)

S2 (entrée CP)

Diode LED 6 (sortie Q)

Diode LED 7 (sortie \bar{Q})

Figure 1

S1 (D Input)

S2 (CP Input)

LED 6 (Q Output)

LED 7 (\bar{Q} Output)

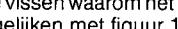
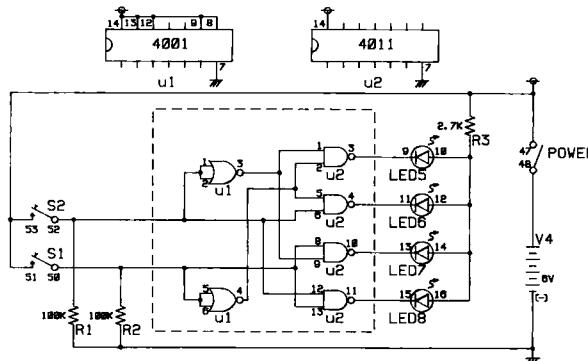
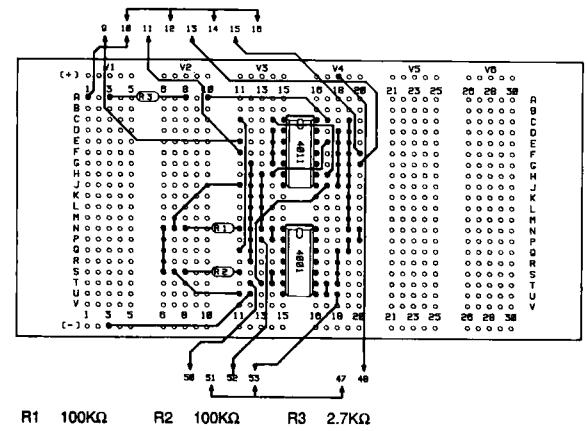


Figure 1

PROJECT 197 : 2-LINE TO 4-LINE DECODER

Here's a circuit that has two terminals with four different combinations of 1 and 0 levels ($2 \times 2 = 4$). The 2-line to 4-line decoder we're going to experiment with here can output according to each of these four input levels. With this decoder, we can find out the kind of input applied simply by watching the **LEDs**.

Wire the project, turn power ON, and see how this decoder works when you press and release **S1** and **S2**. You'll notice that **LED 5** lights up when **S1** and **S2** are both OFF. Press **S2**, and **LED 6** lights up. Now press **S1**, and **LED 7** lights up. When you press both **S1** and **S2**, **LED 8** lights up. Did you notice that only one **LED** lighted whichever switch you pressed? If you didn't, press **S1** and **S2** while watching the **LEDs** closely, and you'll see that it's true.



PROJECT 198 : MULTIPLIER

Here's a multiplier that can multiply of two numbers.

You'll see from the schematic that the two numbers that can be multiplied by this circuit are input by **S1 - S4** - one of them by **S1** and **S2** and the other by **S3** and **S4**. This means that each number is expressed by two bits, so the input numbers are limited to 0 - 3.

Figure 1 shows the input number combinations and the results of multiplication. Output is expressed by 4-bit binary numbers produced by **C0-C3** and displayed by **LED 4 - LED 7**.

When you finish assembling, turn power ON and see how this multiplier works. Remember that 1 is indicated when any of **S1 - S4** is ON and 0 when OFF.

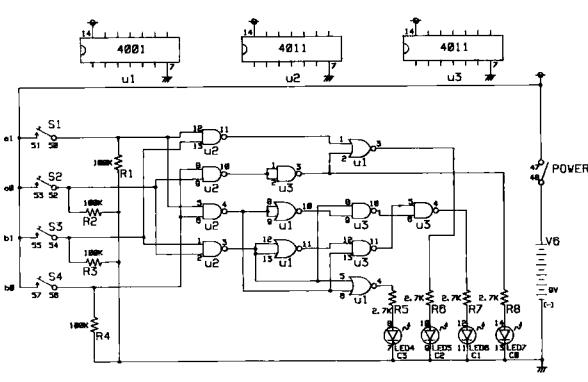
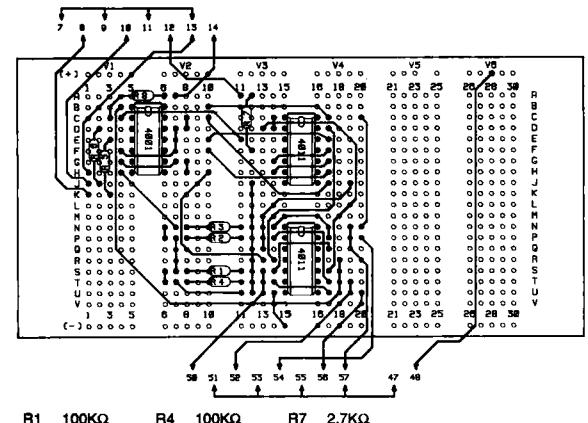
An example of multiplication: When you input 1 (a1 = 0, a0 = 1) to A and 3 (b1 = 1, b0 = 0) to B, only **LED 6** and **LED 7** light up. Check this ON-OFF combination in Figure 1 and you'll find out that it means 3 which is the right answer.

See how this multiplier circuit functions? Now input a1 = 0, a0 = 1, b1 = 1 and b0 = 0, and write down the answer in the blank columns in Figure 1.

A		B		C			
Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary
a1	a0	b1	b0	c0	c1	c2	c3
0	0 0	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	1	0 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	2	1 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	3	1 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	1	0 1	1	0 0 0 1	0	0 0 0 1
1	0 1	2	1 0	2	0 0 1 0	0	0 0 1 0
1	0 1	3	1 1	3	0 0 1 1	0	0 0 1 1

LED ON : 1 or H
LED OFF : 0 or L

Figure 1



MONTAGE 197 : DECODEUR 2 LIGNES A 4 LIGNES

Voici un circuit qui possède deux bornes constituées de quatre combinaisons différentes de niveaux 0 et 1 ($2 \times 2 = 4$). Le décodeur 2 lignes à 4 lignes que nous allons réaliser dans ce montage peut produire une sortie en fonction de chacun des quatre niveaux d'entrée. Dans ce décodeur, il suffit d'examiner les diodes **LED** pour connaître le type d'entrée appliquée au circuit.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension puis voyez comment fonctionne ce décodeur quand vous enfoncez et relâchez **S1** et **S2**. Vous constatez que la diode **LED 5** s'allume quand **S1** et **S2** sont tous deux relâchés. Appuyez sur **S2**. La diode **LED 6** s'allume. À présent, enfoncez **S1**. La diode **LED 7** s'allume. Quand vous appuyez à la fois sur **S1** et **S2**, la diode **LED 8** s'allume. Avez-vous remarqué qu'une seule diode **LED** s'allume, quel que soit le manipulateur que vous enfoncez? Si ce n'est pas le cas, appuyez sur **S1** et **S2** en examinant attentivement les diodes **LED**.

PROJECT 197: ELEMENTAIR DECODEERCIRCUIT

Hier heb je een circuit met twee contactpunten en vier mogelijke combinaties van 1 en 0 ($2 \times 2 = 4$). Het eenvoudige decodeercircuit geeft een verschillende output naar gelang de input één van deze vier combinaties is. Door gewoon naar de **LED's** te kijken kunnen we afleiden met wat voor input we te maken hebben.

Bedraad het project, schakel de stroom in en kijk hoe dit decodeercircuit werkt wanneer je **S1** en **S2** indrukt of loslaat. Je zult vaststellen dat **LED 5** brandt wanneer zowel **S1** als **S2** niet ingedrukt zijn. Druk op **S2** en **LED 6** brandt. Druk op **S1** en **LED 7** brandt. Druk tegelijk op **S1** en **S2**, en **LED 8** brandt. Heb je opgemerkt dat er telkens maar één **LED** brandt? Nee, doe alles dan nog eens over en hou de **LED's** goed in de gaten.

MONTAGE 198 : MULTIPLICATEUR

Voici un multiplicateur capable de multiplier deux nombres.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que les deux nombres multipliés par ce circuit sont produits par les manipulateurs **S1 à S4**: l'un par **S1** et **S2**, l'autre par **S3** et **S4**. Chaque nombre est exprimé par deux bits et est donc compris entre 0 et 3.

La Figure 1 illustre les combinaisons des chiffres d'entrée ainsi que le résultat de la multiplication. La sortie est exprimée par un nombre binaire à 4 chiffres produit par C0 à C3 et affiché par les diodes **LED 4 à 7**.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment fonctionne ce multiplicateur. Rappelez-vous que le chiffre 1 apparaît quand l'un des manipulateurs **S1 à S4** est enfoncé, et le chiffre 0 quand l'un de ces manipulateurs est relâché.

Voici un exemple de multiplication: quand vous appliquez 1 (a1 = 0 et a0 = 1) à A et 3 (b1 = 1 et b0 = 0) à B, seules les diodes **LED 6** et **7** s'allument. Contrôlez cette combinaison ouverture/fermeture sur la Figure 1 et vous verrez que 3 correspond à la bonne réponse.

Comprenez-vous le fonctionnement de ce circuit multiplicateur? A présent, entrez a1 = 0, a0 = 1, b1 = 1 et b0 = 0 et inscrivez la réponse dans la colonne vierge de la Figure 1.

A		B		C			
Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary
a1	a0	b1	b0	c0	c1	c2	c3
0	0 0	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	1	0 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	2	1 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	3	1 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	1	0 1	1	0 0 0 1	0	0 0 0 1
1	0 1	2	1 0	2	0 0 1 0	0	0 0 1 0
1	0 1	3	1 1	3	0 0 1 1	0	0 0 1 1

Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

Figure 1

PROJECT 198: VERMENIGVULDIGER

Met dit circuit kun je twee getallen vermenigvuldigen.

Je zult uit het schema kunnen afleiden dat de getallen die dit circuit kan vermenigvuldigen, ingevoerd worden door **S1 - S4**: het ene door **S1** en **S2**, het tweede door **S3** en **S4**. Dit betekent dat elk getal wordt voorgesteld door twee bits, zodat de in te voeren getallen beperkt zijn tot 0, 1, 2 en 3.

Op figuur 1 zie je de input-getalcombinaties en de resultaten van de vermenigvuldiging. De output wordt voorgesteld door binaire getallen van 4 bits, geproduceerd door C0-C3 en getoond door **LED 4 - LED 7**.

Wanneer je klaar bent met de opbouw, schakel je de stroom in en kijk je hoe deze vermenigvuldiger werkt. Onthou dat je een 1 hebt telkens wanneer een toets ingedrukt is, een 0 wanneer ze niet ingedrukt is.

Een voorbeeld: Wanneer je 1 (a1 = 0, a0 = 1) toeviert naar A, en 3 (b1 = 1, b0 = 0) naar B, dan branden alleen **LED 6** en **LED 7**. Controleer deze aan/uit combinatie op figuur 1 en je zult zien dat ze "3" betekent, wat het correcte antwoord is.

Zie je hoe dit vermenigvuldigcircuit werkt? Probeer nu a1 = 0, a0 = 1, b1 = 1 en b0 = 0, en noteer de uitkomst in de lege kolommen van figuur 1.

A		B		C			
Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary	Hexa	Binary
a1	a0	b1	b0	c0	c1	c2	c3
0	0 0	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	1	0 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	2	1 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
0	0 0	3	1 1	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	0	0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0
1	0 1	1	0 1	1	0 0 0 1	0	0 0 0 1
1	0 1	2	1 0	2	0 0 1 0	0	0 0 1 0
1	0 1	3	1 1	3	0 0 1 1	0	0 0 1 1

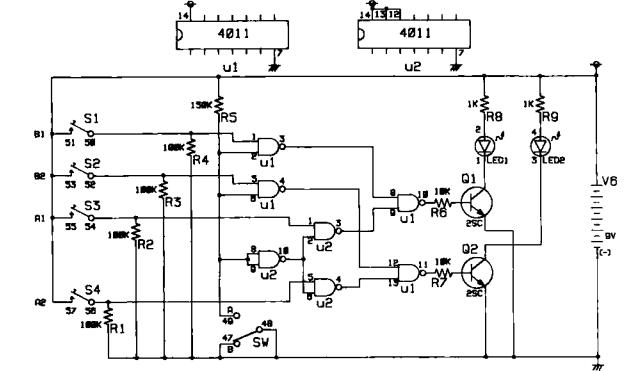
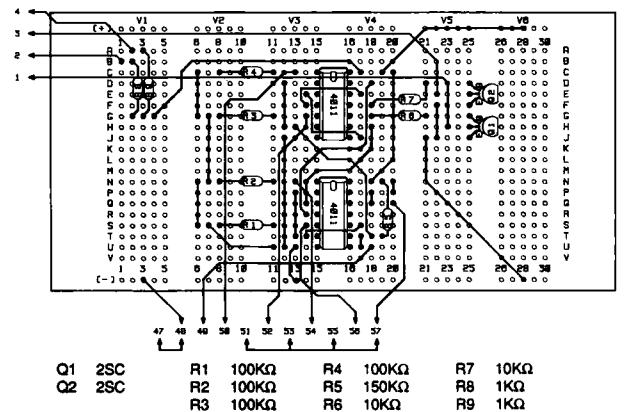
LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

Figuur 1

PROJECT 199 : UAL 2-INPUT MULTIPLEXER

Do you know that a switch that works just like a double pole toggle switch can be made by combining NAND gates? That's what we're going to build right now. Switches of this kind are used widely for digital signal switching.

When you finish assembling the project, set **select switch** up, and press **S1** and **S2** at the same time. This results in **LED1** and **LED2** lighting up. Now set the **select switch** down and press **S3** and **S4** at the same time. **LED1** and **LED2** blink ON and OFF again, but this time they do not light up even if you press **S1** and **S2**. Can you guess what this means? It means that the A1, A2 circuits and the B1, B2 circuits are switched over.

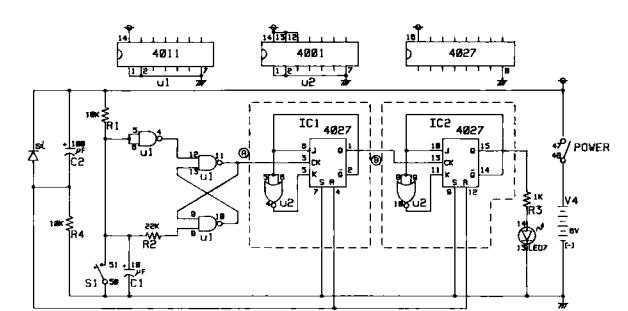
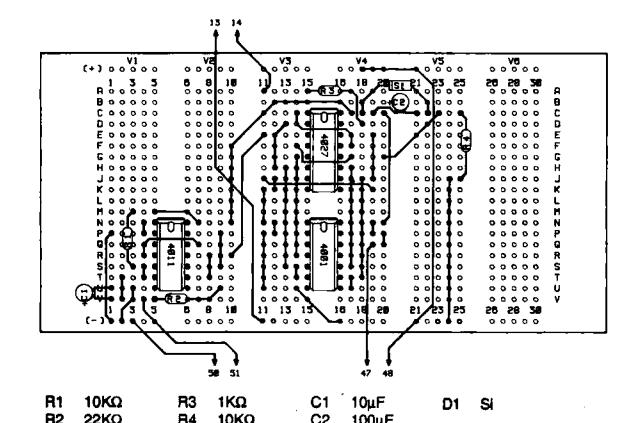


PROJECT 200 : WO-STAGE FREQUENCY DIVIDER

A flip-flop generates one output when it receives two input pulses. In this project, we're going to make use of this flip-flop function to make a frequency divider. We'll use two flip-flop circuits to divide a frequency to one fourth.

Take a look at the schematic for the project. A JK flip-flop IC is combined with a NOR gate circuit to make up the D flip-flop circuit (surrounded by a dotted line). Since we use two D flip-flop circuits each capable of dividing a frequency to its half, we can make a 1/4 frequency division ($1/4 = 1/2 \times 1/2$).

When you finish wiring up, turn power ON and press **S1**. **LED 7** stays off. Press **S1** again, and this time **LED 7** lights up. Press **S1** for a third time. **LED 7** stays lit. Press **S1** for the fourth time, and **LED 7** goes out. This means you need to send four pulses to let the LED do one cycle of operation -- 1/4 frequency division.



MONTAGE 199 : DOUBLE MULTIPLEXEUR A DEUX ENTREES

Saviez-vous qu'il est possible de réaliser un interrupteur fonctionnant comme un interrupteur à levier à double pôle en combinant des portes NON-ET? Nous allons vous le démontrer dans ce montage. Les interrupteurs de ce type sont souvent utilisés pour permuter un signal numérique.

Une fois le câblage de ce montage terminé, placez le **sélecteur** sur la position levée, puis enfoncez simultanément **S1** et **S2**. Les diodes **LED 1** et **2** s'allument. A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée, puis enfoncez simultanément **S3** et **S4**. A nouveau, les diodes **LED 1** et **2** s'allument et s'éteignent. Néanmoins, cette fois elles ne demeurent pas allumées lorsque vous enfoncez **S1** et **S2**. Savez-vous ce que cela signifie? Les circuits A1 et A2 ainsi que les circuits B1 et B2 sont permutés.

PROJECT 199: DUBBELE MULTIPLEXER MET 2 INPUTS

Wist je dat je met een combinatie van NAND poorten een schakelaar kunt maken die functioneert als een tweepolige tuimelschakelaar? Bouw en zie! Dergelijke schakelaars worden heel veel gebruikt voor digitale signaalschakelingen.

Als je klaar bent met bouwen zet je de **keuzeschakelaar** omhoog en druk tegelijk op **S1** en **S2**. Daardoor gaan **LED 1** en **LED 2** branden. Zet nu de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk tegelijk op **S3** en **S4**. **LED 1** en **LED 2** knipperen nogmaals aan en uit, maar deze keer branden ze niet als je op **S1** en **S2** drukt. Kun je raden wat dat betekent? Het betekent dat er werd gewisseld (omgeschaakteld) tussen de circuits A1, A2 en de circuits B1, B2.

PROJECT 200: TWEETRAPS FREQUENTIEDEELER

Een flip-flop veroorzaakt een output wanneer het twee input-impulsen ontvangt. In dit project maken we van die flip-flop functie gebruik om een frequentiedeler te maken. We gebruiken twee flip-flop circuits om een frequentie tot een kwart te delen.

Bekijk het schema voor dit project. Een JK flip-flop IC wordt gecombineerd met een NOR poort circuit om het D flip-flop circuit te maken (afgebakend met een stippelijn). Aangezien we twee D flip-flop circuits gebruiken die elk een frequentie tot de helft kunnen delen, kunnen we delen tot een kwart ($1/4 = 1/2 \times 1/2$).

Wanneer de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en druk je op **S1**. **LED 7** blijft gedooft. Druk nogmaals op **S1**, en nu gaat **LED 7** branden. Druk een derde keer op **S1**. **LED 7** blijft branden. Druk een vierde maal en **LED 7** dooft. Dit betekent dat je vier impulsen moet sturen voor één volledige werkcyclus, één frequentiedeling tot 1/4.

PROJECT 201 : BASIC COUNTER

We've mentioned from time to time in earlier projects that digital circuits can "count." Here's an example project of a very simple counter circuit.

You'll see a NAND multivibrator circuit in the schematic. The output of the multivibrator serves a double purpose here - it turns **LED 2** on and off and also serves as a clock impulse for the flip-flop. Turn power ON. **LED 1** and **LED 2** flash on and off in turn.

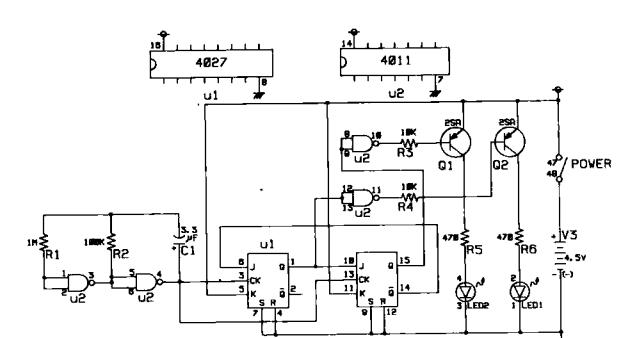
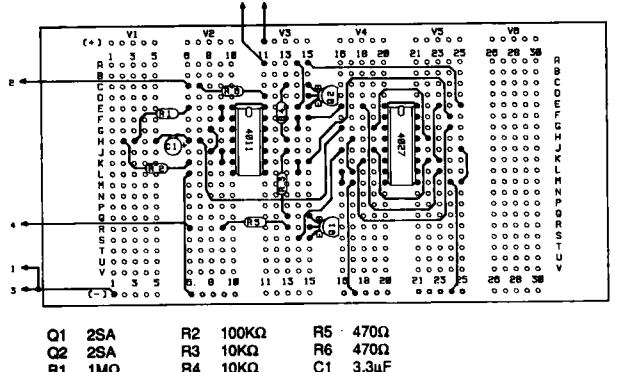
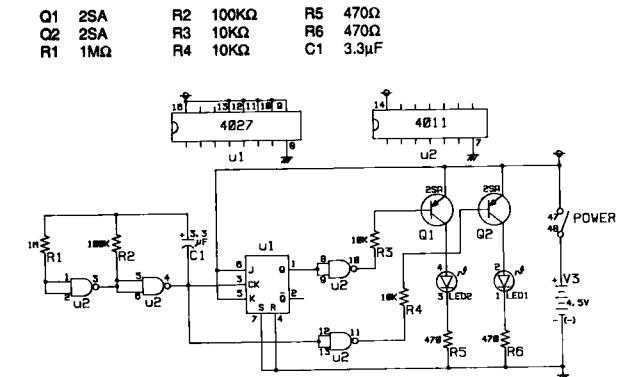
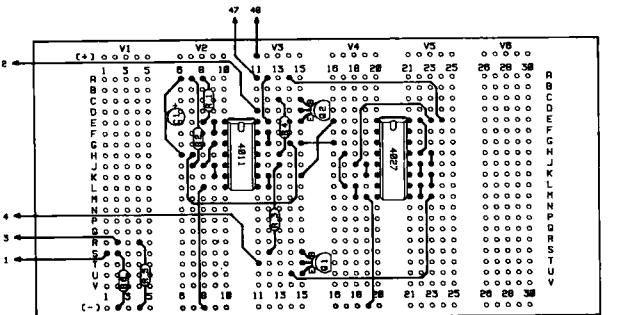
Think about this circuit for a moment: you'll realize that it is actually counting the pulses made by the multivibrator. Of course, since there's only two pulses from the multivibrator, this counter circuit doesn't count very high. Yet the same principle is used for other counter circuits. Can you figure out how to use flip-flops to make counters which can count higher? Keep notes on what you think... because we're going to find out how in the next few projects.

PROJECT 202 : SYNCHRONOUS COUNTER

Here's another counter circuit which can count up to three. It's called a synchronous counter - do you have any idea what that means? And can you guess how it can count to three using only two LEDs? Take a guess before building this project.

Once you finish the wiring connections, turn power ON and watch the **LEDs**. Both **LEDs** are blinking. When both **LEDs** are off, that stands for 1. Then **LED 2** lights while **LED 1** is off. That's the same as 2. Finally, **LED 1** lights while **LED 2** is off. That's 3 - so this circuit can really count up to three. You'll see the **LEDs** both go out after three is reached and the entire cycle starts over.

A synchronous counter is one where the clock signal is input to all flip-flops at the same time. You can see from the schematic that each flip-flop gets a clock signal directly from the multivibrator. This is how we manage to keep the two flip-flops "in step" with each other - something very important in a counting circuit.



MONTAGE 201 : COMPTEUR ELEMENTAIRE

Dans les montages précédents, nous vous avons déjà signalé que les circuits numériques sont capables de "compter". Voici donc un exemple de compteur élémentaire.

Sur le diagramme schématique, vous remarquez la présence d'un circuit multivibrateur NON-ET dont la sortie possède un double usage - elle allume et éteint la diode **LED 2** tout en fournissant une impulsion d'horloge à la bascule. Mettez le circuit sous tension. Les diodes **LED 1** et **2** s'allument et s'éteignent à tour de rôle.

Si vous réfléchissez quelques instants à ce circuit, vous réaliserez qu'en réalité, il est en train de compter les impulsions produites par le multivibrateur. Bien entendu, comme celui-ci ne peut produire que deux impulsions, le compteur est relativement limité. Cependant, le même principe est appliqué aux compteurs plus élaborés. Voyez-vous la possibilité d'utiliser des bascules pour créer des compteurs capables de compter des nombres plus élevés? Notez le fruit de votre réflexion ... car vous trouverez la réponse dans les montages suivants.

PROJECT 201: ELEMENTAIRE TELLER

Bij vorige projecten hebben we hier en daar vermeld dat digitale circuits kunnen "tellen". Hier is een voorbeeld van een heel eenvoudig telcircuit.

Je zult op het schema een NAND multivibrator-circuit zien. De output van de multivibrator dient hier een dubbel doel: hij doet **LED 2** aan en uit gaan en doet ook dienst als klokimpuls voor de flip-flop. Schakel de stroom in. **LED 1** en **LED 2** knipperen om beurten aan en uit.

Denk even na over dit circuit: je zult beseffen dat het in feite de impulsen van de multivibrator telt. Aangezien van de multivibrator slechts twee impulsen komen, telt het circuit uiteraard niet ver. Toch wordt hetzelfde principe gebruikt in andere telcircuits. Kun je bedenken hoe je flip-flops kunt gebruiken voor tellers die verder gaan? Noteer wat je denkt.. want in de volgende projecten komt het antwoord.

PROJECT 202: SYNCHRONISCHE TELLER

Hier is nog een telcircuit, het kan tot drie tellen. We noemen het "synchrone" - kun jij achterhalen wat dat betekent? En kun je ook raden hoe het circuit met slechts twee **LED's** toch tot drie kan tellen? Eerst raden, dan bouwen!

Zodra je de bedrading klaar hebt, schakel je de stroom in en bekijk je de **LED's**. Beide **LED's** knipperen. Wanneer beide gedoofd zijn, betekent dat "1". Dan brandt **LED 2** terwijl **LED 1** gedoofd is, wat "2" betekent. Ten slotte brandt **LED 1** terwijl **LED 2** gedoofd is, en dat staat voor "3". Het circuit kan dus wel degelijk tot drie tellen. Na de drie zie je beide **LED's** doven en begint de hele cyclus opnieuw.

Een synchronische teller is een teller waarbij het kloksignaal tegelijkertijd (-synchronisch) naar alle flip-flops wordt gestuurd. Op het schema kun je zien dat elke flip-flop rechtstreeks van de multivibrator een kloksignaal ontvangt. Zo slagen we erin beide flip-flops "in de maat" te houden, wat heel belangrijk is in een telcircuit.

PROJECT 203 : SYNCHRONOUS COUNTER

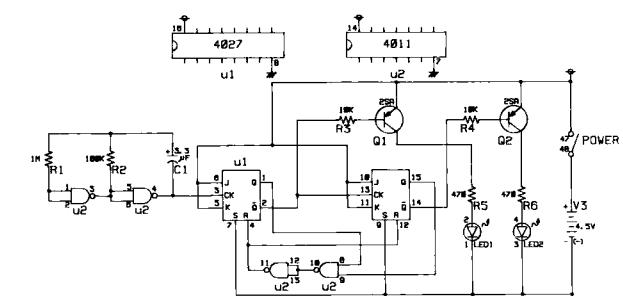
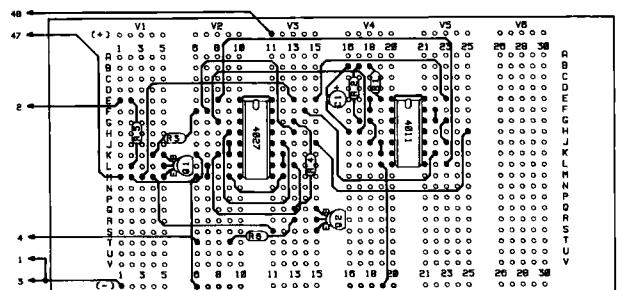
ince we just found out about synchronous counters, can you guess what an asynchronous counter is and how it works? Make it quick - you're about to build one.

ou'll find this project works almost exactly like the counter in the previous project. When you turn power ON, you'll see that the LEDs operate as follows. After both LEDs are off, then LED 1 lights while LED 2 stays off. The LED 2 lights while LED 1 goes out. Then both LEDs are off and the cycle starts all over again.

he key difference between synchronous and asynchronous counters can be found by comparing the schematic diagram of this project and the last one. In a synchronous counter each flip-flop has its own clock signal input. But in an asynchronous counter such as this one, the clock input for the second flip-flop comes from one of the outputs of the first flip-flop. It comes from the Q output of the first flip-flop in this project.

his difference might seem to be trivial but it's not. It takes time for the first flip-flop to set or reset and produce a clock signal for a second flip-flop. When many flip-flop circuits are used (such as in a computer), this delay from the first flip-flop to the second can produce quite an error. That's why synchronous counters are always referred in circuits that are elaborate or where accuracy is important.

fact, you might be able to notice one side effect of an asynchronous circuit now. Look carefully at the LEDs in this project as they light on and off - can you spot any occasion where both LEDs are lit even if only briefly?



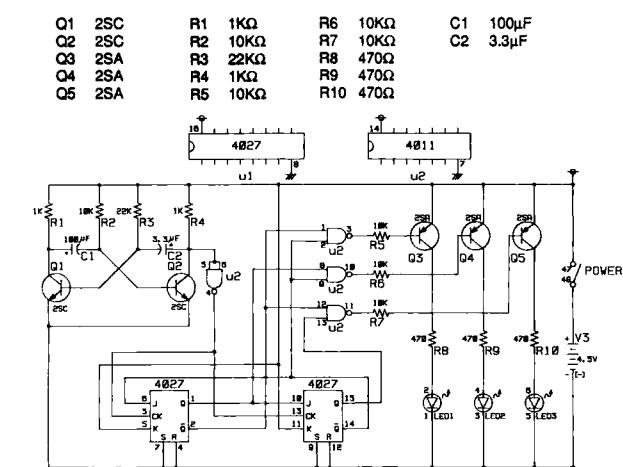
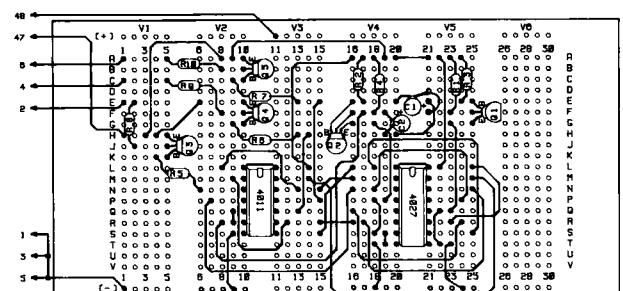
PROJECT 204 : COUNTER WITH LINE DECODER

here's a more refined counter circuit that counts up to three and uses three LEDs to indicate the count. It's a bit more difficult to count to three using three LEDs instead of two, so we have to add another circuit known as a line decoder to the counter circuit. You can locate the line decoder in the schematic - it's the group of AND gates connected to the three LEDs.

ou probably recognized the multivibrator circuit in the schematic. When you turn power ON, you'll see LEDs 1, 2 and 3 light on and off in order. The counter circuit is ... (can you guess? Don't peek.)

's a synchronous counter. Notice how each flip-flop has its own clock input signal from the multivibrator??

here's a brain exercise that'll really keep you going for a while ... can you trace the 0 and 1 inputs from the multivibrator and follow them through the counter to the LEDs? It's not that difficult to trace, and it gives you a good idea how a counter circuit like this works. Try it and see.



MONTAGE 203 : COMPTEUR ASYNCHRONE

Comme nous venons de découvrir le compteur synchrone, pouvez-vous deviner la signification et le fonctionnement d'un compteur asynchrone? Répondez vite - car vous allez en construire un.

Vous remarquerez que le fonctionnement de ce compteur est pratiquement identique à celui du compteur réalisé au montage précédent. Quand vous mettez le circuit sous tension, les diodes LED fonctionnent de la manière suivante : quand les deux LED se sont éteintes, la diode LED 1 s'allume pendant que la diode LED 2 demeure éteinte. Ensuite, la diode LED 2 s'allume pendant que la diode LED 1 demeure éteinte. Enfin, les deux LED s'éteignent et le cycle se répète indéfiniment.

La comparaison du diagramme schématique de ce montage avec celui du montage précédent vous permettra de découvrir la différence fondamentale qui existe entre le compteur synchrone et le compteur asynchrone. Dans le compteur synchrone, chaque bascule possède sa propre entrée de signal d'horloge alors que dans un compteur asynchrone comme celui de ce montage, l'entrée du signal d'horloge de la seconde bascule provient d'une des sorties de la première bascule. Dans ce montage, elle provient de la sortie Q de la première bascule.

Bien que cette différence paraisse insignifiante, ce n'est pas du tout le cas. La première bascule a besoin d'un certain temps pour se mettre à 1 ou se remettre à 0 et produire ainsi un signal d'horloge destiné à la seconde bascule. Quand le nombre de bascules utilisées est élevé (comme c'est le cas notamment dans les ordinateurs), ce retard entre la première et la seconde bascule peut produire des erreurs relativement graves. C'est pourquoi les circuits synchrones sont toujours utilisés avec des circuits plus élaborés ou des circuits qui exigent une précision extrême.

Vous pouvez dès à présent constater une conséquence de l'utilisation d'un compteur asynchrone. Regardez attentivement les diodes LED de ce montage lorsqu'elles s'allument et s'éteignent - sont-elles parfois illuminées simultanément (ne serait-ce qu'un court instant)?

MONTAGE 204 : COMPTEUR AVEC DECODEUR

Voici un compteur plus élaboré qui compte jusqu'à trois et affiche sa réponse au moyen de trois diodes LED. Comme il est plus difficile de compter jusqu'à trois avec 3 diodes LED plutôt qu'avec 2, nous avons dû ajouter au compteur un nouveau circuit appelé décodeur. Vous pouvez facilement le retrouver sur le diagramme schématique - il est constitué d'un groupe de portes NON-ET raccordées aux trois diodes LED.

Vous avez probablement reconnu le circuit multivibrateur sur le diagramme schématique. Quand vous mettez le circuit sous tension, les diodes LED 1, 2 et 3 s'allument et s'éteignent à tour de rôle. Il s'agit donc d'un compteur ... (avez-vous deviné? Ne regardez pas la réponse!)

Synchrone, bien entendu. Vous remarquez que chaque bascule reçoit son propre signal d'horloge du multivibrateur.

Voici un exercice qui fait appel à votre sens de l'observation ... Pouvez-vous repérer les entrées 0 et 1 du multivibrateur et les suivre jusqu'aux diodes LED en passant par le compteur? En réalité, cet exercice n'est pas très compliqué. En outre, il vous donne une idée assez précise du fonctionnement d'un circuit compteur de ce type. Essayez toujours, vous verrez bien.

PROJECT 203: ASYNCHRONISCHE TELLER

Aangezien we net hebben vernomen wat een synchronische teller is, kun je misschien raden wat een asynchronische is en hoe die werkt? Niet te lang talmen, want je moet er eerst bouwen!

Je zult vaststellen dat de werking van dit project haast identiek is aan de teller van het vorige project. Wanneer je de stroom inschakelt, zie je dat de LED's als volgt werken: nadat beide LED's gedoofd waren, brandt eerst LED 1 terwijl LED 2 uit blijft. Dan gaat LED 2 branden terwijl LED 1 dooft. Ten slotte zijn beide LED's gedoofd en begint de cyclus helemaal opnieuw.

Het beslissende verschil tussen synchronische en asynchronische tellers vind je door beide schema's met elkaar te vergelijken. In een synchronische teller krijgt elke flip-flop een eigen kloksignaal toegevoerd. Maar in een asynchronische teller (zoals deze) is de kloksignaal voor de tweede flip-flop afkomstig van de outputs van de eerste flip-flop, namelijk van de Q output van de eerste flip-flop in dit project.

Dit kan misschien een pietluttig verschil lijken, maar dat is het niet! Het duurt even voor de eerste flip-flop instelt of terugstelt en een kloksignaal opwekt voor een tweede flip-flop. Wanneer een heleboel flip-flop circuits worden gebruikt (zoals in een computer), kan dit tijdsverschil tussen de eerste en de tweede flip-flop voor een vrij ernstige fout zorgen. Daarom geeft men voor ingewikkelde of heel nauwkeurige circuits altijd de voorkeur aan synchronische tellers.

In feite zou je nu ook een neveneffect van een asynchronisch circuit kunnen opmerken. Bekijk zorgvuldig de LED's die in dit project aan en uit gaan - zijn er momenten waarop beide LED's branden (al is het maar voor heel evenjes)?

PROJECT 204: TELLER MET LINEAIRE DECODEERDER

Hier heb je een wat verfijnder telcircuit dat tot drie telt en de telling met drie LED's aanduidt. Tot drie tellen met drie LED's i.p.v. twee is wat moeilijker, en daarom hebben we een lineair decodeercircuit toegevoegd. Dat circuit kun je ook op het schema terugvinden: het is de groep NAND poorten die met de drie LED's verbonden is.

Allicht heb je op het schema ook het multivibrator-circuit herkend. Wanneer je de stroom inschakelt, zie je LED's 1, 2 en 3 achtereenvolgens aan en uit gaan. Het telcircuit is ... (kun je 't raden zonder verder te lezen?).

... het is een synchronische teller. Of had je niet gezien dat elke flip-flop een eigen kloksignaal heeft vanuit de multivibrator?

Nu nog wat hersengymnastiek waarmee je echt een tijdje zoet bent: kun je de 0 en 1 inputs vanuit de multivibrator opsporen en doorheen de teller volgen tot aan de LED's? Zo moeilijk is het eigenlijk niet, en het geeft je een goed idee van de manier waarop dergelijke telcircuits werken. Probeer maar.

PROJECT 205 : DIVIDE BY 4 COUNTER

Here's a counter circuit that can count up to four. (Gee, these projects must be getting smarter as we go along!) Like our previous counters, it uses flip-flops - but a special kind. Can you guess which?

As you can see in the schematic, this project uses a NAND multivibrator to set up the pulses to count. When you turn power ON, both **LEDs 1** and **2** blink on and off. After some blinking, you'll begin to see a pattern develops. First **LED 1** comes on, then **LED 2**, then both on, and then both off - 1, 2, 1 and 2, off ... both **LED's** blink on and off in this sequence.

Did you guess which type of flip-flop we're using in this project? It's a toggle flip-flop, which we first met back in project 183. You can see from the schematic that the Q output of the first flip-flop serves as the clock input for the second flip-flop, meaning that this counter circuit is ...

Asynchronous, of course!

Back in project 185 we saw how "master and slave" flip-flop arrangements worked. This is the same arrangement used in this project. The first flip-flop controls the operation of the second. Try tracing the input of the multivibrator through the flip-flops to see how the LEDs are turned off and on!

PROJECT 206 : DIVIDE BY 4 COUNTER WITH LINE DECODER

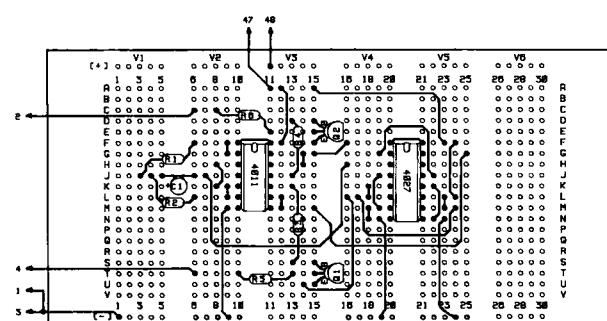
We can use the same line decoder arrangement that we used in project 204 with a divide by 4 counter circuit. This project lets you see how it's done.

You'll notice that a transistor multivibrator circuit is used in this project. When you turn power ON, the four **LEDs** light up one after another as the circuit counts each pulse from the multivibrator.

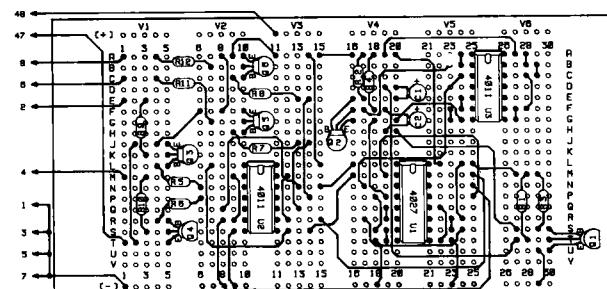
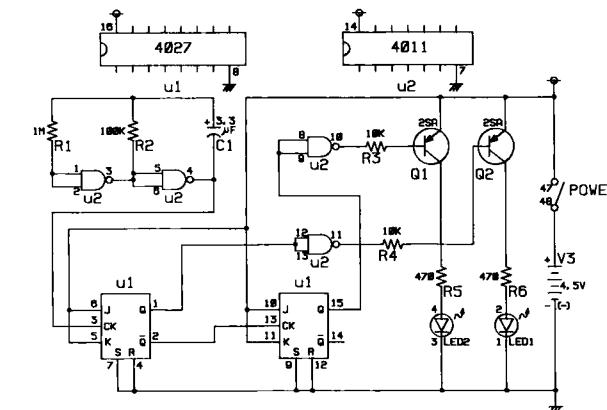
The counter is an asynchronous type and the Q and \bar{Q} outputs of both are input into the line decoder arrangement. You'll notice that each output serves as one of the inputs for two different NANDs. And the Q output of the first flip-flop is also the clock input for the second flip-flop.

Ever wonder what would happen if you added another flip-flop to this circuit? The first flip-flop "divides" the input into two outputs (Q and \bar{Q}). The second flip-flop adds two more outputs. Do you think the third flip-flop would give you a total of six outputs? Guess again ... it would give you eight outputs! When flip-flops are connected in a "master and slave" arrangement, the outputs aren't added together - they're multiplied. In a counter with two flip-flops, multiplying the outputs of both gives 2×2 , or 4. With three outputs, the result of multiplying the outputs of all three is $2 \times 2 \times 2$, or 8. If we were to connect four flip-flops together in a circuit like this, we would have 16 different outputs (you know why, don't you?).

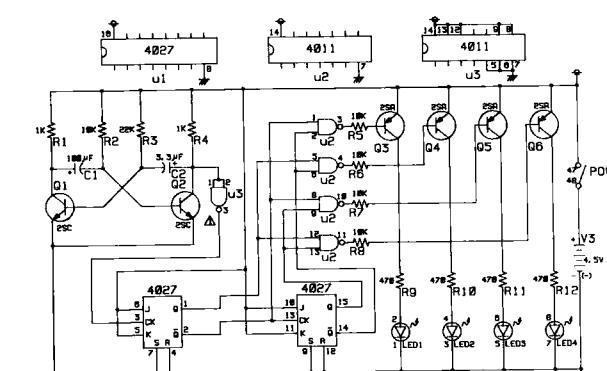
And since the counter could have up to 8 or 16 different outputs, it could count up to 8 or 16. Today's large computers are able to count and handle large numbers using more complex versions of the circuit in the project. (Of course, the counters in computers are synchronous so all the flip-flops can "march in step" !)



Q1 2SA R2 100kΩ R5 470Ω
Q2 2SA R3 10kΩ R6 470Ω
R1 1MΩ R4 10kΩ C1 3.3μF



Q1 2SC Q5 2SA R3 22kΩ R7 10kΩ R11 470Ω
Q2 2SC Q6 2SA R4 1kΩ R8 10kΩ R12 470Ω C1 100μF
Q3 2SA R1 1kΩ R5 10kΩ R9 470Ω C2 3.3μF
Q4 2SA R2 10kΩ R6 10kΩ R10 470Ω



MONTAGE 205 : COMPTEUR A QUATRE CHIFFRES

Voici un circuit compteur capable de compter jusqu'à quatre. (Vous voyez, plus nous progressons, plus les montages deviennent intelligents!) Comme les compteurs précédents, ce circuit utilise des bascules. Ici toutefois, il s'agit de bascules particulières. Pouvez-vous deviner quelles sont?

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, ce montage utilise un multivibrateur NON-ET pour produire les impulsions qui seront comptées. Quand vous mettez le circuit sous tension, les diodes **LED 1** et **2** s'allument et s'éteignent. Après quelques clignotements, vous remarquez qu'un ordre s'installe. La diode **LED 1** s'allume d'abord, suivie de la diode **LED 2**. Ensuite, toutes deux demeurent allumées avant de s'éteindre. 1, 2, 1 et 2, éteintes ... Les deux diodes **LED** clignotent donc dans cet ordre.

Avez-vous deviné le type de bascule que nous avons utilisé dans ce circuit? Il s'agit de bascules à levier, rencontrées pour la première fois au montage 183. Sur le diagramme schématique, vous voyez que la sortie Q de la première bascule fournit le signal d'horloge à l'entrée de la seconde bascule, ce qui signifie que nous sommes en présence d'un circuit compteur ...

Asynchrone, bien entendu!

Au montage 185, nous avons vu le fonctionnement des bascules "maître-esclave". Ce montage utilise une disposition semblable puisque la première bascule commande le fonctionnement de la seconde bascule. Essayez de suivre l'entrée du multivibrateur à travers les bascules afin de comprendre comment les diodes LED s'allument et s'éteignent.

MONTAGE 206 : COMPTEUR A QUATRE CHIFFRES AVEC DECODEUR

Ce montage nous permettra d'associer le décodeur étudié au montage 204 avec un circuit compteur à quatre chiffres.

Vous remarquez que ce montage utilise un circuit multivibrateur transistorisé. Quand vous mettez le circuit sous tension, les quatre **LED** s'allument à tour de rôle au fur et à mesure que le circuit compte les impulsions produites par le multivibrateur.

Le compteur est de type asynchrone et les sorties Q et \bar{Q} servent d'entrée au décodeur. Vous constatez que chaque sortie correspond à l'une des entrées des deux portes NON-ET. Quant à la sortie \bar{Q} de la première bascule, elle fournit le signal d'horloge à la seconde bascule.

Vous êtes-vous déjà demandé ce qu'il se passerait si vous ajoutiez une autre bascule à ce circuit? La première bascule "divide" l'entrée en deux sorties (Q et \bar{Q}). La seconde bascule ajoute deux sorties supplémentaires. À votre avis, la troisième bascule permettrait-elle d'obtenir six sorties? Au total, vous obtiendriez donc huit sorties! Quand les bascules sont raccordées selon la disposition "maître-esclave", les sorties ne sont pas additionnées - elles sont multipliées. Dans un compteur à deux bascules, la multiplication des sorties des deux bascules permet d'obtenir $2 \times 2 = 4$. Avec trois sorties, le résultat de la multiplication de toutes les sorties des trois bascules correspond à $2 \times 2 \times 2 = 8$. Si nous devions raccorder quatre bascules à un circuit de ce type, nous obtiendrions 16 sorties différentes (vous comprenez pourquoi, n'est-ce-pas!).

Comme le compteur peut comporter jusqu'à 8 ou 16 sorties différentes, il peut donc compter jusqu'à 8 ou 16. Les grands ordinateurs d'aujourd'hui peuvent compter et manipuler des nombres extrêmement élevés, en utilisant simplement des versions plus élaborées de ce même circuit. (Bien entendu, les compteurs des ordinateurs sont synchrones, pour permettre à toutes les bascules de fonctionner "en mesure"!)

PROJECT 205: DEEL-DOOR-4 TELLER

En hier is een telcircuit dat al tot vier kan tellen (zelfs onze projecten worden steeds knapper!). Net als de vorige tellers maakt het gebruik van flip-flops, maar dan wel een speciale soort. Kun je raden waarom?

Zoals je op het schema ziet, gebruikt dit circuit een NAND multivibrator om de telimpulsen op te wekken. Wanneer je de stroom inschakelt, knipperen **LED 1** en **LED 2** aan en uit. Na wat geknipper zie je dat zich een patroon gaat ontwikkelen. Eerst gaan **LED 1** branden, dan **LED 2**, dan beide, waarna ze doven - 1, 2, 1 en 2, uit ... in die volgorde knipperen beide **LED's**.

Had je geraden wat voor soort flip-flop we bij dit project gebruiken? Het is een tuimelflip-flop, die we al bij project 183 tegenkwamen. Uit het schema kun je afleiden dat de Q output van de eerste flip-flop dienst doet als klokinput voor de tweede flip-flop, wat betekent dat dit telcircuit ...

... asynchronisch is uiteraard!

In project 185 zagen we hoe "meester-en-slaaf" flip-flop opstellingen functioneren. In dit project gaat het om dezelfde opstelling. De eerste flip-flop regelt de werking van de tweede. Probeer de input van de multivibrator doorheen de flip-flops te volgen om na te gaan hoe de LED's in- en uitgeschakeld worden!

PROJECT 206: DEEL-DOOR-4 TELLER MET LINEAIRE DECODEERDER

Dezelfde lineaire decodeeropstelling uit project 204 kunnen we gebruiken met een deel-door-4 telcircuit. In dit project zie je hoe dat gaat.

Je zult vaststellen dat we hier een transistor-multivibratorcircuit gebruiken. Wanneer je de stroom inschakelt, gaan de vier **LED's** na elkaar branden naarmate het circuit elke impuls van de multivibrator telt.

De teller is van het asynchronische type en de Q en \bar{Q} outputs van beide worden ingevoerd naar de lineaire decodeeropstelling. Je zult vaststellen dat elke output dienst doet als één van de inputs voor twee verschillende NAND's. En de \bar{Q} -output van de eerste flip-flop is tevens de klokinput voor de tweede.

Heb je ooit afgevraagd wat er zou gebeuren als je aan dit circuit nog een flip-flop toegevoegde? De eerste flip-flop "deelt" de input in twee outputs (Q en \bar{Q}). De tweede flip-flop doet daar nog twee outputs bij. Denk je dat de derde flip-flop je dan een totaal van zes outputs oplevert? Raad nogmaals... hij levert je acht outputs op! Wanneer flip-flops staan opgesteld in een "meester-en-slaaf" opstelling, worden de outputs niet bij elkaar opgeteld, maar met elkaar vermenigvuldigd. In een telcircuit met twee flip-flops geeft de vermenigvuldiging van de outputs: $2 \times 2 = 4$. Met drie flip-flops is het resultaat van de drie: $2 \times 2 \times 2 = 8$. Als we in een dergelijk circuit vier flip-flops met elkaar verbonden, dan kregen we 16 verschillende outputs (en je weet uiteraard waarom).

En aangezien de teller dan 8 of 16 verschillende outputs zou hebben, zou hij tot 8 of 16 kunnen tellen. De grote computers van tegenwoordig kunnen met behulp van complexere versies van dit circuit enorme getallen tellen en verwerken. (Uiteraard zijn de tellers in een computer synchronisch, zodat alle flip-flops "in de maat" blijven).

PROJECT 207 : HOW A LINE DECODER WORKS

Line decoder can be a bit confusing when you're working with many flip-flops and their outputs. Let's back up a moment and take a look at a simpler counter and line decoder circuit.

In this project we have a NAND multivibrator inputting a clock signal into a single flip-flop. You can easily guess what happens...each time the clock signal is input, the flip-flop either sets or resets. Suppose that output Q is 1 while \bar{Q} is 0. Both of these outputs go to NAND gates, where they're used for both inputs. Turn power ON. If Q is 1, the output of the NAND is 0 - and **LED 1** lights. Q is 0 at the same time, so the NAND it is connected to has 1 for an output...and **LED 2** goes out. The next clock pulse from the multivibrator causes his situation to reverse (or flip-flop!).

If you'll look back at the schematics for the counters with line decoder we've played with in previous projects, you'll notice that each NAND gets one input from the first flip-flop and another input from the second flip-flop. These combined inputs turn the **LEDs** on or off as the two flip-flops set and reset.

We use NANDS exclusively in counter projects. But do you think that we could make counter circuits out of AND, OR, NOR or XOR gates? You might want to get some scratch paper and try to figure out how those digital circuits could combine the outputs of the flip-flop in this project. Do you think NAND gates are the easiest way to make a line decoder? Can you come up with a simpler method?

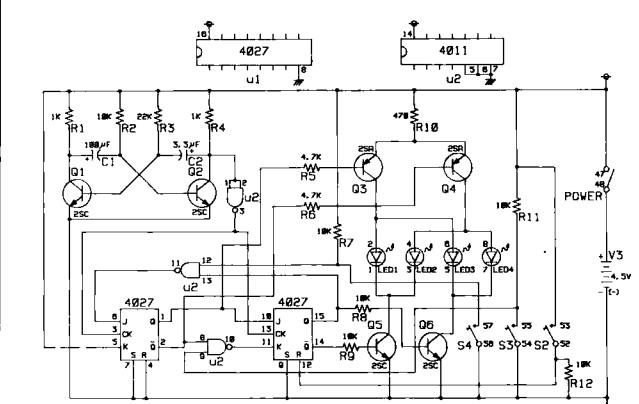
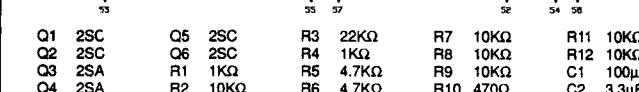
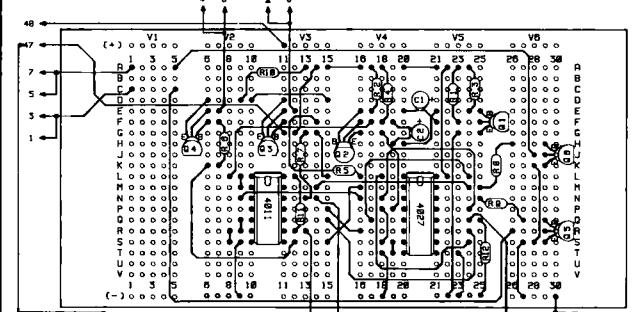
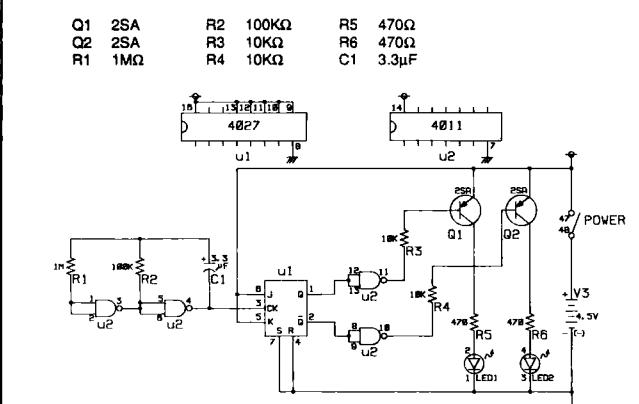
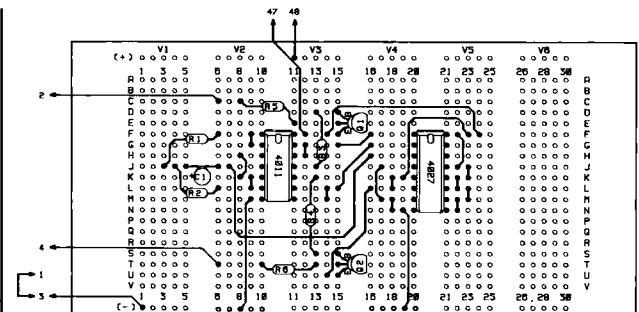
PROJECT 208 : MULTIPLE COUNTER

It's not very handy having a separate counter for counting by 2,3,4 or some other number. You might be wondering if there's some way to have a counter circuit capable of counting up to several different numbers. Yes, there is such a circuit and we're going to build it right now.

You can see from the schematic that the pulses to count are generated by a multivibrator circuit. The counter itself is synchronous, since each flip-flop receives a clock signal directly from the multivibrator. Turn power ON and press **S2**. You'll see that **LED 1** and **LED 2** take turns lighting, indicating that this project is functioning as a "divide by 2" (or binary) counter.

Next, release **S2** and then press **S3**. Now you can see that **LED 1**, **LED 2** and **LED 3** light up one after the other. This indicates that the circuit is now a divide by 3 counter. Finally, release **S3** and press **S4** so that you'll see all four (4) **LEDs** light in turn. This indicates the project is now a divide by 4 counter.

This project shows how counters can be made to cover a wide range of counting rates. More complex counters using this same basic circuit are very important pieces of electronic equipment.



MONTAGE 207 : FONCTIONNEMENT D'UN DECODEUR

Les décodeurs peuvent être relativement déroutants quand vous travaillez avec un nombre élevé de bascules et de sorties. Arrêtons-nous quelques instants afin d'analyser en détail un simple circuit compteur avec décodeur.

Ce montage comporte un multivibrateur NON-ET qui envoie un signal d'horloge à une bascule unique. Vous devinez aisément ce qu'il se passe ... Chaque fois que le signal d'horloge entre dans la bascule, elle se met à 1 ou se remet à 0. Supposons que la sortie Q soit 1 et la sortie \bar{Q} soit 0. Ces deux sorties vont aux portes NON-ET où elles sont utilisées pour les deux entrées. Mettez le circuit sous tension. Si Q possède la valeur 1, la sortie de la porte NON-ET prend la valeur 0 - et la diode **LED 1** s'allume. Parallèlement, \bar{Q} possède la valeur 0 et la sortie de la porte NON-ET à laquelle il est raccordé prend la valeur 1 ... la diode **LED 2** s'éteint donc. La prochaine impulsion d'horloge produite par le multivibrateur renverra (ou basculera) la situation.

Si vous examinez à nouveau les diagrammes schématiques des compteurs avec décodeur que nous avons réalisés aux montages précédents, vous remarquez que chaque porte NON-ET reçoit une entrée de la première bascule et une autre entrée de la seconde bascule. La combinaison de ces deux entrées allume et éteint les diodes **LED** selon que les bascules se mettent à 1 ou se remettent à 0.

Les circuits compteurs de votre ensemble utilisent exclusivement des portes NON-ET. A votre avis, pourrions-nous réaliser des circuits compteurs à l'aide de portes ET, OU, NON-OU ou OU exclusif? Prenez une feuille de papier et essayez d'imaginer comment de tels circuits numériques pourraient combiner les sorties de la bascule de ce montage. Pensez-vous que la réalisation d'un décodeur à l'aide de portes NON-ET soit la solution la plus facile? Voyez-vous une méthode encore plus simple?

MONTAGE 208 : COMPTEUR MULTIPLE

Comme il n'est pas pratique d'avoir recours à des compteurs différents pour compter jusqu'à 2, 3 ou 4, vous vous demandez peut-être s'il n'existe pas un circuit capable de compter plusieurs nombres différents. En effet, il en existe un et nous allons le construire maintenant.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que les impulsions à compter sont produites par le multivibrateur. Le compteur proprement dit est un compteur synchrone puisque chaque bascule reçoit directement un signal d'horloge du multivibrateur. Mettez le circuit sous tension et enfoncez **S2**. Vous constatez que les diodes **LED 1** et **LED 2** s'allument à tour de rôle pour indiquer que ce montage fonctionne comme un compteur à deux chiffres (ou compteur binaire).

Ensuite, relâchez **S2** et enfoncez **S3**. A présent, les diodes **LED 1**, **LED 2** et **LED 3** s'allument à tour de rôle. Cette fois, le circuit joue le rôle de compteur à trois chiffres. Enfin, relâchez **S3** et enfoncez **S4** afin d'éclairer les quatre diodes **LED** à tour de rôle. A présent, le circuit fonctionne comme un compteur à quatre chiffres.

Ce montage vous a permis de découvrir le principe de fonctionnement d'un compteur multiple. Les compteurs plus élaborés, basés sur le même circuit de départ, sont des composants électroniques extrêmement importants.

PROJECT 207: HOE EEN LINEAIRE DECODEERDER WERKT

Een lineaire decodeerde kan voor verwarring zorgen wanneer je al te maken hebt met enkele flip-flops en hun outputs. Laten we daarom even een stapje terug zetten en een eenvoudiger teller met lineaire decodeerde bekijken.

In dit project laten we een NAND multivibrator een kloksignaal naar een enkelvoudige flip-flop sturen. Wat er gebeurt, kun je vlot raden: telkens wanneer het kloksignaal binnenkomt, gaat de flip-flop instellen of terugstellen. Veronderstel dat output Q 1 is, terwijl \bar{Q} 0 is. Beide outputs gaan naar NAND poorten, waar ze worden gebruikt als beide inputs. Schakel de stroom in. Als Q 1 is, is de output van de NAND 0 - en gaat **LED 1** branden. Tegelijk is \bar{Q} 0, zodat de daarvan verbonden NAND 1 als output krijgt en **LED 2** dooft. Door de volgende klokimpuls van de multivibrator zal deze situatie omgekeerd worden (flip-flop dus!).

Ga je nu opnieuw kijken naar de schema's voor de tellers met lineaire decodeerde die we tevoren bouwden, dan stel je vast dat elke NAND één input krijgt van de eerste flip-flop en een tweede input van de tweede flip-flop. De combinatie van beide schakelt de **LED's** in en uit naarmate de twee flip-flops in- en terugstellen.

Bij tellerprojecten gebruiken we uitsluitend NAND's. Maar denk je dat we ook telcircuits zouden kunnen maken met AND, OR, NOR of XOR poorten? Misschien kun je op een vel papier uitwerken hoe die digitale circuits de outputs van de flip-flop in dit project zouden kunnen combineren. Denk je dat NAND poorten de eenvoudigste manier zijn om een lineaire decodeerde te maken? Of kun jij een eenvoudiger techniek ophoesten?

PROJECT 208: VEELVOUDIGE TELLER

Het is niet zo handig als je een afzonderlijke teller moet hebben om tot 2,3,4 of een ander getal op te tellen. Je vraagt je misschien af of er geen manier bestaat om aan een telcircuit te geraken dat tot verschillende getallen kan optellen. Die bestaat inderdaad, zoals je meteen zult zien.

Aan de hand van het schema kun je uitmaken dat de telimpulsen worden opgewekt door een multivibratorcircuit. De teller zelf is synchronisch, aangezien elke flip-flop rechtstreeks van de multivibrator een kloksignaal ontvangt. Schakel de stroom in en druk op **S2**. Je ziet **LED 1** en **LED 2** om beurten oplichten, wat erop wijst dat dit project werkt als een "deel-door-2" (of binair) teller.

Vervolgens laat je **S2** los en je drukt dan op **S3**. Nu zie je dat **LED 1**, **LED 2** en **LED 3** achtereenvolgens branden. Dit wijst erop dat het circuit nu werkt als een "deel-door-3" teller. Ten slotte laat je **S3** los en druk je op **S4**, zodat je de vier **LED's** om beurten ziet branden. Dit wijst erop dat het project nu een "deel-door-4" teller is.

Met dit project zie je hoe tellers kunnen worden gemaakt voor een groot aantal telbereiken. Complexere tellers die gebruik maken van ditzelfde basiscircuit, vormen uiterst belangrijke onderdelen in elektronische apparatuur.

PROJECT 209 : BINARY COUNTER WITH DISPLAY

Counters aren't terribly exciting circuits when they just flash LEDs ... but add the digital display and it's a different story altogether. Here's a binary counter that lets you see it in action as it counts.

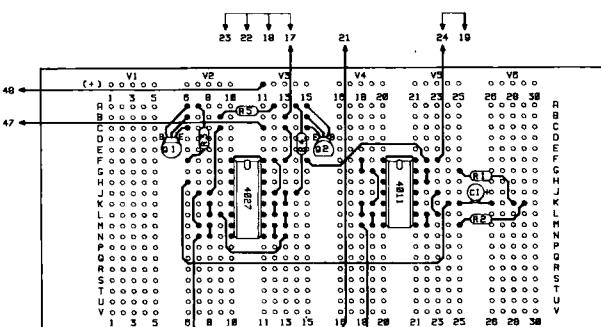
You'll recognize this circuit as being very similar to the binary counter you built back in project 201. The source of the pulses for the counter is a NAND multivibrator. The output of the multivibrator provides clock-signals for the flip-flop. Note that the output of the flip-flop is taken from output Q.

Turn power ON. You'll see 0 and 1 flash on and off the display. Why 0 and 1 instead of 1 and 2? We called this circuit a binary counter ... and binary numbers are those made up entirely of 0s and 1s. 0 and 1 mean the same thing in the binary number system that they do in our normal (called decimal) number system.

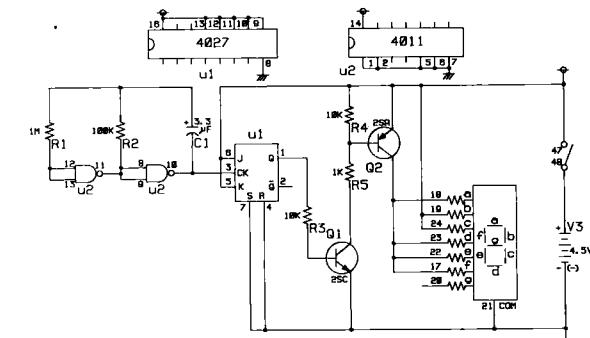
But what happens when we want to express the number 2 in the binary system? We can't write "2" since we can only use 0 and 1 in the binary system. We do in this case what we do when we reach 9 in our decimal system ... we write "10".

That's right, 10 in binary numbers is actually 2 in the decimal system. How do you suppose we write 3 in binary numbers? That's right ... it's "11".

Ask your math teacher for more information about the binary number system. Your library will also have some math books covering the subject. Computers add, subtract, multiply and divide numbers in binary form.



Q1 2SC R1 1MΩ R3 10kΩ R5 1kΩ
Q2 2SA R2 100kΩ R4 10kΩ C1 3.3µF

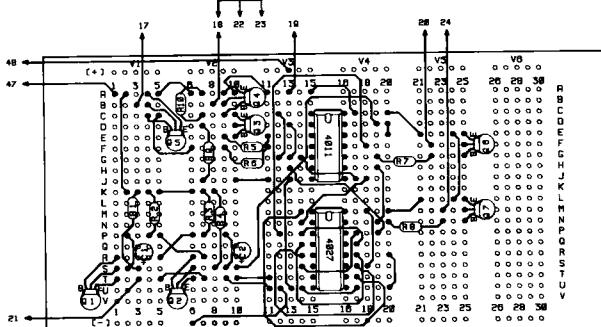


PROJECT 210 : DIVIDE BY 3 COUNTER WITH DISPLAY

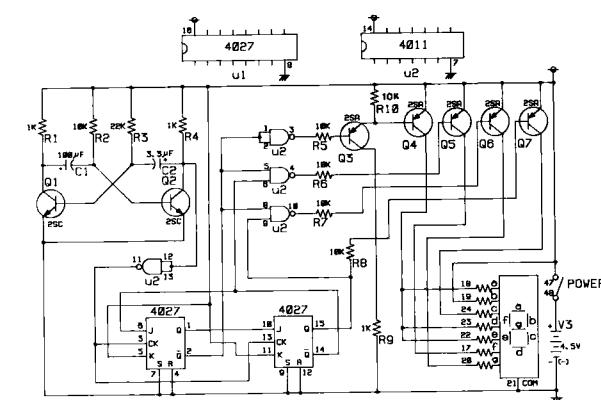
In project 204, you built a divide by 3 counter with a line decoder. After our last project, you might be wondering if we can add the display to other counter circuits we've built. The answer is yes - as this project demonstrates.

This is basically the same circuit you built back in project 204, but with some alternations to the line decoder to allow use of the display. Compare the schematics for these and find out how and why the line decoder was changed.

This circuit uses a transistor multivibrator to supply pulses for the synchronous counter. The line decoder takes the outputs from the counter and combines them using the NAND gates to turn the transistor ON and OFF. This transistor turns the various LED segments of the display on and off. When you turn power on, you can see 0, 1 and 2 displayed in a repeating pattern on the display.



Q1 2SC Q5 2SA R1 1kΩ R5 10kΩ R9 1kΩ
Q2 2SC Q6 2SA R2 10kΩ R6 10kΩ R10 10kΩ
Q3 2SA Q7 2SA R3 22kΩ R7 10kΩ C1 100µF
Q4 2SA R4 1kΩ R8 10kΩ C2 3.3µF



MONTAGE 209 : COMPTEUR BINAIRE AVEC AFFICHAGE

Les compteurs ne sont pas des circuits passionnantes lorsqu'ils se contentent de faire clignoter des diodes LED ... mais si vous leur ajoutez un affichage numérique, cela change tout. Voici donc un compteur binaire que vous pourrez vraiment "voir" à l'oeuvre.

Vous remarquez que ce circuit est très semblable au compteur binaire réalisé au montage 201. Une fois de plus, la source des impulsions qui alimente le compteur est fournie par un multivibrateur NON-ET. La sortie du multivibrateur produit les signaux d'horloge de la bascule. Notez que la sortie de la bascule provient de la sortie Q.

Mettez le circuit sous tension. Les chiffres 0 et 1 clignotent sur l'affichage. Pourquoi 0 et 1 plutôt que 1 et 2? C'est que ce circuit est un compteur binaire ... et les nombres binaires sont exclusivement composés de 0 et de 1. Ces deux chiffres possèdent d'ailleurs la même signification dans le système de notation binaire que dans notre système de notation normal (appelé décimal).

Comment faut-il alors exprimer le chiffre 2 dans le système binaire? Il est impossible d'écrire "2" puisque nous ne pouvons utiliser que les chiffres 0 et 1 du système binaire. Nous allons donc procéder comme nous le faisons dans notre système décimal quand nous atteignons le chiffre 9 ... nous écrivons "10".

En effet, en binaire, 10 correspond à 2. A votre avis, comment faut-il alors écrire "3" en binaire? Vous avez raison, ... c'est bien "11".

Demandez à votre professeur de mathématiques des informations supplémentaires sur le système binaire. Dans votre bibliothèque, vous trouverez certainement aussi un ou deux livres se rapportant à ce sujet. Les ordinateurs additionnent, soustraient, multiplient et divisent les nombres sous forme binaire.

PROJECT 209: BINAIRE TELLER MET AFLEZING

Een teller is niet echt je dat als hij alleen maar wat LED's doet knipperen. Voeg er echter het digitale display aan toe en je krijgt al heel wat anders. Hier heb je een teller die je al tellend aan het werk kunt zien.

Je zult zien dat dit circuit zeer sterk gelijkt op de binaire teller die we bij project 201 bouwden. De bron van de impulsen voor de teller is een NAND multivibrator. De output van de multivibrator levert kloksignalen voor de flip-flop. Merk op dat de output van de flip-flop van output Q komt.

Schakel de stroom in. Je ziet 0 en 1 aan en uit knipperen op het display. Waarom 0 en 1 in plaats van 1 en 2? We noemden dit circuit toch een binaire teller, en binaire getallen bestaan uitsluitend uit nullen en enen. 0 en 1 betekenen in het binaire talstelsel hetzelfde als in ons normale (decimale) talstelsel.

Maar wat gebeurt er als we in het binaire stelsel het getal 2 willen weergeven? We kunnen niet gewoon een 2 schrijven, aangezien we alleen over een 0 en een 1 beschikken. We doen dan precies wat we in het decimale talstelsel doen zodra we de 9 gehad hebben en schrijven ... "10".

Dus in het binaire stelsel staat 10 voor wat wij in het decimale stelsel 2 noemen. En hoe schrijf je dan een 3 in het binaire stelsel? Inderdaad: "11".

Vraag je wiskundeleraar meer informatie over het binaire talstelsel. Ook in een bibliotheek vind je boeken over dat onderwerp. Computers tellen op, trekken af, delen en vermenigvuldigen uitsluitend in binaire vorm.

PROJECT 210: DEEL-DOOR-3 TELLER MET AFLEZING

Bij project 204 heb je een deel-door-3 teller gebouwd met een lineaire decodeerde. Na ons laatste project vraag je je misschien af of we het display ook kunnen toevoegen aan andere reeds gebouwde circuits. Het antwoord is ja, het bewijs is dit project.

Het gaat fundamenteel om hetzelfde circuit als bij project 204, maar met een paar wijzigingen aan de lineaire decodeerde om het gebruik van het display mogelijk te maken. Vergelijk de schema's voor beide projecten en zoek hoe en waarom de lineaire decodeerde gewijzigd werd.

Dit circuit gebruikt een transistor-multivibrator om impulsen te leveren aan de synchronische teller. De lineaire decodeerde ontvangt de outputs van de teller en combineert ze met behulp van de NAND poorten om de transistor aan en uit te zetten. Deze transistor schakelt de afzonderlijke LED-segmenten van het display in en uit. Wanneer je de stroom inschakelt, kun je op het display steeds weer 0, 1 en 2 zien verschijnen.

PROJECT 211 : DIVIDE BY 4 COUNTER WITH DISPLAY

Here's the divide by 4 counter you built back in project 206. However we're using NOR gate IC against NAND gate IC. By using NOR gate IC, you'll need less electronic parts rather than NAND gate IC. As in the previous project, most changes are in the line decoder to allow use of the display.

As in other counters you've played around with, the pulses for the counter are generated by a transistor multivibrator. The counter circuit is an asynchronous type, since the \bar{Q} output of the first flip-flop provides the clock signal for the second flip-flop. When you turn power ON, you'll see 0, 1, 2 and 3 light up on the display as the counter keeps track of the pulses from the multivibrator.

We've used multivibrators with these counter circuits simply because they're a handy source of pulses. You could just as easily do away with the multivibrator part of this circuit altogether and use the key to generate the pulses to be counted! Try it yourself - let your hand do the work instead of the multivibrator. (After all, we've been using that circuit so much it deserves vacation!)

You can also make connections to the display so that the counter indicates other numbers, small letters or capital letters as it counts the pulses. Can you figure out how to do this? Check back at those notes you made for projects 21, 22 and 23 - we told you those notes would come in handy for you.

When you first turn on the power the counter might not start with 0 and then 1, 2 and 3. Don't let that bother you. Most counters that you'll come across in electronic circuitry are "reset" to start with 0 and as a result always starts at 0. (By the way, the "R" terminal on the 4027 IC is for "Reset" or "Clear" which is used to reset the count to zero or clear the count.)

PROJECT 212 : JP/DOWN COUNTER

Here's an up/down counter that uses a counter IC with an up/down function. Output of this counter is displayed by four LEDs.

S2 is used for up/down switching. This counter works as a down counter when **S2** is OFF, and as an up counter when **S2** is ON. **S1** is used to send out the pulses to count.

Wire the project and turn power ON. **S2** is OFF at this time, so the counter works as a down counter, and starts counting from 15 to 4, 13, 12 and so on as you send the pulses by pressing **S1**.

What do you think happens if you press **S1** to send out the pulses while pressing **S2**? You certainly can figure that out. Repeat experimenting with this counter and get the knack of it.

Figure 1 shows the decimal number for each of the counter outputs displayed by different ON-OFF combinations of **LED 4 - LED 7**.

PROJECT 212 / MONTAGE 212

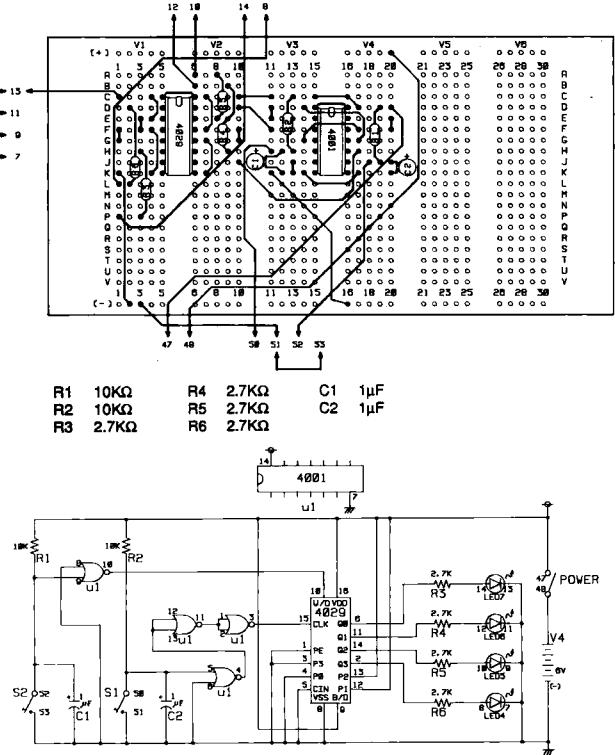
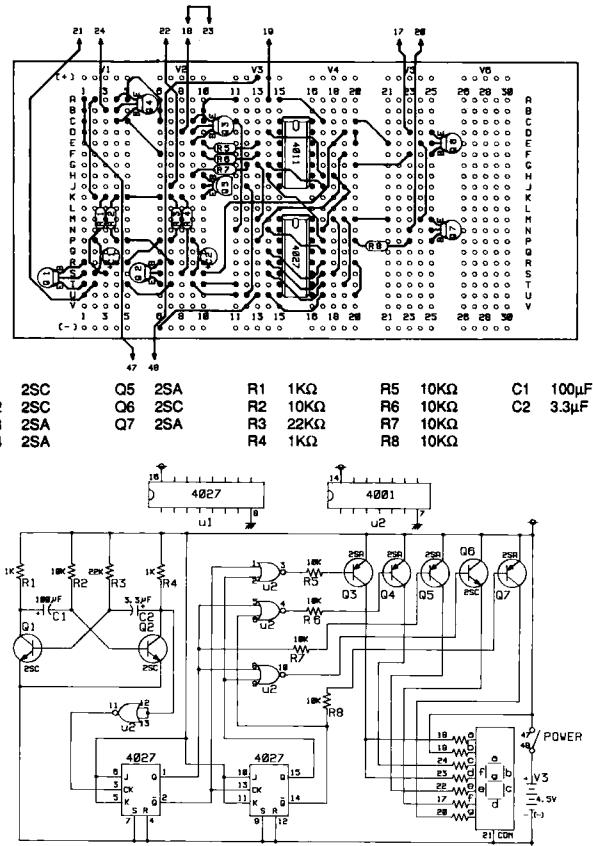
Decimal Decimaal	Binary				S2
	Q3	Q2	Q1	Q0	
ON	UP	DOWN	OFF		
0	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	
2	0	0	1	0	
3	0	0	1	1	
4	0	1	0	0	
5	0	1	0	1	
6	0	1	1	0	
7	0	1	1	1	
8	1	0	0	0	
9	1	0	0	1	
10	1	0	1	0	
11	1	0	1	1	
12	1	1	0	0	
13	1	1	0	1	
14	1	1	1	0	
15	1	1	1	1	

Nombre decimal
"1" quand la diode LED est allumée
"0" quand la diode LED est éteinte

Decimal getal
"1" wanneer LED brandt
"0" wanneer LED niet brandt

Q0: LED 7
Q1: LED 6
Q2: LED 5
Q3: LED 4

Figure 1 Figuur 1



MONTAGE 211 : COMPTEUR A QUATRE CHIFFRES AVEC AFFICHAGE

Voici le compteur à quatre chiffres réalisé au montage 206 dans lequel nous avons remplacé le CI porte NON-ET par un CI porte NON-OU. Ce CI nécessite moins de composants électroniques que le CI porte NON-ET. Comme dans le montage précédent, la plupart des modifications concernent le décodeur pour permettre l'utilisation de l'affichage.

Comme dans les autres compteurs que vous avez déjà réalisés, les impulsions sont fournies par le multivibrateur transistorisé. Le compteur est de type asynchrone puisque la sortie \bar{Q} de la première bascule fournit le signal d'horloge à la seconde bascule. Quand vous mettez le circuit sous tension, les chiffres 0, 1, 2 et 3 apparaissent sur l'affichage au fur et à mesure que le compteur compte les impulsions du multivibrateur.

Les circuits compteurs que nous avons réalisés jusqu'à présent utilisent un multivibrateur car celui-ci fournit une source d'impulsions bien pratique. Vous pourriez toutefois supprimer le circuit multivibrateur de ce montage et produire les impulsions en appuyant simplement sur le manipulateur! Essayez donc - faites le travail vous-même et laissez le multivibrateur se reposer. (Nous l'avons tellement sollicité qu'il mérite bien de souffler un peu!)

Vous pouvez également modifier les raccordements de l'affichage de façon à faire apparaître d'autres chiffres, des lettres majuscules ou minuscules chaque fois que le compteur reçoit une impulsion. Voyez-vous comment procéder? Relisez donc les notes que vous avez prises aux montages 21, 22 et 23 - nous vous avions dit qu'elles vous seraient bien utiles un jour!

Quand vous mettez le circuit sous tension pour la première fois, il se peut que le compteur ne commence pas dans l'ordre 0, 1, 2 et 3. Ne vous inquiétez pas. La plupart des compteurs que vous rencontrerez dans les circuits électroniques sont souvent "réinitialisés" et commencent donc toujours par zéro. (A ce propos, la borne "R" du CI 4027 correspond à "la réinitialisation" ou "l'effacement" et permet de remettre le compteur à zéro ou de l'effacer.)

MONTAGE 212 : COMPTEUR ASCENDANT/DESCENDANT

Voici un compteur ascendant/descendant qui utilise un CI compteur possédant une fonction ascendante/descendante. La sortie de ce compteur est affichée à l'aide de 4 diodes LED.

S2 permet de passer du comptage ascendant au comptage descendant et vice versa. Quand **S2** est relâché, le compteur fonctionne comme un compteur descendant et quand **S2** est enfoncé, il fonctionne comme un compteur ascendant. **S1** est utilisé pour envoyer les impulsions à compter.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, **S2** est relâché et le compteur fonctionne donc comme un compteur descendant. Il commence à compter à partir de 15, suivi de 14, 13, 12, etc. au fur et à mesure que vous envoyez les impulsions en appuyant sur **S1**.

A votre avis, que se passera-t-il si vous appuyez sur **S1** pour envoyer des impulsions tout en maintenant **S2** enfoncé? Vous avez certainement une idée. Recommencez l'expérience afin de comprendre le fonctionnement de ce compteur.

La Figure 1 indique le chiffre décimal qui correspond à chacune des sorties du compteur affichées par les différentes combinaisons d'illumination/extinction des diodes LED 4 à 7.

PROJECT 211 : DEEL-DOOR-4 TELLER MET AFLEZING

En hier heb je weer de deel-door-4 teller van project 206, maar i.p.v. de NAND poort IC gebruiken we een NOR poort IC. Daardoor heb je minder elektronische onderdelen nodig dan bij een NAND poort IC. Zoals bij de vorige projecten zitten de meeste veranderingen in de lineaire decodeerde, zodat we het display kunnen gebruiken.

Zoals bij andere tellers die je gebouwd hebt, worden de impulsen voor de teller opgewekt door een transistor-multivibrator. Het telcircuit is van het asynchronische type, aangezien de \bar{Q} -output van de eerste flip-flop het kloksignaal levert voor de tweede flip-flop. Wanneer je de stroom inschakelt, zie je achtereenvolgens 0, 1, 2 en 3 op het display verschijnen naarmate de teller de impulsen van de multivibrator optelt.

Bij deze telcircuits gebruiken we multivibrators alleen maar omdat ze een handige bron van impulsen zijn. Je kunt het multivibratorgedeelte van dit circuit ook gewoon weglaten en impulsen opwekken met behulp van de toets. Probeer het zelf: laat je hand het werk doen i.p.v. de multivibrator. (Die heeft het de laatste tijd tenslotte zo druk gehad dat hij wat rust verdient...)

Je kunt het display ook zo aansluiten dat de teller andere cijfers, kleine letters of hoofdletters opgeeft bij het tellen van de impulsen. Kun je uitmaken hoe dat moet? Grijp terug naar die notities die je hebt gemaakt bij project 21, 22 en 23 - zie je wel dat ze nog van pas komen.

Wanneer je voor het eerst de stroom inschakelt, kan het zijn dat de teller niet begint met 0 en dan voortgaat met 1, 2 en 3. Laat je dat niet dwarszitten. De meeste tellers die je in elektronische schakelingen ontmoet, worden "teruggesteld" om te starten, zodat ze altijd beginnen met 0. (Tussen haakjes: het "R" contactpunt op de 4027 IC staat voor "reset" of "terugstellen", d.w.z. om de telling weer op nul te zetten.)

PROJECT 212: OP/AFTELLER

Nu een op/atteller die gebruik maakt van een teller IC met een op/af functie. De output van deze teller wordt weergegeven door vier LED's.

S2 wordt gebruikt voor het omschakelen tussen op en af. Deze teller werkt als atteller wanneer **S2** niet ingedrukt is, als opteller wanneer **S2** ingedrukt is. **S1** wordt gebruikt om de telimpulsen te geven.

Bedraad het project en schakel de stroom in. **S2** is op dit moment niet ingedrukt, zodat de teller als atteller functioneert: hij begint bij 15 en gaat verder met 14, 13, 12 enz. naarmate je impulsen geeft door op **S1** te drukken.

Wat gebeurt er volgens jou als je op **S1** drukt om de impulsen te geven, terwijl je op **S2** drukt? Dat kun je uiteraard probleemloos beantwoorden. Experimenteer verder met deze teller en krijg de kneep te pakken.

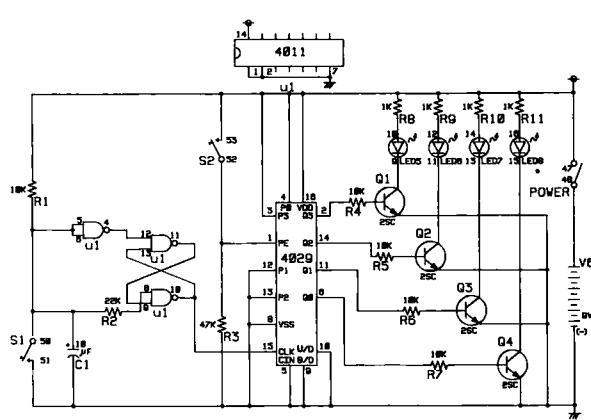
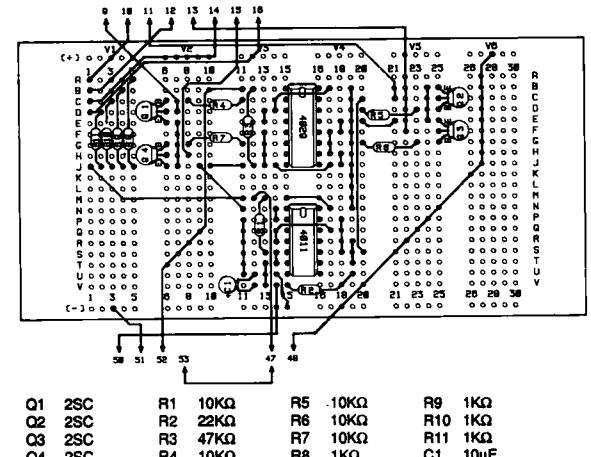
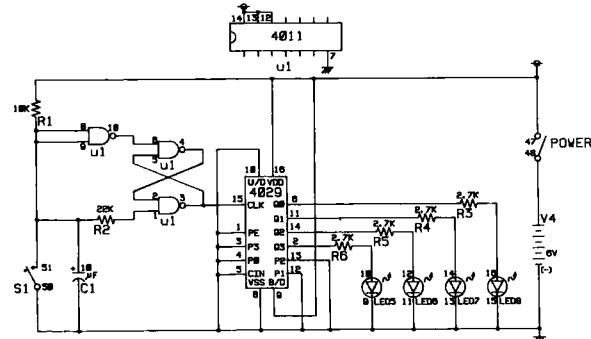
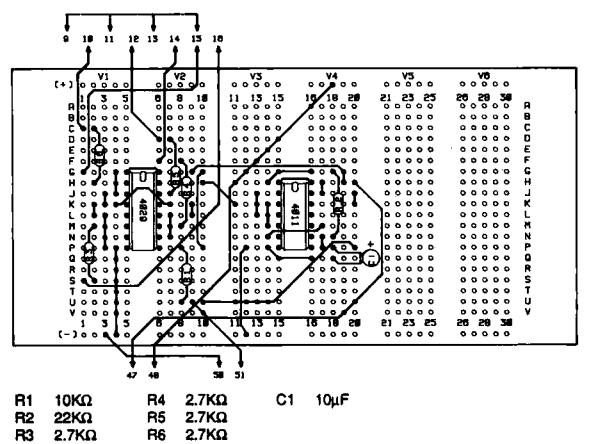
Op figuur 1 zie je het decimale getal voor elk van de teller-outputs zoals die door de verschillende aan/uit combinaties van **LED 4 - LED 7** worden weergegeven.

PROJECT 213 : DOWN COUNTER

The counter IC we used in our last project is called an "Up/Down Counter" because it can count the number upward from 0 to 1,2,3.. and so on (up counter) and downward from 15 to 14,13,12...and so on (down counter).

The up/down switching of the IC is handled by the U/D terminal (pin 10). When this terminal is at positive level, IC works as a down counter. When it is at negative level, it works as an up counter.

When you finish wiring the project, turn power ON and operate the counter while looking at Figure 1 in previous project. What number does it display first? It's 15. Now press S1 to input the pulses and watch the **LEDs**, and observe how the counter works.

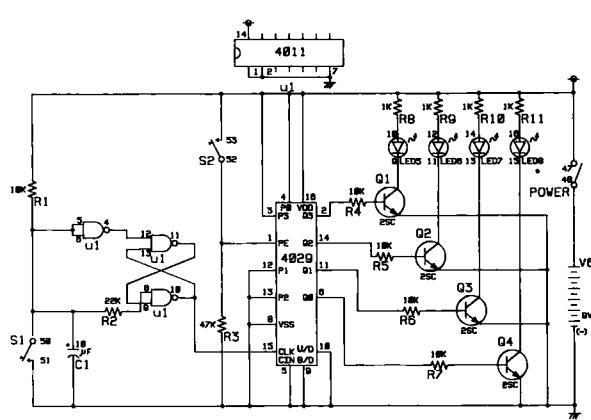
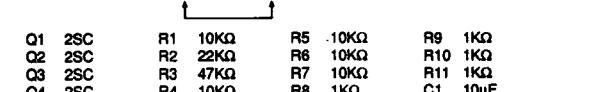
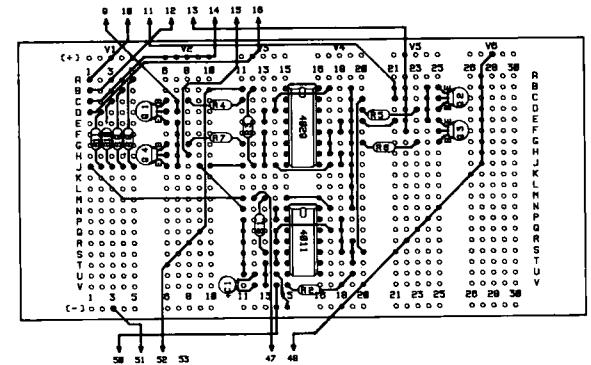


PROJECT 214 : DECADE DOWN COUNTER

We're now going to make a decade counter using a counter IC. It can display the numbers 0 - 9 using four **LEDs**.

As you can see by the schematic, **S1** sends the pulses to CLK terminal of the IC. The output of the counter is taken from Q0 - Q2. **S2** is used as a reset switch for resetting the count to 0.

When you finish assembling, turn power ON and press **S2**. What happens to the **LEDs**? They all go out and indicate 0. Now flip **S1**, and you'll see **LED 5** and **LED 8** light up to indicate 9. (Note this is a down counter.) Now press **S1** again a few times and see how the number displayed by the **LEDs** changes downward from 9 to 8, 7, 6 and so on.



MONTAGE 213 : COMPTEUR DESCENDANT

Le CI compteur utilisé dans le montage précédent porte le nom de compteur ascendant/descendant car il peut compter dans l'ordre croissant, en commençant par 0, 1, 2, 3 etc. (compteur ascendant) et dans l'ordre décroissant, en commençant par 15, 14, 13, 12, etc. (compteur descendant).

Le passage d'un ordre à l'autre est commandé par la borne U/D (broche 10). Quand celle-ci est raccordée au pôle positif, le CI fonctionne comme un compteur descendant. Quand elle est raccordée au pôle négatif, il fonctionne comme un compteur ascendant.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension, puis faites fonctionner le compteur en examinant la Figure 1 du montage précédent. Quel est le premier chiffre affiché? 15. A présent, enfoncez S1 pour fournir les impulsions et surveillez les diodes **LED** ainsi que le fonctionnement du compteur.

PROJECT 213: AFTELLER

De teller IC die we bij het vorige project gebruikten, heet "op/afsteller" omdat hij zowel in opgaande volgorde (0, 1, 2, 3...) als in neergaande volgorde (15, 14, 13, 12...) kan tellen.

Het omschakelen tussen op en af gebeurt door het U/D (Engels "up/down") contactpunt, nl. pin 10 van de IC. Wanneer deze pin positief is, werkt de IC als afteller. Is ze negatief, dan telt de IC op.

Na afwerking van de bedrading schakel je de stroom in en laat je de teller werken terwijl je naar figuur 1 van vorig project kijkt. Welk getal verschijnt eerst? Het is 15. Druk nu op S1 om de impulsen te geven, bekijk de **LED's** en volg de werking van de teller.

PROJECT 214: AFTELLER VAN TIEN

Nu maken we met een teller IC een circuit dat aftelt van 10 tot 1. Het kan met behulp van vier **LED's** de getallen 0 - 9 weergeven.

Zoals je uit het schema kunt afleiden, stuurt **S1** de impulsen naar het CLK-punt van de IC. De output van de teller komt van Q0 - Q2. **S2** wordt gebruikt als terugsteltoets om de teller weer op nul te zetten.

Na het opbouwen van het circuit schakel je de stroom in en druk je op **S2**. Wat gebeurt er met de **LED's**? Ze gaan allemaal uit en geven dus een 0 weer. Druk nu op **S1** en je ziet hoe **LED 5** en **8** gaan branden om de 9 weer te geven. (Het is een afteller!) Druk nog een paar keer op **S1** en zie hoe het door de **LED's** weergegeven getal voortdurend daalt van **9** naar **8, 7, 6** enz.

PROJECT 215 : ECADE DOWN COUNTER WITH DISPLAY

this project, we're going to make a down counter that can display the numbers **0 - 9** on the display, using a counter IC and a decoder IC. As we found in our project 214, a down counter can count the numbers downward from zero to **9, 8, 7..** and so on when the pulses are input.

The schematic lets you see that the counter IC output is taken from Q0 - Q3. This output is decoded by the decoder IC and displayed on the display.

When you finish the wiring, turn power ON and you'll notice that **0** is displayed on the **LED display**. Tap **S1**, and **0** changes to **9**.. Tap **S1** few times, and the number changes to **8, 7, 6..** and so on.

S2 is a reset switch for resetting the count to 0. Press it and see if the number on the display changes to **0**.

PROJECT 216 : RESETTABLE COUNTER

We're going to make a counter that can start counting from any preset number, using a counter IC with a preset function. The output of the counter is displayed by four **LEDs**. Figure 1 shows the decimal number for each of the outputs displayed in binary numbers.

Wire the project and turn power ON. At this time, the counter is preset to zero; when you press **S1** to send out the pulses, it starts counting from 1 to 2, 3, 4 and so on. Let it go on counting, and set it to 0 (all **LEDs** OFF).

Now try presetting the counter. You use **S5 - S8** to input the presetting of the number. Use binary -- see table and press the key(s) that correspond to 0 in the table. For example, to input **6** as the preset number, press and hold **S5** and **S8** and then press **S3**. The **LED display** changes **6**, as shown in example 3.

If the number **6** is preset this way, press **S1** to send out the pulses. The counter starts counting from **7 to 8, 9, 10** and so on. Reset the counter to other numbers and see how it works.

You probably noticed something different in this project. We have been using the four **LEDs** to count up to **10**, but in this project we counted up to **15**. We'll explain about this in next project.

Decimal	Binary(4 Bits)			
	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1

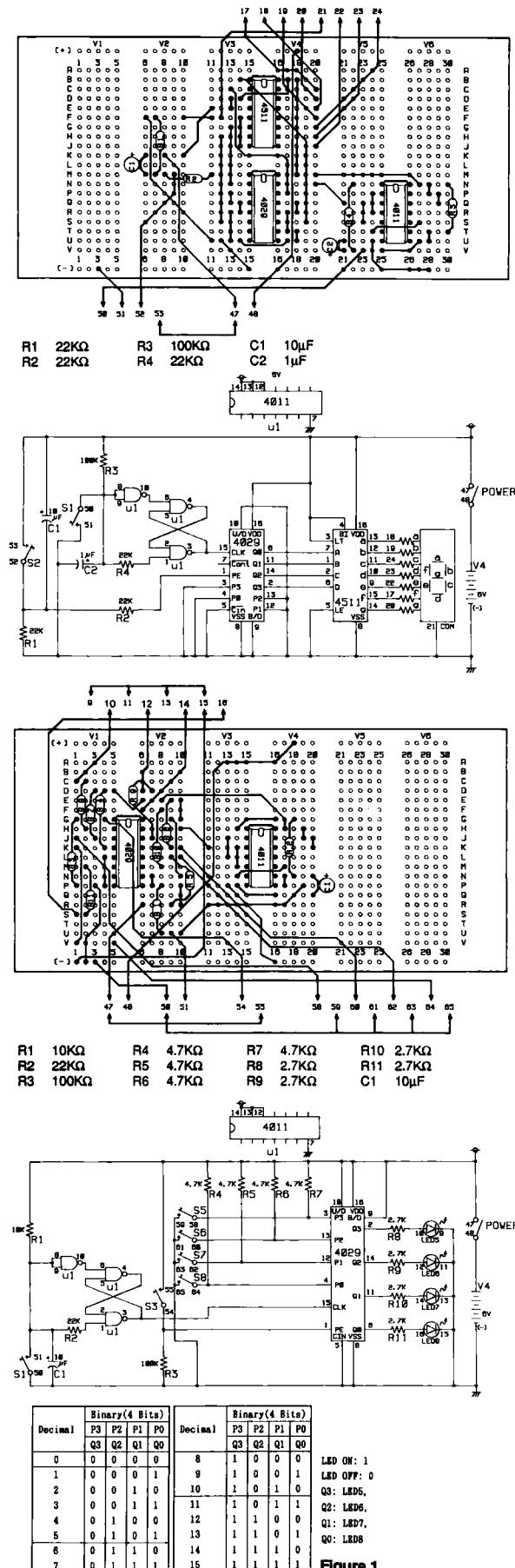
LED ON: 1
LED OFF: 0
Q3: LED6, Q2: LED5, Q1: LED7, Q0: LED8

Figure 1

	LED6	LED5	LED7	LED8	
E1	●	●	●	●	Display 0.
E2	55	86	87	88	Setting 0 (ON) (OFF) (ON) (ON/OFF)
E3	●	○	○	●	Display 6.

LED ON: ○
LED OFF: ●
For setting E2, press S3 with pushing 55 and 88.

Figure 2



MONTAGE 215 : COMPTEUR DECIMAL DESCENDANT AVEC AFFICHAGE

Ce montage vous permettra de réaliser un compteur descendant capable d'afficher les chiffres **0 à 9** à l'aide d'un CI compteur et d'un CI décodeur. Comme nous l'avons déjà expliqué au montage 214, le compteur descendant compte dans l'ordre décroissant en commençant par **0**, suivi de **9, 8, 7..** etc. en fonction des impulsions fournies.

Le diagramme schématique vous permet de voir que la sortie du CI compteur provient de Q0 à Q3. Cette sortie est déchiffrée par le CI décodeur avant d'apparaître sur l'affichage.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que le chiffre **0** apparaît sur l'affichage. Tapotez sur **S1** et **0** devient **9**. Tapotez sur **S1** à plusieurs reprises et le chiffre affiché devient **8, puis 7, 6..** etc.

S2 joue le rôle de bouton de réinitialisation qui permet de remettre le compteur à zéro. Enfoncez-le et voyez si le chiffre affiché est bien **0**.

MONTAGE 216 : COMPTEUR A PREAFFICHAGE

Nous allons réaliser un compteur capable de compter à partir de n'importe quel nombre préaffiché à l'aide d'un CI compteur possédant une fonction de préaffichage. La sortie de ce compteur est affichée à l'aide de 4 diodes LED. La Figure 1 indique le nombre décimal qui correspond à chaque sortie affichée sous forme binaire.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, le compteur est préaffiché sur 0. Quand vous enfoncez **S1** pour envoyer des impulsions, il commence à compter dans l'ordre 1, 2, 3, 4, etc. Commencez donc le comptage en réglant le compteur sur 0 (toutes les diodes LED éteintes).

Essayez à présent de préafficher le compteur. Utilisez les manipulateurs **S5 à S8** pour préafficher le nombre en binaire (voir Tableau) en appuyant sur le(s) manipulateur(s) qui correspond(ent) à 0. Pour préafficher le chiffre **6**, par exemple, appuyez sur **S5 et S8** et maintenez-les enfoncés, puis appuyez sur **S3**. L'affichage LED fait apparaître le chiffre **6**, comme illustré à l'exemple 3.

Une fois le chiffre **6** préaffiché, enfoncez **S1** pour envoyer les impulsions. Le compteur commence à compter à partir de **7**, suivi de **8, 9, 10..** etc. Préaffichez un autre chiffre et voyez comment fonctionne le compteur.

Vous avez probablement remarqué une différence dans ce montage. Jusqu'ici, nous avons utilisé les 4 diodes LED pour compter jusqu'à **10** alors que dans ce montage, le compteur compte jusque **15**. Vous trouverez des informations supplémentaires à ce sujet dans le montage suivant.

Décimal	Binary(4 Bits)			
	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Décimal	Binary(4 Bits)			
	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Décimal	Binary(4 Bits)			
	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Diode LED allumée: 1
Diode LED éteinte: 0

Q3: LED 5
Q2: LED 6
Q1: LED 7
Q0: LED 8

Diode LED allumée: 1
Diode LED éteinte: 0

Affichage 6
Préaffichage 6
(ON/OFF)
Affichage 6

Diode LED allumée: 1
Diode LED éteinte: 0

</

PROJECT 217 : HEXADECIMAL COUNTER

We're now going to find out how to express the hexadecimal numbers **0 - 15** in four-digit binary numbers, using a counter IC. The counter IC outputs hexadecimal numbers when clock pulses are input. The relationship between the hexadecimal numbers and the binary numbers is shown in Figure 1.

Before using this project, remember that 1 is expressed when the **LED** is ON and 0 when it is OFF.

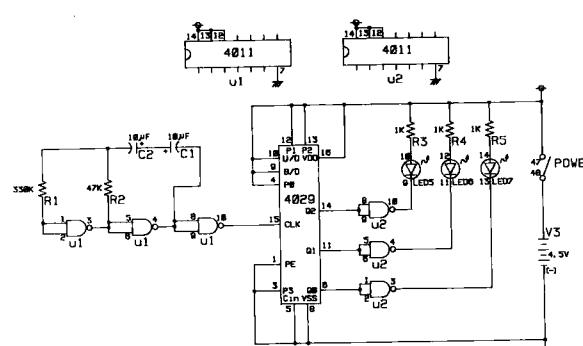
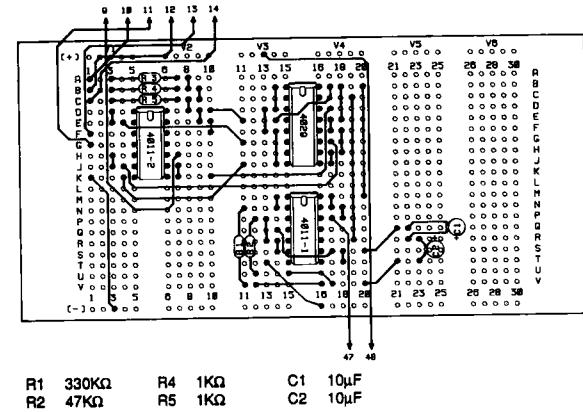
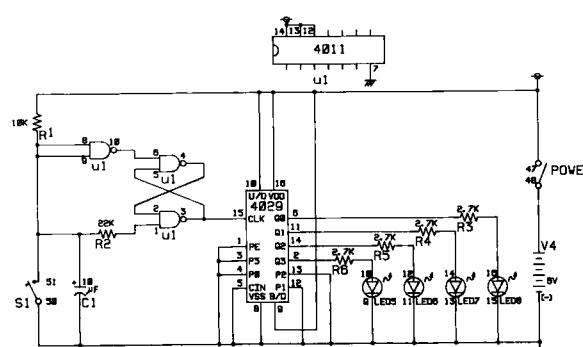
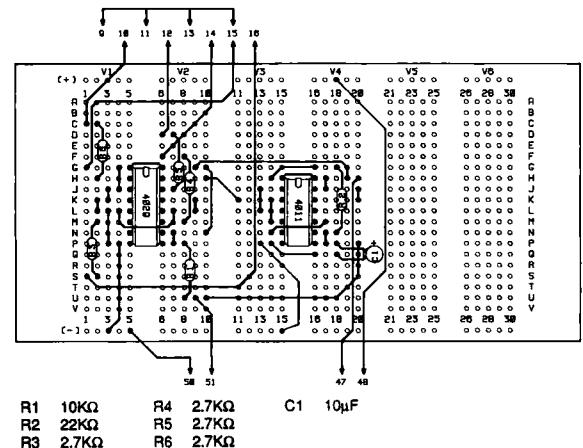
Wire the project and turn power ON, and see what the LEDs are doing. Do they display 0? Now, give a flip to **S1** and see what number is displayed. It's 1. Press **S1** while watching Figure 1, and see how this counter works.

LED5	LED6	LED7	LED8	BCD
●	●	●	●	0
●	●	●	○	1
●	●	○	○	2
●	●	○	●	3
●	○	●	●	4
●	○	●	○	5
●	○	○	●	6
●	○	○	○	7
○	●	●	●	8
○	●	●	○	9
○	●	○	●	A
○	○	●	●	B
○	○	●	○	C
○	○	○	●	D
○	○	○	○	E
○	○	○	○	F

↑ ↑ 1 ↑ ↑ Returns to "0" state.

LED OFF: ● (0)
LED ON : ○ (1)

Figure 1



PROJECT 218 : OCTAL COUNTER

Here's an octal counter that can display the numbers **0 - 7** in three **LEDs**, using a counter IC. Figure 1 shows the relationship between the decimal numbers **0 - 7** and the counter outputs displayed by different ON-OFF combinations of **LED 5 - LED 7**.

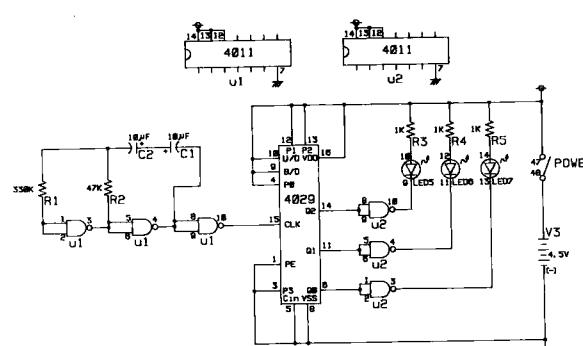
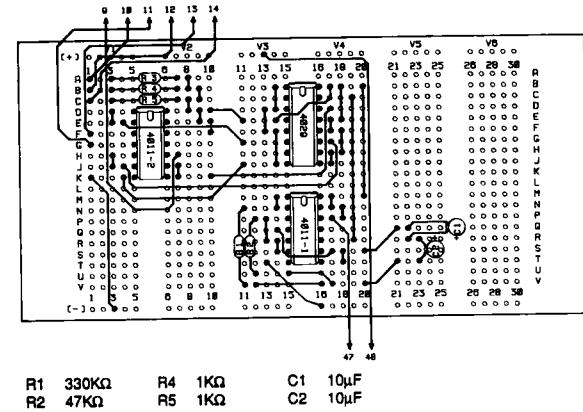
The schematic shows see that the astable multivibrator using a NAND gate generates clock pulses. IC2 counts the pulses from the multivibrator, and its output is sent to Q0 - Q2. A NAND gate circuit is used to display this output with the **LEDs**.

Wire the project, turn power ON and see what happens to the **LEDs**. You'll see them start blinking ON and OFF. Watch the **LEDs** while looking at Figure 1, and you'll notice that the counter is counting from **0** to **1, 2, 3...**and so on.

Octal	LED5	LED6	LED7
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

LED ON : 1 or H
LED OFF: 0 or L

Figure 1



MONTAGE 217 : COMPTEUR HEXADECIMAL

Ce montage vous permettra de découvrir comment exprimer les nombres hexadécimaux **0 à 15** sous forme de nombres binaires à 4 chiffres à l'aide d'un CI compteur. Le CI compteur produit des nombres hexadécimaux dès qu'il reçoit des impulsions d'horloge. La relation entre les nombres hexadécimaux et les nombres binaires est illustrée à la Figure 1.

Avant d'utiliser ce montage, rappelons que 1 correspond à la diode **LED** allumée et 0, à la diode LED éteinte.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension puis voyez comment réagissent les diodes LED. Affichent-elles le chiffre 0? A présent, tapotez sur **S1** et regardez le chiffre affiché. Il s'agit du chiffre 1. Enfoncez **S1** en examinant la Figure 1 et voyez comment fonctionne ce compteur.

LED5	LED6	LED7	LED8	BCD
●	●	●	●	0
●	●	●	○	1
●	●	○	●	2
●	●	○	○	3
●	○	●	●	4
●	○	●	○	5
●	○	○	●	6
●	○	○	○	7
○	●	●	●	8
○	●	●	○	9
○	●	○	●	A
○	●	○	○	B
○	○	●	●	C
○	○	●	○	D
○	○	○	●	E
○	○	○	○	F

↑ ↑ 1 ↑ ↑ Revert à l'état "0"

Diode LED éteinte: ● (0)
Diode LED allumée: ○ (1)

Figure 1

PROJECT 217: HEXADECIMALE TELLER

Nu gaan we uitdokteren hoe we de hexadecimale getallen **0 - 15** kunnen weergeven met viercijferige binaire getallen, met behulp van een teller IC. De teller IC geeft hexadecimale getallen wanneer hij klokimpulsen ontvangt. De relatie tussen de hexadecimale getallen en de binaire getallen vind je in figuur 1.

Voor je dit project gebruikt moet je onthouden dat 1 wordt weergegeven door een **LED** die brandt en 0 door een gedoofde.

Bedraad het project en schakel de stroom in. Kijk toe wat de LED's doen. Geven zij een nul weer? Druk nu even op **S1** en kijk welk getal er verschijnt. Het is 1. Druk nogmaals op **S1** en bekijk ondertussen figuur 1 om te zien hoe de teller werkt.

LED5	LED6	LED7	LED8	BCD
●	●	●	●	0
●	●	●	○	1
●	●	○	●	2
●	●	○	○	3
●	○	●	●	4
●	○	●	○	5
●	○	○	●	6
●	○	○	○	7
○	●	●	●	8
○	●	●	○	9
○	●	○	●	A
○	●	○	○	B
○	○	●	●	C
○	○	●	○	D
○	○	○	●	E
○	○	○	○	F

↑ ↑ 1 ↑ ↑ Keert terug naar "0" toestand

LED UIT: ● (0)
LED AAN: ○ (1)

Figuur 1

PROJECT 218: OCTALE TELLER

Nu werken we met een octale teller, die de cijfers **0 - 7** kan weergeven met drie **LED's**, met behulp van een teller IC. Op figuur 1 zie je de relatie tussen de decimale getallen **0 - 7** en de teller-outputs zoals die worden weergegeven door aan/uit combinaties van **LED 5 - LED 7**.

Op het schema zie je dat de veranderlijke multivibrator met behulp van een NAND poort klokimpulsen opwekt. IC2 telt de impulsen van de multivibrator en zijn output wordt doorgezonden naar Q0 - Q2. Een NAND poort circuit wordt gebruikt om deze output met de **LED's** weer te geven.

Bedraad het project, schakel de stroom in en kijk wat er met de **LED's** gebeurt. Je ziet hoe ze aan en uit beginnen te knipperen. Hou de **LED's** in de gaten terwijl je controleert op figuur 1, en je zult zien dat de teller optelt van **0** naar **1, 2, 3** enz.

Octal	LED5	LED6	LED7
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

Figure 1

Octal	LED5	LED6	LED7
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

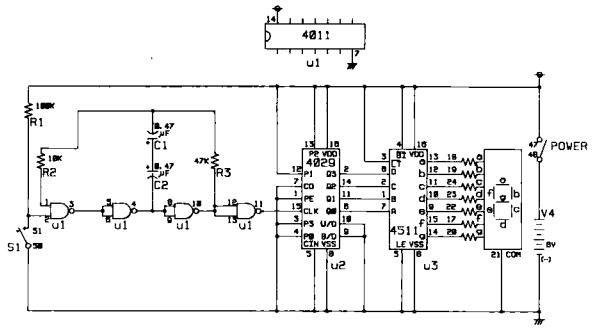
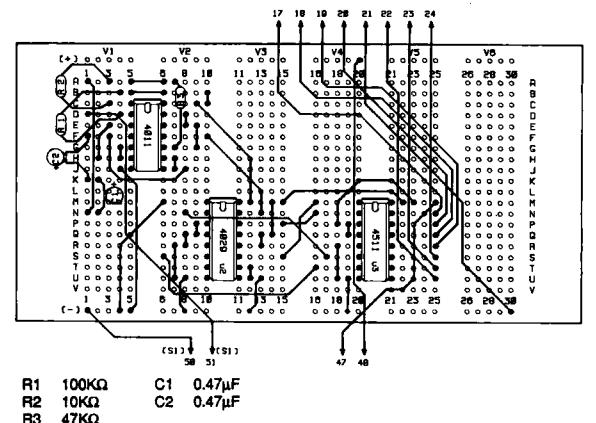
Figuur 1

PROJECT 219 : RANDOM ACCESS DISPLAY

Here's a random access display. It indicates the numbers **0 - 9** rapidly in order when the **power switch** is on, and stops at one of the numbers when **S1** is pressed. You can use it as a roulette or dice.

When you finish wiring, turn power ON. The numbers on the **LED** display change rapidly and look like "8." Now press **S1** and see what happens. The display stops at one of the numbers **0 - 9**. Now release **S1** and the number begins changing rapidly again. Press and release **S1** a few times, and you'll notice that the number on the display changes each time you release **S1**.

As you can see by the schematic, the astable multivibrator sends its clock pulses to the counter IC. It stops generating the clock pulses when **S1** is pressed. The counter IC is a decade-down counter, and its output is decoded by the decoder IC and displayed on the **LED** display.



PROJECT 220 : DECade Counter

Here's another decade counter using a counter IC, but this one is an up counter unlike the one we built in our last project. It can display the numbers **0 - 9** by four **LEDs**. Figure 1 shows the decimal number for each of the counter outputs displayed by different ON/OFF combinations of the four **LEDs**.

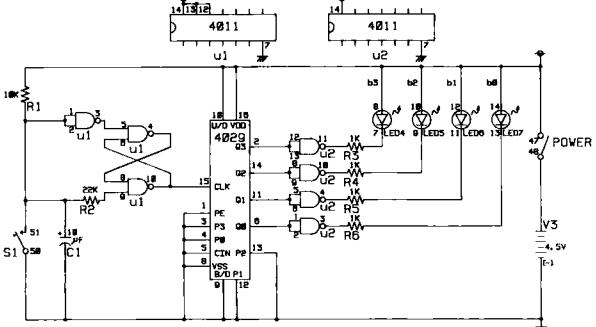
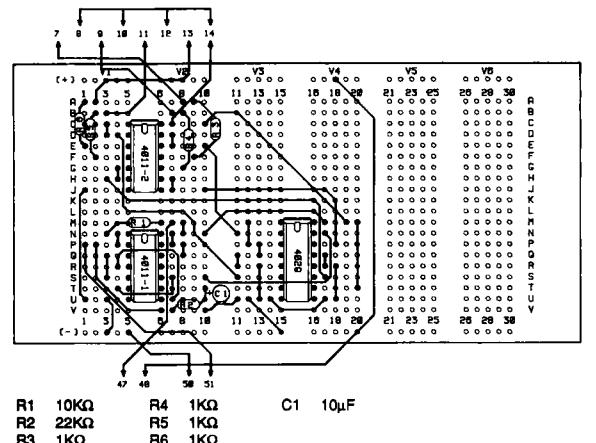
The schematic shows you that IC 4029 is the decade up counter, and **S1** sends the pulses to the CLK terminal. The output of the counter is taken from Q0 - Q2. A NAND gate circuit is used to display this output using the **LEDs**.

When you finish assembling, turn power ON and press **S1**. The counter starts counting the numbers upward from **0** to **1, 2, 3, ...** and so on. Use this project while looking at Figure 1 so you can get a better understanding of the counter operation.

Decimal	LED4	LED5	LED6	LED7
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	0	0	0	1

LED ON: 1 or H
LED OFF: 0 or L

Figure 1



MONTAGE 219 : AFFICHAGE ALEATOIRE

Voici un affichage aléatoire. Il affiche rapidement les chiffres **0 à 9** dans l'ordre quand le circuit est sous tension et s'arrête sur l'un d'entre eux dès que vous enfoncez **S1**. Ce montage peut également faire office de roulette ou de dé.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Les chiffres apparaissent rapidement sur l'affichage **LED**, sous forme de "8". A présent, enfoncez **S1** et voyez ce qu'il se passe. L'affichage s'immobilise sur un chiffre quelconque compris entre **0** et **9**. Ensuite, relâchez **S1**. Les chiffres défilent à nouveau rapidement sur l'affichage. Enfoncez et relâchez **S1** à plusieurs reprises. Vous constatez que l'affichage fait apparaître un chiffre différent chaque fois que vous relâchez **S1**.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le multivibrateur astable envoie des impulsions d'horloge au CI compteur. Dès que vous enfoncez **S1**, il cesse de produire les impulsions d'horloge. Le CI est un compteur décimal descendant dont la sortie est déchiffrée par le CI décodeur avant d'apparaître sur l'affichage **LED**.

PROJECT 219: WILLEKEURIG DISPLAY

Bij dit project zie je, wanneer de stroom ingeschakeld is, de cijfers **0 - 9** elkaar zeer snel opvolgen op het display. Het display stopt bij één cijfer zodra op **S1** wordt gedrukt. Je kunt het dan ook gebruiken als roulette of dobbelsteen.

Na afwerking van de bedrading schakel je de stroom in. De cijfers op het **LED**-display veranderen zeer snel - het lijkt of je voortdurend een "8" ziet. Druk nu op **S1** en kijk wat er gebeurt. Het display houdt halt bij één van de cijfers **0 - 9**. Laat **S1** weer los en de cijfers beginnen weer snel te lopen. Druk een paar keer op **S1** en laat weer los, en je zult vaststellen dat het cijfer op het display verandert telkens wanneer je op **S1** drukt.

Zoals je op het schema vaststelt, stuurt de veranderlijke multivibrator klokimpulsen naar de teller IC. Hij stopt met het opwekken van klokimpulsen zodra op **S1** wordt gedrukt. De teller IC is een afteller van tien, en de output ervan wordt gedecodeerd door de decoder-IC en weergegeven op het **LED**-display.

PROJECT 220: TOT-TIEN-TELLER

Met behulp van een teller IC maken we nu een teller die optelt tot tien (wie niet weg is, is gezien!). Hij kan de cijfers **0 - 9** weergeven in de vorm van 4 **LED's**. Op figuur 1 zie je het decimale getal waar mee elke aan/uit **LED**-combinatie (output van de teller) overeenkomt.

Op het schema zie je dat IC 4029 de tot-tien-teller is, terwijl **S1** de impulsen stuurt naar het CLK-punt. De output van de teller komt van Q0 - Q2. Een NAND poort circuit wordt gebruikt om deze output weer te geven met behulp van de **LED's**.

Na het opbouwen schakel je de stroom in en druk je op **S1**. De teller begint op te tellen vanaf **0** tot **1, 2, 3, 4** enz. Gebruik dit project terwijl je figuur 1 in de gaten houdt, zodat je meer inzicht krijgt in de werking van de teller.

Decimaal	LED4	LED5	LED6	LED7
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

Figuur 1

Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

PROJECT 221 : BCD COUNTER WITH DISPLAY

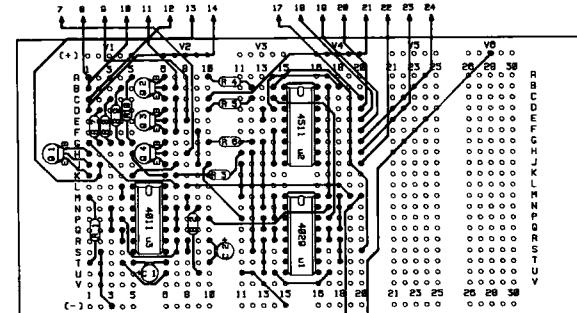
In this project, we compare the BCD (binary coded decimal) display on the **LEDs** with the decimal display on the **LED display**. A slow clock pulse is counted by the counter IC.

As you can see in the schematic, IC1 is used to generate the clock pulses, IC2 is the counter IC, and IC3 works as a decoder displaying decimal number on the **LED display**.

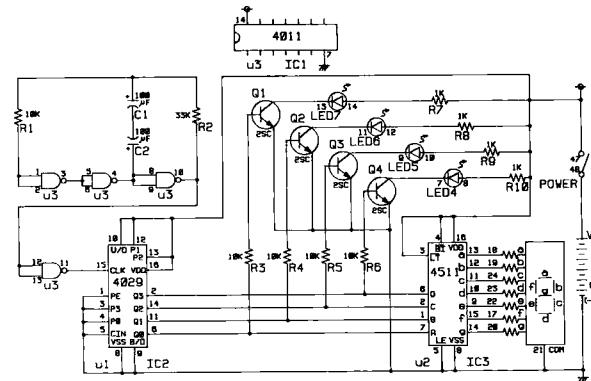
Assemble the project and turn power ON. At this time, the **LED display** shows "0". When the clock pulses are generated, it starts counting from 1 to 2, 3, 4..., as so on, as shown in Figure 1, and at the same time **LED 4 - LED 7** begin blinking ON and OFF. Can you see the relationship between the four **LEDs** and the display? Look at Figure 1. It helps you understand the relationship.

Decimal	BCD Code				7-Segment Element						
	LED4	LED5	LED6	LED7	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1

Figure 1



C1 2SC R1 10kΩ R5 10kΩ R9 1kΩ
C2 2SC R2 33kΩ R6 10kΩ R10 1kΩ C1 100μF
C3 2SC R3 10kΩ R7 1kΩ C2 100μF
C4 2SC R4 10kΩ R8 1kΩ



PROJECT 222 : OCTAL COUNTER WITH LINE DECODER

In this project, we're going to light up one of the eight **LEDs**, using an octal counter and an octal line decoder.

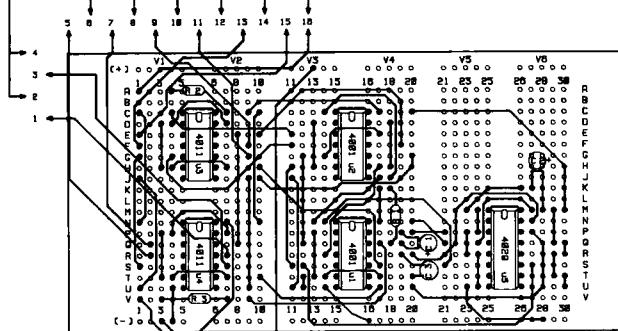
Look at the schematic for the project. You'll see that the counter's output is taken from Q0 - Q2. This output is decoded by the octal line decoder made up of a NAND gate and a NOR gate to light up the eight **LEDs**. Figure 1 shows the relationship between the outputs Q0 - Q2 (A - C) and the **LEDs**.

When you finish wiring, turn power ON and see which **LED** is ON. Take a look at Figure 1, and you'll see that you can tell about the outputs Q0 - Q2 from the **LED** which is lit. Now press **S1** to send out the pulses. The counter IC counts the pulses and light up the **LEDs** one by one as shown in Figure 1.

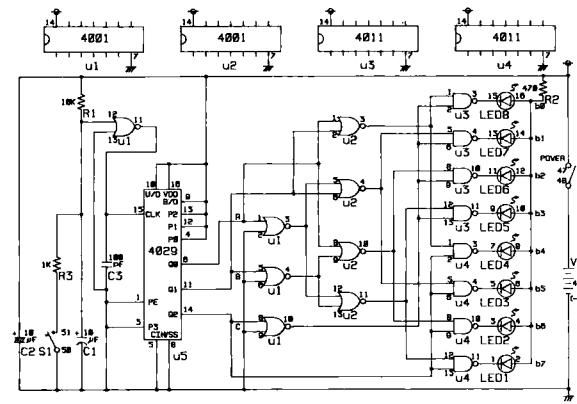
C	B	A	LED to be turned ON
0	0	0	LED8
0	0	1	LED7
0	1	0	LED6
0	1	1	LED5
1	0	0	LED4
1	0	1	LED3
1	1	0	LED2
1	1	1	LED1

1 = H
0 = L

Figure 1



R1 10kΩ C1 10μF
R2 470Ω C2 10μF
R3 1kΩ C3 100pF



MONTAGE 221 : COMPTEUR DECIMAL CODE BINAIRE AVEC AFFICHAGE

Dans ce montage, nous comparons l'affichage décimal codé binaire sur les diodes LED avec l'affichage décimal sur l'affichage LED. Le CI compteur compte des impulsions d'horloge lentes.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le CI 1 est utilisé pour produire les impulsions d'horloge, le CI 2 fait office de CI compteur et le CI 3 joue le rôle de décodeur affichant le nombre décimal sur l'affichage LED.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, l'affichage LED fait apparaître le chiffre "0". Quand les impulsions d'horloge sont produites, le compteur commence à compter à partir de 1, suivi de 2, 3, 4, etc., comme illustré à la Figure 1. Parallèlement, les diodes LED 4 à 7 s'allument et s'éteignent. Voyez-vous la relation entre les quatre diodes LED et l'affichage? Examinez la Figure 1. Elle vous aidera à comprendre cette relation.

Décimal	Code décimal/codé binaire				Element à 7 segments						
	LED4	LED5	LED6	LED7	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1

Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

Figure 1

PROJECT 221: BCD TELLER MET AFLEZING

In dit project vergelijken we de BCD (=binair gecodeerd decimaal) aflezing op de **LED's** met de decimale aflezing op het **LED display**. Een trage klokimpuls wordt geteld door de teller IC.

Zoals je op het schema kunt zien, wordt IC1 gebruikt om de klokimpulsen op te wekken, is IC2 de teller IC en werkt IC3 als decodeerde om het decimale getal op het **LED-display** weer te geven.

Bouw het project op en schakel de stroom in. Op dit moment geeft het **LED-display** "0" weer. Wanneer de klokimpulsen worden opgewekt, begint het te tellen van 1 tot 2, 3, 4, enz., zoals op figuur 1 is aangebeeld; tegelijk beginnen **LED 4 - LED 7** aan en uit te knipperen. Zie je de relatie tussen de vier **LED's** en het display? Bekijk figuur 1, die helpt je meer inzicht te krijgen in die relatie.

Decimaal	Binair gecodeerd decimaal				Element met 7 segmenten						
	LED4	LED5	LED6	LED7	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1

LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

Figuur 1

MONTAGE 222 : COMPTEUR OCTAL AVEC DECODEUR

Ce montage vous permettra d'éclairer une des huit diodes LED à l'aide d'un compteur octal avec décodeur octal.

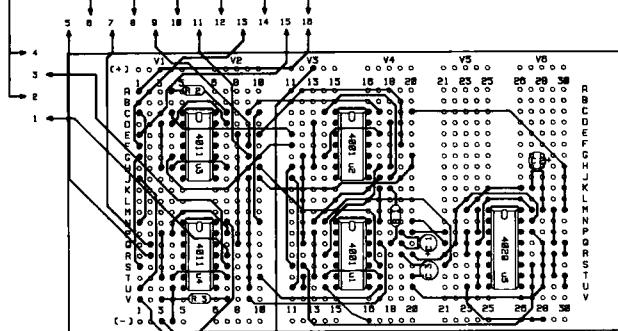
Examinez le diagramme schématique de ce montage. Vous remarquez que la sortie du compteur provient de Q0 à Q2. Cette sortie est déchiffrée par le décodeur octal constitué d'une porte NON-ET et d'une porte NON-OU destinées à éclairer les huit diodes LED. La Figure 1 illustre la relation entre les sorties Q0 à Q2 (A - C) et les diodes LED.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez quelle diode LED est allumée. Examinez brièvement la Figure 1. Vous constatez que la diode LED qui est allumée vous renseigne sur les sorties Q0 à Q2. A présent, enfoncez **S1** pour envoyer les impulsions. Le CI compteur compte les impulsions et allume successivement les diodes LED, comme illustré à la Figure 1.

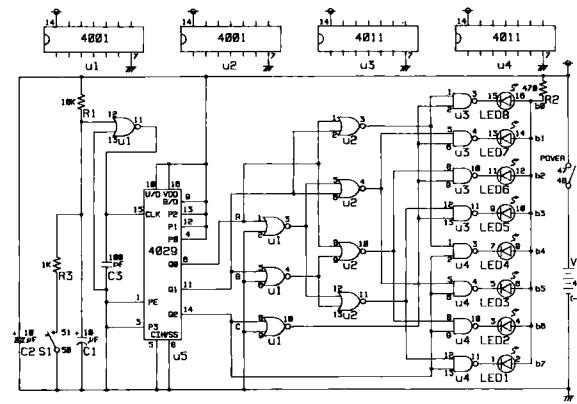
C	B	A	Illumination des diodes LED
0	0	0	LED8
0	0	1	LED7
0	1	0	LED6
0	1	1	LED5
1	0	0	LED4
1	0	1	LED3
1	1	0	LED2
1	1	1	LED1

1 = H
0 = L

Figure 1



R1 10kΩ C1 10μF
R2 470Ω C2 10μF
R3 1kΩ C3 100pF



C	B	A	LED die moet branden
0	0	0	LED8
0	0	1	LED7
0	1	0	LED6
0	1	1	LED5
1	0	0	LED4
1	0	1	LED3
1	1	0	LED2
1	1	1	LED1

1 = H
0 = L

Figuur 1

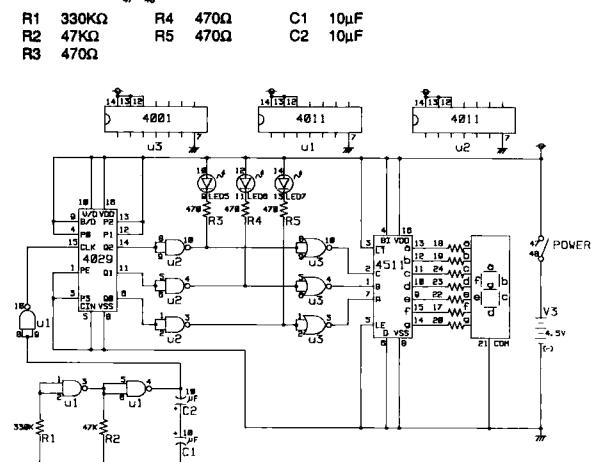
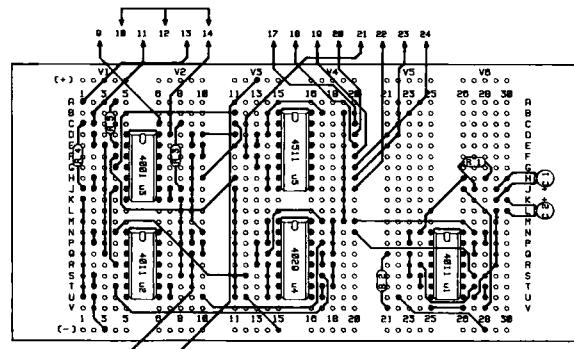
PROJECT 223 : CTAL COUNTER WITH DISPLAY

Here's another octal counter whose outputs (Q0 - Q2) light up LEDs and are also displayed in decimal numbers on the display.

You'll see in the schematic for this project, an astable multivibrator made up of two NAND gates generates the clock pulses to count. The outputs of the counter, Q0 - Q2, are decoded by the decoder IC and displayed on the display.

When you finish assembling, turn power ON. You'll notice that the display begins displaying the numbers from **1** to **2, 3..** and so on up to **7**, and returns to **0** and repeats this counting operation over and over again.

Display			7-Segment
LED5	LED6	LED7	Display
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7



PROJECT 224 : DECade Counter with Display

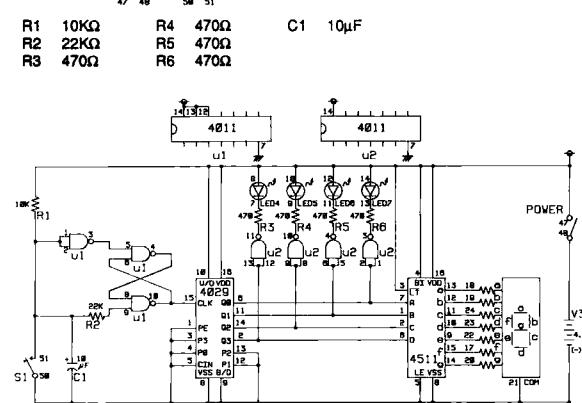
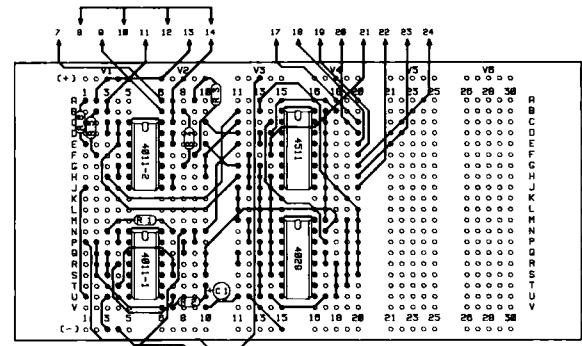
It's make a decimal counter using a counter IC. You can see by the schematic that the counter IC output is decoded with a decoder IC and display the result in decimal numbers on the display.

When you finish assembling, turn power ON. At this time, all LEDs are OFF and **0** is shown on the **LED display**. Press **S1** to send the pulses to the counter IC. The display changes to **1, 2, 3..** and so on. In the same time, you'll notice the four **LEDs** blinking ON and OFF as shown in Figure 1. Keep pressing **S1**, and the number reaches **9** and return to **0**, then change again to **1, 2, 3, ...** and so forth. This counting operation repeats over and over again so long as you keep pressing **S1**.

Decimal	LED5	LED6	LED7	LED8
9	1	0	0	1
8	1	0	0	0
7	0	1	1	1
6	0	1	1	0
5	0	1	0	1
4	0	1	0	0
3	0	0	1	1
2	0	0	1	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0

LED ON : 1 or H
LED OFF: 0 or L

Figure 1



MONTAGE 223 : COMPTEUR OCTAL AVEC AFFICHAGE

Voici un autre compteur octal dont les sorties (Q0 à Q2) illuminent les diodes LED tout en apparaissant sous forme de nombre décimal sur l'affichage.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique de ce montage, le multivibrateur astable constitué de deux portes NON-ET produit les impulsions d'horloge à compter. Les sorties du compteur, Q0 à Q2, sont déchiffrées par le CI décodeur avant d'apparaître sur l'affichage.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous remarquez que l'affichage fait apparaître les chiffres en commençant par **1**, suivi de **2, 3**, etc. jusqu'à **7**. Ensuite, il revient à **0** et répète indéfiniment ce comptage.

Affichage			Affichage à 7 segments
LED5	LED6	LED7	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Diode LED allumée = 1 ou H
Diode LED éteinte = 0 ou L

Figure 1

PROJECT 223: OCTALE TELLER MET AFLEZING

Hier heb je nog een octale teller waarvan de outputs (Q0 - Q2) LED's doen branden en ook in decimale getallen worden weergegeven op het display.

Zoals je op het schema ziet, wordt de klokimpuls om te tellen opgewekt door een veranderlijke multivibrator die bestaat uit twee NAND poorten. De outputs van de teller, Q0- Q2, worden gedecodeerd door de decodeer-IC en weergegeven op het display.

Zodra je klaar bent met de opbouw, schakel je de stroom in. Je stelt vast dat het display de cijfers begint weer te geven van **0** tot **1, 2, 3** enz., tot en met **7**: Daarna keert het terug naar **0** en herbegint steeds weer de telcyclus.

Display			Display met 7 segmenten
LED5	LED6	LED7	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

LED AAN = 1 of H
LED UIT = 0 of L

Figuur 1

PROJECT 224 : TOT-TIEN-TELLER MET AFLEZING

Nous allons à présent réaliser un compteur décimal qui utilise un CI compteur. Sur le diagramme schématique, vous constatez que la sortie du CI compteur est déchiffrée par un CI décodeur qui affiche le résultat sous forme de nombre décimal.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, toutes les diodes LED sont éteintes et le chiffre **0** apparaît sur l'**affichage LED**. Enfoncez **S1** pour envoyer les impulsions au CI compteur. L'affichage fait apparaître les chiffres **1**, puis **2, 3**, etc. Parallèlement, vous constatez que les 4 diodes LED s'allument et s'éteignent de la manière illustrée à la Figure 1. Maintenez **S1** enfoncé. Une fois le chiffre **9** atteint, l'affichage revient à **0** puis fait apparaître à nouveau les chiffres **1, 2, 3**, etc. Le comptage se répète aussi longtemps que vous maintenez **S1** enfoncé.

Décimal	LED5	LED6	LED7	LED8
9	1	0	0	1
8	1	0	0	0
7	0	1	1	1
6	0	1	1	0
5	0	1	0	1
4	0	1	0	0
3	0	0	1	1
2	0	0	1	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0

Diode LED allumée: 1 or H
Diode LED éteinte: 0 or L

Figure 1

MONTAGE 224 : COMPTEUR DECIMAL AVEC AFFICHAGE

Nous allons à présent réaliser un compteur décimal qui utilise un CI compteur. Sur le diagramme schématique, vous constatez que la sortie du CI compteur est déchiffrée par un CI décodeur qui affiche le résultat sous forme de nombre décimal.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, toutes les diodes LED sont éteintes et le chiffre **0** apparaît sur l'**affichage LED**. Enfoncez **S1** pour envoyer les impulsions au CI compteur. L'affichage fait apparaître les chiffres **1**, puis **2, 3**, etc. Parallèlement, vous constatez que les 4 diodes LED s'allument et s'éteignent de la manière illustrée à la Figure 1. Maintenez **S1** enfoncé. Une fois le chiffre **9** atteint, l'affichage revient à **0** puis fait apparaître à nouveau les chiffres **1, 2, 3**, etc. Le comptage se répète aussi longtemps que vous maintenez **S1** enfoncé.

Décimal	LED5	LED6	LED7	LED8
9	1	0	0	1
8	1	0	0	0
7	0	1	1	1
6	0	1	1	0
5	0	1	0	1
4	0	1	0	0
3	0	0	1	1
2	0	0	1	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0

LED AAN = 1 of H
LED UIT = 0 of L

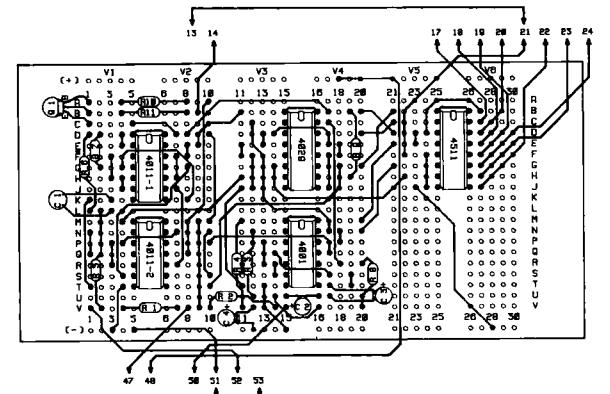
Figuur 1

PROJECT 225 : DECade Counter with Display II

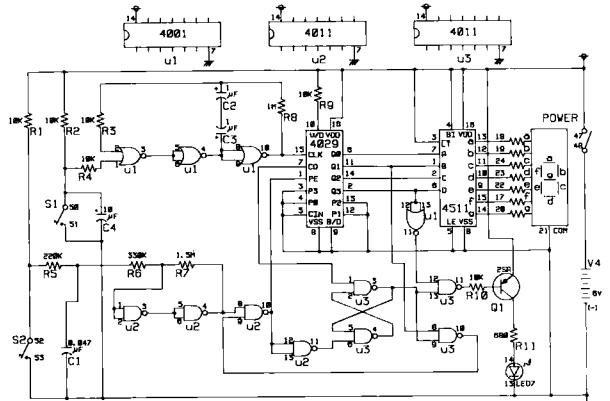
We're now going to build a decade counter that can count 12 numbers from 0 to 11, using one LED display and one LED (LED 7) for indicating the carry from 9 to 10.

When you finish assembling, turn power ON, and press S1 and S2 at the same time. The LED display shows 0 and LED 7 goes out to indicate the preset condition.

Press S1 a number of times, and LED 7 lights up to indicate the carry when the number 9 on the LED display changes to 0. Press S1 again, and you'll see the number 1 on the LED display, which actually means 11. If you press S1 once again, LED 7 goes out and the LED display returns to 0.



R1 10kΩ R4 10kΩ R7 1.5MΩ R10 10kΩ C2 1μF
R2 10kΩ R5 220kΩ R8 1MΩ R11 680Ω C3 1μF
R3 10kΩ R6 330kΩ R9 10kΩ C1 0.047μF C4 10μF



PROJECT 226 : BCD TO 7-SEGMENT DECODER

In the digital world of computers, data is processed using combinations of 4-bit or 8-bit pulses. But these are a machine language hard to understand for us humans. So, it's necessary to convert this machine language to numbers understandable to us. This can be realized by the BCD to 7-Segment Decoder that displays the decoded notations on the LED display.

In this project, we're going to find out how 4-bit BCD (Binary Coded Decimal) notations can be converted to the numbers 0 - 9.

Keys S1 - S4 are used for input of A - D, as shown in Figure 1. When any of these switches is pressed, it gives a "1". When it is turned OFF, a "0" is input. Try producing different numbers on the display by manipulating these keys.

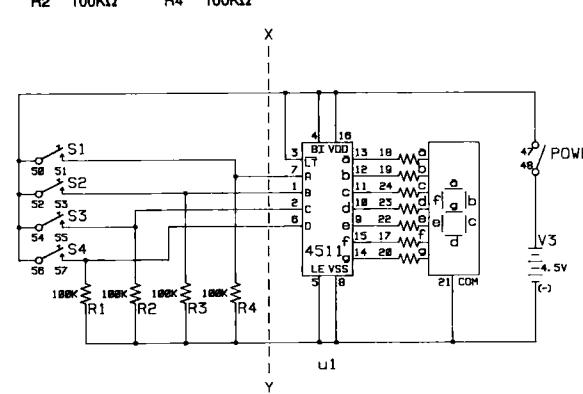
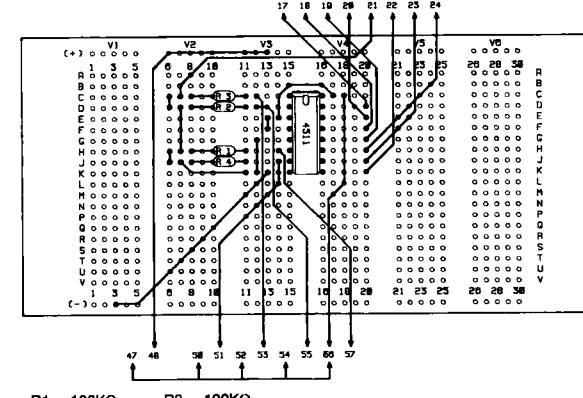
BCD to 7-Segment Decoder

S4	S3	S2	S1	DISPLAY
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

S1-S4 ON : 1

S1-S4 OFF: 0

Figure 1



R1 100kΩ R3 100kΩ R4 100kΩ

R2 100kΩ

MONTAGE 225 : COMPTEUR DECIMAL AVEC AFFICHAGE II

Nous allons à présent réaliser un compteur décimal capable de compter 12 chiffres (0 à 11) en utilisant l'affichage LED ainsi qu'une LED (7) pour indiquer le report de 9 à 10.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez simultanément S1 et S2. L'affichage LED fait apparaître le chiffre 0 tandis que la diode LED 7 s'éteint pour signaler la condition de préaffichage.

Enfoncez S1 à plusieurs reprises. La diode LED 7 s'allume pour indiquer le report quand le chiffre 9 de l'affichage LED revient à 0. Enfoncez à nouveau S1 et vous voyez apparaître le chiffre 1 sur l'affichage LED. En réalité, il correspond au chiffre 11. Si vous appuyez encore une fois sur S1, la diode LED 7 s'éteint et l'affichage LED fait à nouveau apparaître le chiffre 0.

PROJECT 225: TOT-TIEN-TELLER MET AFLEZING II

Nu gaan we een tot-tien-teller bouwen die 12 getallen kan tellen van 0 tot 11, met behulp van één LED-display en één LED(LED 7) om de overgang van 9 naar 10 aan te duiden.

Zodra je klaar bent met de opbouw, schakel je de stroom in en druk je tegelijk op S1 en S2. Het LED-display geeft 0 weer en LED 7 dooft om aan te geven dat het getal nog maar uit 1 cijfer bestaat.

Druk enkele keren op S1; LED 7 gaat pas branden om de aanwezigheid van het tiental aan te geven wanneer de 9 op het LED-display verandert in 0. Druk nogmaals op S1 en op het LED-display verschijnt een 1, die (samen met LED 7) eigenlijk 11 voorstelt. Druk je nogmaals op S1, dan dooft LED 7 en keert het LED-display terug naar 0.

MONTAGE 226 : DECODEUR DECIMAL CODE BINAIRE A 7 SEGMENTS

Dans le monde numérique des ordinateurs, les données sont traitées à l'aide de combinaisons d'impulsions à 4 ou à 8 bits. Ce langage machine est difficile à comprendre pour nous, les humains et doit donc être converti en nombres que nous pouvons comprendre instantanément. Cette tâche peut être accomplie par le décodeur décimal codé binaire à 7 segments qui fait apparaître les notations déchiffrées sur l'affichage LED.

Ce montage vous permettra de comprendre comment des notations décimales codées binaires à 4 bits peuvent être converties en nombres compris entre 0 et 9.

Les manipulateurs S1 à S4 fournissent les entrées A à D, de la manière illustrée à la Figure 1. Quand vous enfoncez l'un de ces manipulateurs, il produit le chiffre "1". Quand il est relâché, il produit le chiffre "0". Essayez donc de faire apparaître différents chiffres sur l'affichage en combinant les manipulateurs.

Décodeur décimal codé binaire à 7 segments

S4	S3	S2	S1	AFFICHAGE
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

S1-S4 enfoncés: 1
S1-S4 relâchés: 0

PROJECT 226: BCD NAAR 7-SEGMENTEN DECODEERDER

In de digitale computerwereld worden gegevens verwerkt met behulp van combinaties van impulsen van 4 bits of 8 bits. Maar die vormen een machinetaal die voor mensen moeilijk te begrijpen is. Het is dus noodzakelijk dat die machinetaal wordt omgezet in cijfers, zodat we ze kunnen begrijpen. Dit kunnen we realiseren met een BCD naar 7 segmenten decodeerde, die de gedecodeerde noteringen weergeeft op het LED-display.

In dit project gaan we achterhalen hoe 4-bits BCD (binair gecodeerd decimaal) noteringen kunnen worden omgezet in cijfers van 0 tot 9.

Toetsen S1 - S4 worden gebruikt voor de invoer van A - D, zoals getoond in figuur 1. Wanneer op één van die toetsen wordt gedrukt, stuurt zij een "1" door; blijft ze niet ingedrukt, dan wordt een "0" ingevoerd. Probeer verschillende cijfers op het display te krijgen met behulp van deze vier toetsen.

BCD naar decodering met 7 segmenten

S4	S3	S2	S1	DISPLAY
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Figuur 1

S1-S4 AAN: 1
S1-S4 UIT: 0

PROJECT 227 : JUL ADDER

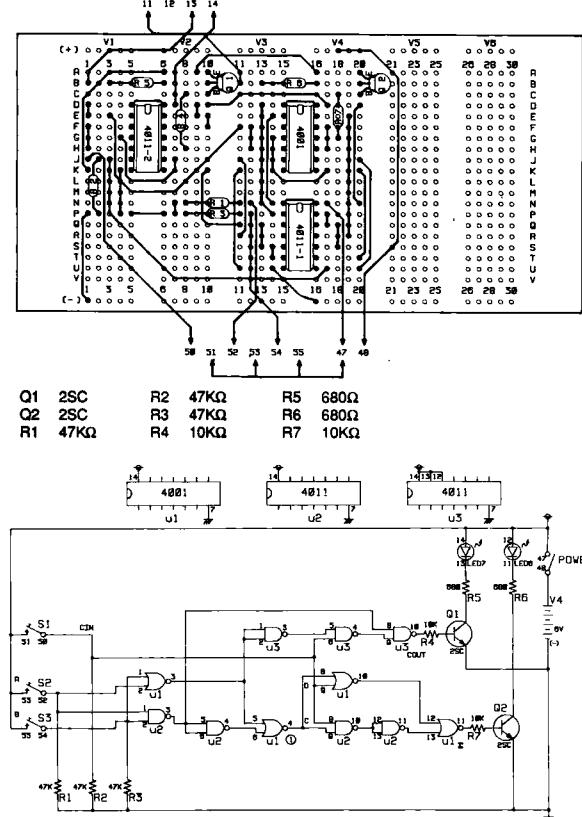
Here's a full adder that can do binary digit addition. The half adder built back in project 195 had no carry function, but this full adder does. We can make 8-bit additions by combining eight full adder circuits.

This full adder works as shown in Figure 1. The schematic shows that **S1** is used for C input, **S2** for A input, and **S3** for B input. Two LEDs are used for output display - **LED 6** for displaying the result of the addition and **LED 7** for displaying the result of the addition and the carry.

Now wire the project and turn power ON. At this time, **S1** - **S3** are all OFF, so neither **LED 6** nor **LED 7** are lit, as you can see in Figure 1. Now press **S1**, **S2** and **S3**, together and both LEDs light up. Press/ release **S1** - **S3** and watch the way the LEDs blink ON and OFF while looking at Figure 1, and you'll see how this full adder works.

Cin	A	B	Σ	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Figure 1



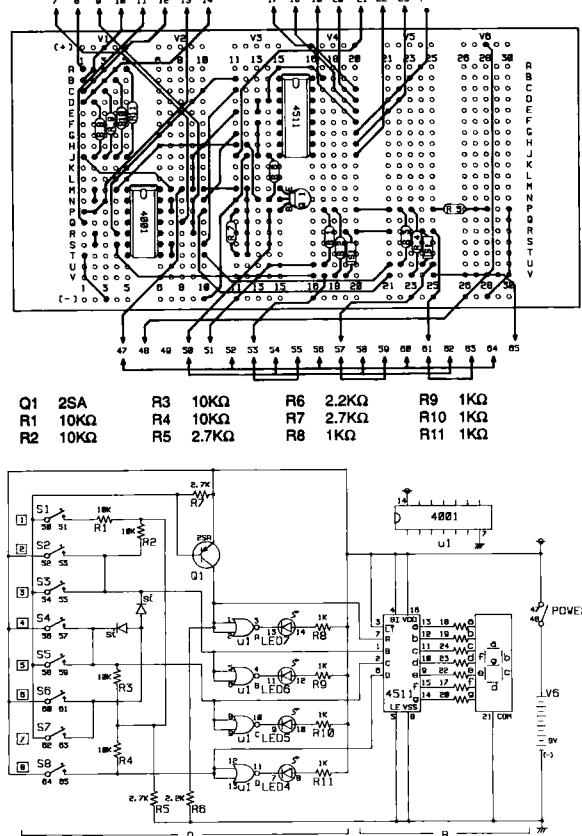
PROJECT 228 : DECIMAL TO BINARY ENCODER

Here's a circuit that can display the number of the key pressed (**S1** - **S8**) directly on the **LED display**. You can see by the schematic that this circuit is made up of an encoder (A) which converts the decimal numbers 1 - 8 to binary numbers and a decoder (B) which converts binary numbers to decimal numbers. The encoded data is displayed on **LED 4** - **LED 7**, and the decoded data is displayed on the display.

When you finish assembling, turn power ON. At this time, **S1** - **S8** are all OFF, so none of the **LED 4** to **7** are lit, and 0 is displayed on the display, as you can see in Figure 1. Now press **S5** and see what happens to the **LEDs**. Did you notice that **LED 5** and **LED 7** light up, and the number 5 is displayed on the display? Press the other keys (**S1** - **S8**) and see how the key number is displayed.

Decimal	Decoder Input			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0

Figure 1



MONTAGE 227 : ADDITIONNEUR COMPLET

Voici un additionneur capable d'additionner des nombres binaires. Alors que le demi-additionneur réalisé au montage 195 ne possédait pas de fonction de report, l'additionneur de ce montage en possède une. Il est possible de réaliser des additions à 8 bits en combinant huit circuits additionneurs complets.

Cet additionneur complet fonctionne de la manière illustrée à la Figure 1. Sur le diagramme schématique, vous constatez que **S1** fournit l'entrée C, **S2**, l'entrée A et **S3**, l'entrée B. Deux diodes LED permettent d'afficher la sortie - la diode **LED 6** affiche le résultat de l'addition et la diode **LED 7** affiche le résultat de l'addition ainsi que le report.

A présent, effectuez le câblage, puis mettez le circuit sous tension. A ce moment, les manipulateurs **S1** à **S3** sont relâchés et comme vous le voyez sur la Figure 1, les diodes **LED 6** et **7** sont éteintes. Enfoncez simultanément **S1**, **S2** et **S3**. Les deux diodes LED s'allument. Enfoncez/relâchez **S1** à **S3** et voyez comment les diodes LED s'allument et s'éteignent tout en examinant la Figure 1. Vous comprendrez ainsi le fonctionnement de cet additionneur complet.

Entrée C	A	B	Σ	Série C
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Figure 1

Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

PROJECT 227: VOLLEDIGE OPTELLER

Hier heb je een volledige opteller die binaire cijfers kan optellen. De halve opteller die we in project 195 bouwden, had geen overdrachtfunctie, maar deze hier wel. We kunnen optellingen met 8 bits maken door acht volledige optelcircuits te combineren.

Deze volledige opteller werkt zoals aangegeven in figuur 1. Uit het schema blijkt dat **S1** wordt gebruikt voor de input C, **S2** voor de input A, en **S3** voor de input B. Twee LED's worden gebruikt om de output weer te geven: **LED 6** voor het resultaat van de optelling en **LED 7** voor de weergave van het opteleresultaat en de overdracht.

Bedraad het project en schakel de stroom in. Op dit moment zijn **S1** - **S3** niet ingedrukt, zodat **LED 6** noch **LED 7** brandt, zoals je op figuur 1 kunt zien. Druk nu op **S1**, **S2** en **S3** samen, en beide LED's branden. Druk/los **S1** - **S3** en kijk hoe de LED's aan en uit knipperen;hou intussen figuur 1 in de gaten, en je zult zien hoe deze volledige opteller werkt.

Cin	A	B	Σ	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Figuur 1

LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

PROJECT 228: DECIMAAL NAAR BINAIR CODEREN

Hier hebben we een circuit dat het nummer van de ingedrukte toets (**S1** - **S8**) rechtstreeks op het **LED-display** kan weergeven. Je kunt aan de hand van het schema zien dat dit circuit bestaat uit een codeerdeer (A), die de decimale cijfers 1 - 8 omzet in binaire getallen, en een decoder (B), die binaire getallen omzet in decimale getallen. De gecodeerde informatie wordt weergegeven op **LED 4** - **LED 7**, terwijl de gedecodeerde informatie op het LED-display verschijnt.

Na het afwerken van het project schakel je de stroom in. Op dit moment zijn geen van de toetsen uiteraard ingedrukt en brandt dus geen van de 4 LED's (en op het LED-display staat een 0) - zoals je op figuur 1 kunt zien. Druk nu op **S5** en kijk wat er gebeurt met de LED's. Heb je gezien dat **LED 5** en **LED 7** branden, en dat op het display een 5 verschijnt? Druk ook op de andere toetsen (**S1** - **S8**) en kijk hoe het nummer van de toets wordt weergegeven.

Decimaal	Input decoderder			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0

Figuur 1

LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

PROJECT 229: BINARY TO BCD

We're going to experiment with a way of converting 4-bit binary numbers to BCD (binary coded decimal). In the BCD notation, the numbers 0 - 9 can be expressed by four bits as in the binary number system. But 10 or larger numbers cannot be expressed by four bits because the carry is required, as you can see in Figure 1. This experiment uses fifth LED to indicate the carry.

In this experiment, the numbers are input by **S1 - S4**, and 1 is indicated when any switch is ON and 0 when it is OFF. Output is displayed by **LED 1 - LED 5**, and 1 is indicated when any LED is ON and 0 when it is OFF.

Wire the project and turn power ON. At this time, **S1 - S4** are all OFF, so none of the LEDs are OFF. Press all **S1** through **S4** together: all LEDs except **LED 2** and **LED 4** light up.

Press/release **S1 - S4** while looking at Figure 1 and see how the LEDs blink ON and OFF. The way LEDs blink ON and OFF helps you to understand how the binary input from **S1 - S4** is converted to BCD.

Decimal	Binary Input	BCD Output
	SW No.	LED No.
0	0 0 0 0	0 0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 0 1 0
3	0 0 1 1	0 0 0 1 1
4	0 1 0 0	0 0 1 0 0
5	0 1 0 1	0 0 1 0 1
6	0 1 1 0	0 0 1 1 0
7	0 1 1 1	0 0 1 1 1
8	1 0 0 0	0 1 0 0 0
9	1 0 0 1	0 1 0 0 1
10	1 0 1 0	0 1 0 1 0
11	1 0 1 1	0 1 0 1 1
12	1 1 0 0	0 1 1 0 0
13	1 1 0 1	0 1 1 0 1
14	1 1 1 0	0 1 1 1 0
15	1 1 1 1	0 1 1 1 1

Figure 1

PROJECT 230: OCTAL TO BCD

We're going to experiment with the way of converting octal numbers to 4-bit BCD (binary coded decimal). As you can see in Figure 1, **S1 - S8** are used to input octal numbers. Figure 1 also shows you the relationship between each octal number and its key no. as well as its BCD converted output displayed by the ON-OFF combination of **LED 4 - LED 7**.

Octal numbers (0 - 7) can be expressed with three bits because three binary bits are equivalent to one octal digit. But if we use only three bits, we can't discriminate between the no input state (* mark in Figure 1) and 0 input, so we need to use an additional digit to indicate the switch ON/OFF condition (presence/absence of input) by the most significant digit (**LED 4**).

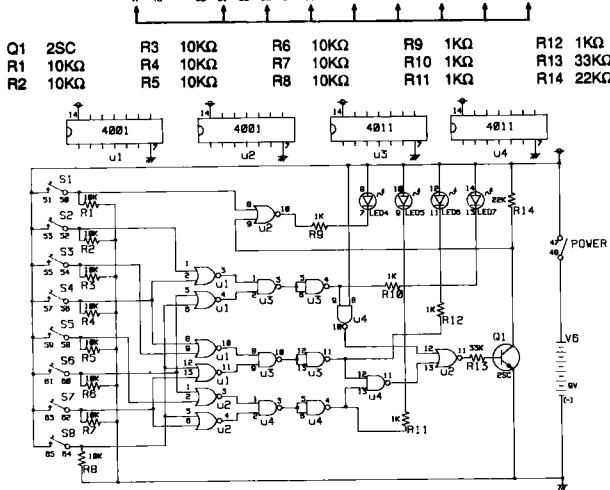
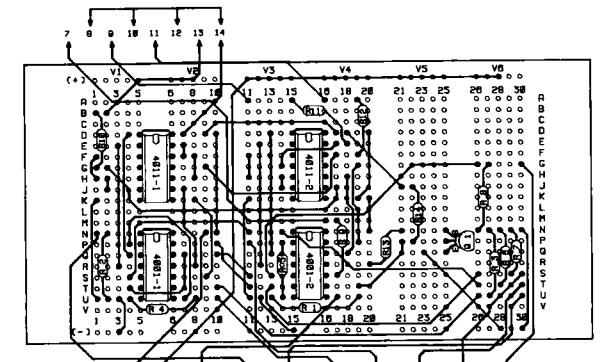
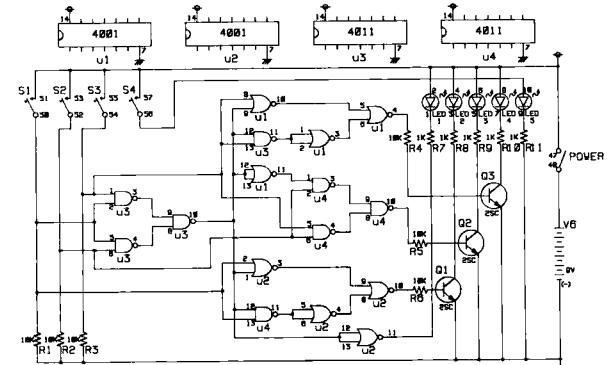
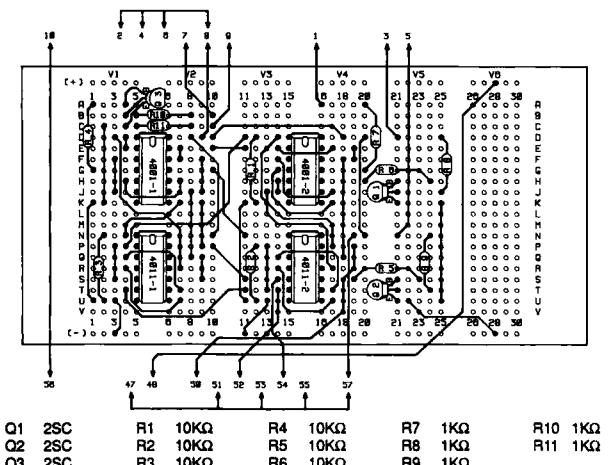
Now wire the project, turn power ON and see what happens by the ON/OFF operation of **S1 - S4**. When you press any one of **S1 - S4**, **LED 4** lights up to indicate that an octal number is input.

The BCD output is displayed by **LED 5 - LED 7**.

Decimal	Input	Output (BCD)
	KEY No.	LED No.
*	*	0 0 0 0
0	1	1 0 0 0
1	2	1 0 0 1
2	3	1 0 1 0
3	4	1 0 1 1
4	5	1 1 0 0
5	6	1 1 0 1
6	7	1 1 1 0
7	8	1 1 1 1

*: No switch is pressed.
LED4 is used for group selection.
LED ON : 1 or H
LED OFF : 0 or L

Figure 1



MONTAGE 229: CONVERSION BINAIRE-DECIMALE CODEE BINAIRE

Nous allons à présent découvrir un moyen de convertir un nombre binaire à 4 bits en nombre décimal codé binaire. Dans la notation décimale codée binaire, les chiffres 0 à 9 peuvent être exprimés par quatre bits, comme dans le système binaire. Néanmoins, les nombres supérieurs à 10 ne peuvent pas être exprimés de cette façon puisqu'ils nécessitent le report, comme vous pouvez le voir sur la Figure 1. Ce montage utilise la diode LED 5 pour signaler le report.

Dans le montage, les nombres sont produits par les manipulateurs **S1 à S4**. 1 correspond à la position enfoncée d'un manipulateur quelconque et 0, à sa position relâchée. La sortie est affichée par l'intermédiaire des **LED 1 à 5**. 1 correspond à l'illumination d'une LED quelconque et 0, à son extinction.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. A ce moment, les manipulateurs **S1 à S4** sont relâchés et toutes les diodes LED sont éteintes. Enfoncez simultanément les quatre manipulateurs: toutes les diodes LED s'allument à l'exception des **LED 2 et 4**.

Enforcez/relâchez **S1 à S4** en examinant la Figure 1 et voyez comment les diodes LED s'allument et s'éteignent. Le clignotement des LED vous aidera à comprendre comment l'entrée binaire de **S1 à S4** est convertie en nombre décimal codé binaire.

Entrée binaire	Sortie codée binaire	
Décimal	No. du manipl.	LED No.
0	0 0 0 0	0 0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 0 1 0
3	0 0 1 1	0 0 0 1 1
4	0 1 0 0	0 0 1 0 0
5	0 1 0 1	0 0 1 0 1
6	0 1 1 0	0 0 1 1 0
7	0 1 1 1	0 0 1 1 1
8	1 0 0 0	0 1 0 0 0
9	1 0 0 1	0 1 0 0 1
10	1 0 1 0	0 1 0 1 0
11	1 0 1 1	0 1 0 1 1
12	1 1 0 0	0 1 1 0 0
13	1 1 0 1	0 1 1 0 1
14	1 1 1 0	0 1 1 1 0
15	1 1 1 1	0 1 1 1 1

Figure 1

PROJECT 229: BINAIR NAAR BCD

We gaan nu experimenteren met een methode om 4-bits binaire getallen om te zetten in BCD (binair gecodeerd decimaal). In de BCD-notering kunnen de cijfers 0 - 9 worden weergegeven met vier bits, zoals in het binaire talstelsel. Maar 10 of grotere getallen kunnen niet met vier bits worden weergegeven omdat daarvoor een overdracht nodig is, zoals je op figuur 1 kunt zien. Dit experiment maakt van een vijfde LED gebruik om die overdracht aan te duiden.

In dit experiment worden de getallen ingevoerd door **S1 - S4**: een 1 wordt weergegeven wanneer een toets ingedrukt is, een 0 wanneer ze niet is ingedrukt. De output wordt weergegeven door **LED 1 - LED 5**: een 1 wordt aangeduid door een brandende LED, een 0 door een gedoofde.

Bedraad het project en schakel de stroom in. Op dit moment zijn **S1 - S4** nog niet ingedrukt, en dus brandt geen van de LED's. Druk tegelijk op **S1, S2, S3 en S4**: alle LED's behalve **LED 2 en LED 4** branden.

Druk/los **S1 - S4** terwijl je figuur 1 in de gaten houdt, en zie hoe de LED's aan en uit knipperen. De manier waarop de LED's aan en uit gaan laat je beter begrijpen hoe de binaire input van **S1 - S4** wordt omgezet in BCD.

Binäre Input	BCD Output
Nr. schakelaar	Nr. LED
0	0 0 0 0
1	0 0 0 1
2	0 0 1 0
3	0 0 1 1
4	0 1 0 0
5	0 1 0 1
6	0 1 1 0
7	0 1 1 1
8	1 0 0 0
9	1 0 0 1
10	1 0 1 0
11	1 0 1 1
12	1 1 0 0
13	1 1 0 1
14	1 1 1 0
15	1 1 1 1

Figuur 1

PROJECT 230: OCTAAL NAAR BCD

We gaan nu experimenteren met de methode om octale getallen om te zetten in 4-bits BCD (binair gecodeerd decimaal). Zoals je op figuur 1 kunt zien, worden **S1 - S8** gebruikt om octale getallen in te voeren. Figuur 1 toont eveneens de relatie tussen elk octaal getal en het nummer van zijn toets, evenals zijn in BCD omgezette output, weergegeven door de aan/uit combinatie van **LED4 - LED 7**.

Octale getallen (0 - 7) kunnen worden weergegeven met drie bits, omdat drie binaire bits equivalent zijn met één octaal cijfer. Maar als we slechts drie bits gebruiken, kunnen we de toestand zonder input niet apart weergeven (* aanduiding in figuur 1), evenmin als de 0 input; we hebben dus een extra cijfer nodig om de aan/uit stand van de schakelaar (aan/afwezigheid van input) weer te geven door het meest significante cijfer (**LED 4**).

Octale getallen (0 - 7) kunnen worden weergegeven met drie bits, omdat drie binaire bits equivalent zijn met één octaal cijfer. Maar als we slechts drie bits gebruiken, kunnen we de toestand zonder input niet apart weergeven (* aanduiding in figuur 1), evenmin als de 0 input; we hebben dus een extra cijfer nodig om de aan/uit stand van de schakelaar (aan/afwezigheid van input) weer te geven door het meest significante cijfer (**LED 4**).

Bedraad nu het project, schakel de stroom in en kijk wat er gebeurt door **S1 - S4** in te drukken en los te laten. Druk je op één van de vier, dan brandt **LED 4** om aan te geven dat een octaal getal wordt ingevoerd. De BCD-output wordt weergegeven door **LED 5 - LED 7**.

A présentez votre montage, puis mettez le circuit sous tension et voyez l'influence qu'exerce l'appui/relâchement des manipulateurs **S1 à S4**. Quand vous enfoncez un manipulateur (**S1 à S4**), la diode LED 4 s'allume pour signaler l'entrée d'un nombre octal.

La sortie décimale codée binaire est affichée à l'aide des LED 5 à 7.

*: aucun manipulateur n'est enfoncé.
La diode LED 4 est utilisée pour la sélection de groupe.
Diode LED allumée: 1 ou H
Diode LED éteinte: 0 ou L

Entrée	Sortie (BCD)	
Décimal	Tous Nr. manipulat.	LED No.
*	*	0 0 0 0 0
0	1	1 0 0 0 0
1	2	1 0 0 0 1
2	3	1 0 0 1 0
3	4	1 0 0 1 1
4	5	1 0 1 0 0
5	6	1 0 1 0 1
6	7	1 0 1 1 0
7	8	1 0 1 1 1

Figure 1
Figuur 1

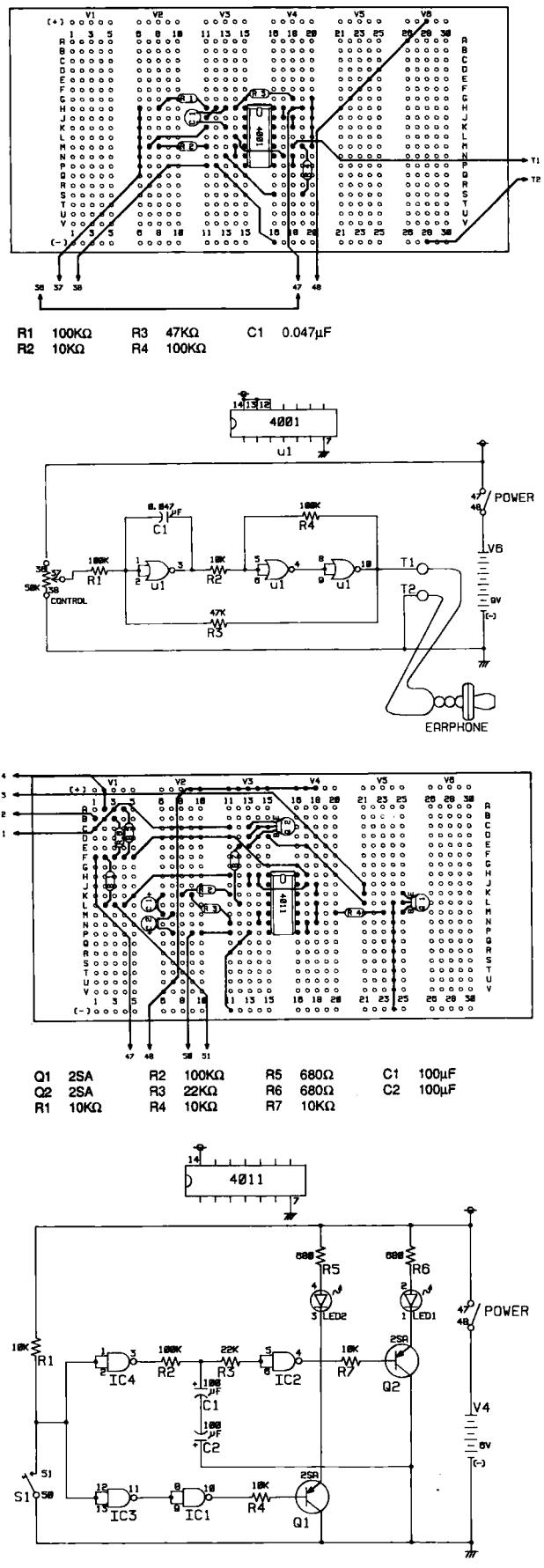
*: geen enkele toets ingedrukt
LED 4 wijst op aanwezigheid van input
LED AAN: 1 of H
LED UIT: 0 of L

PROJECT 233: VCO BY NOR GATE

Now, we're going to assemble a tone generator that emits a tone in varying height of pitch as you turn the **control**. Tone generators of this type are used as the sound source of music synthesizers and electronic organs.

This tone generator uses the VCO made up by NOR gate. The first NOR gate generates a triangular pulse along with R1 and C1. This triangular pulse is controlled by the voltage, and changes the pitch of the tone. The circuit made up of the two NOR gates is a Schmitt trigger circuit.

Now, let's see how this VCO works. Turn power ON first, put the earphone in your ear, and turn the **control**. You'll note that the tone becomes lower when you turn the **control** clockwise, and higher when you turn the **control** counterclockwise.



PROJECT 234: PULSE-DELAYED CIRCUIT

We're now going to make a pulse delayed circuit using a NAND gate. This circuit does not produce an output immediately when it is turned ON, but only after the lapse of a pre-determined time. For comparison with this circuit, we'll make another circuit that generates an output immediately when it is switched ON.

Take a look at the schematic for this project. You'll see that the circuit made up of IC1 and Q1 generates an output immediately when S1 is pressed, so **LED 2** also lights up immediately when S1 is pressed.

This doesn't happen with the other circuit made up of IC2 and Q2; it gives out an output after the lapse of a delay time determined by C (combined electrostatic capacity of C1 and C2 with 50 µF) and R2.

MONTAGE 233: OSCILLATEUR COMMANDE EN TENSION PAR PORTES NON-OU

Nous allons à présent réaliser un générateur de tonalités dont la hauteur du son varie au fur et à mesure que vous tournez la **commande**. Les générateurs de tonalités de ce type sont utilisés comme source de son dans les synthétiseurs de musique et les orgues électroniques.

Ce générateur de tonalités utilise un oscillateur commandé en tension par portes NON-OU. La première porte NON-OU produit une impulsion triangulaire à l'aide de R1 et de C1. Cette impulsion triangulaire est commandée par la tension qui fait varier la hauteur de la tonalité. Le circuit constitué de deux portes NON-OU est un circuit déclencheur de Schmitt.

Voyons à présent comment fonctionne cet oscillateur commandé en tension. Tout d'abord, mettez le circuit sous tension, insérez l'écouteur dans votre oreille et tournez la **commande**. Vous constatez que la tonalité diminue lorsque vous tournez la **commande** vers la droite et qu'elle augmente lorsque vous tournez la **commande** vers la gauche.

PROJECT 233: VCO DOOR NOR POORT

Nu gaan we een toongenerator bouwen die een toon van verschillende hoogte geeft naarmate je aan de **regelknop** draait. Toongenerators van dit type worden gebruikt als geluidsbron bij muzikale synthesizers en elektronische orgels.

Deze toongenerator maakt gebruik van de VCO die bestaat uit een NOR poort. De eerste NOR poort genereert een driehoekige impuls, samen met R1 en C1. Deze driehoekige impuls wordt geregeld door de spanning en wijzigt de toonhoogte. Het circuit dat bestaat uit de twee NOR poorten, is een Schmitt triggercircuit.

Laten we nu eens kijken hoe deze VCO werkt. Schakel eerst de stroom in, stop de oortelefoon in je oor en draai aan de **regelknop**. Je zult vaststellen dat de toon verlaagt als je in wijzerzin draait en verhoogt als je in tegenwijzerzin draait.

MONTAGE 234: CIRCUIT RETARDATEUR D'IMPULSIONS

Voici un circuit retardateur d'impulsions qui utilise une porte NON-ET. Ce circuit ne produit pas immédiatement une sortie lorsqu'il est mis sous tension. En effet, la sortie est produite après un intervalle de temps déterminé. Parallèlement, nous réaliserons aussi un circuit produisant une sortie immédiate dès sa mise sous tension afin de pouvoir comparer les deux circuits.

Examinez brièvement le diagramme schématique de ce montage. Vous constatez que le circuit constitué du CI 1 et de Q1 produit une sortie dès que vous appuyez sur **S1**. La diode **LED 2** s'allume donc aussi immédiatement.

Le circuit constitué du CI 2 et de Q2 réagit différemment. En effet, il produit une sortie après un intervalle de temps déterminé, défini par C (capacité électrostatique combinée de C1 et C2 avec 50 µF) et R2.

PROJECT 234: UITSTELCIRCUIT

We gaan nu een uitstelcircuit maken met behulp van een NAND poort. Dit circuit produceert niet onmiddellijk een output wanneer het wordt ingeschakeld, maar slechts na verloop van een vooraf opgegeven tijd. Ter vergelijking maken we een tweede circuit dat onmiddellijk output opwekt zodra het wordt ingeschakeld.

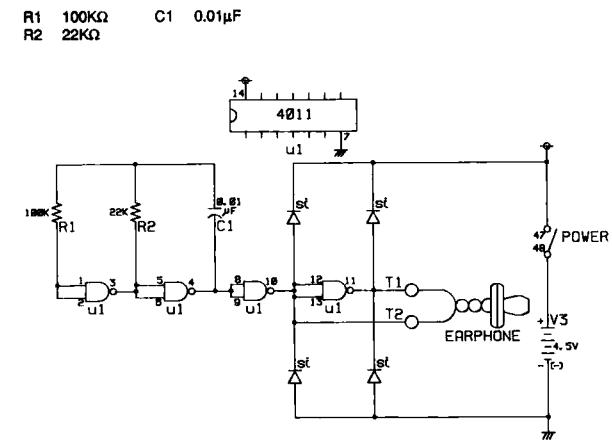
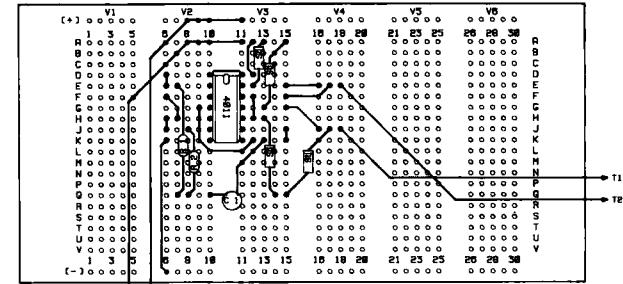
Bekijk het schema voor dit project. Je ziet dat het circuit dat bestaat uit IC1 en Q1, onmiddellijk een output geeft wanneer je op **S1** drukt; **LED 2** brandt dus ook ogenblikkelijk wanneer op **S1** is gedrukt.

Dat is niet het geval met het andere circuit, dat bestaat uit IC2 en Q2; de output daarvan komt maar na een uitstel dat wordt bepaald door C (gecombineerde elektrostatische capaciteit van C1 en C2 met 50 µF) en R2.

PROJECT 235: NAND GATE TONE GENERATOR

When you finish the wiring, connect the earphone to terminals **1** and **2** and turn power ON. You'll hear a tone produced by the multivibrator. Try changing the value of the capacitors from 0.01 µF to 0.047 µF. What effect does this have on the sound you hear?

Try some sort of arrangement so you can switch different value capacitors in and out of this circuit to vary the tone. You might also want to try different capacitors in this project (don't try using any of the electrolytic capacitors, however). Can you think of any way to use this circuit with any other digital circuits?



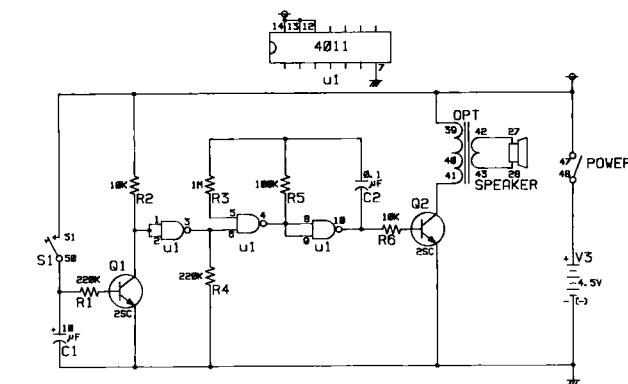
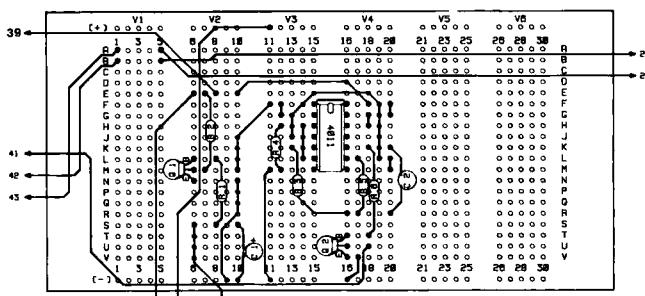
PROJECT 236: TRANSISTOR TIMER

Here's another type of "one shot" circuit, but this time you hear the results.

You can see from the schematic that this project uses a combination of digital and analog electronics. (Forgot what analog means?) When you press **S1**, the 10 µF Capacitor is charged and lets the transistor in the left corner of the schematic operate. You can see that the collector of this transistor serves as both inputs for the first NAND gate.

The digital portion of this circuit controls the operation of the transistor in the right corner of the schematic. Turn power ON. When the output of the digital portion is 1, the transistor has current applied to its base and operates ... and you hear a sound from the **speaker**. When the 10 µF capacitor discharges, the first transistor can no longer operate. The output of the digital section becomes 0, and the second transistor can no longer operate.

After you've experimented with this project a bit, try this: press **S1** and then release it. When the sound stops, find the wire running between IC pins 3 and 6. Disconnect the wire from IC pin 3 - does anything happen? If something does happen, can you explain why it did?



MONTAGE 235: GENERATEUR DE TONALITES A PORTES NON-ET

Une fois le câblage terminé, raccordez l'écouteur aux bornes **1** et **2**, puis mettez le circuit sous tension. Vous entendez la tonalité produite par le multivibrateur. Essayez de remplacer le condensateur de 0,01 µF par un autre de 0,047 µF. Quelle influence ce condensateur exerce-t-il sur le son que vous entendez?

Essayez différentes dispositions vous permettant de permutez les condensateurs de valeurs différentes afin de faire varier la tonalité. Si vous le souhaitez, vous pouvez aussi utiliser d'autres condensateurs (à l'exception des condensateurs électrolytiques.) Voyez-vous un moyen de combiner ce circuit avec d'autres circuits numériques?

PROJECT 235: NAND POORT TOONGENERATOR

Wanneer je klaar bent met de bedrading, sluit je de oortelefoon aan op contactpunt **1** en **2** en schakel je de stroom in. Je hoort de multivibrator een toon produceren. Probeer de waarde van de condensatoren te veranderen van 0,01 µF tot 0,047 µF. Welke invloed heeft dat op wat je hoort?

Probeer een soort opstelling zodat je condensatoren van verschillende waarde binnen of buiten dit circuit kunt sluiten om de toon te wijzigen. Je wil misschien ook verschillende condensatoren gebruiken in dit project (probeer echter geen elektrolytische condensator!). Kun je een manier bedenken om dit circuit te gebruiken met een ander digitaal circuit?

PROJECT 236: TRANSISTOR-TIMER

Hier heb je nog een soort "eenmalig" circuit, maar deze keer hoor je het resultaat.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que ce montage est constitué d'une combinaison de circuits électroniques numériques et analogiques. (Vous souvenez-vous de la signification du terme "analogique"?) Quand vous enfoncez **S1**, le condensateur de 10 µF se charge et commande le fonctionnement du transistor illustré dans le coin gauche du diagramme schématique. Vous constatez que le collecteur de ce transistor fournit les deux entrées de la première porte NON-ET.

La partie numérique de ce circuit commande le fonctionnement du transistor illustré dans le coin droit du diagramme schématique. Mettez le circuit sous tension. Quand la sortie du circuit numérique prend la valeur 1, le courant circule dans la base du transistor et celui-ci peut donc fonctionner. Vous entendez aussi un son dans le **haut-parleur**. Quand le condensateur de 10 µF se décharge, il empêche le premier transistor de fonctionner. La sortie de la partie numérique prend alors la valeur 0 et le second transistor s'arrête également de fonctionner.

Après vous être familiarisé avec ce montage, tentez l'expérience que voici: enfoncez **S1**, puis relâchez-le. Quand le son s'arrête, trouvez le fil qui relie les broches 3 et 6 du Cl. Débranchez l'extrémité du fil raccordé à la borne 3 du Cl - Que se passe-t-il? Pouvez-vous expliquer pourquoi?

Het digitale gedeelte van dit circuit regelt de werking van de transistor in de rechterhoek van het schema. Schakel de stroom in. Wanneer de output van het digitale gedeelte 1 is, krijgt de transistor stroom aangelegd op zijn basis, zodat hij werkt: je hoort geluid uit de **luidspreker**. Wanneer de condensator van 10 µF ontladt, kan de eerste transistor niet meer werken. De output van het digitale gedeelte wordt 0 en ook de tweede transistor kan niet meer werken.

Nadat je met dit project wat geëxperimenteerd hebt probeer je dit: druk op **S1** en laat weer los. Wanneer het geluid stopt, zoek je de draad die loopt tussen IC pin 3 en 6. Maak de draad los van IC pin 3 - gebeurt er wat? Als er wat gebeurt, kun je dan verklaren waarom?

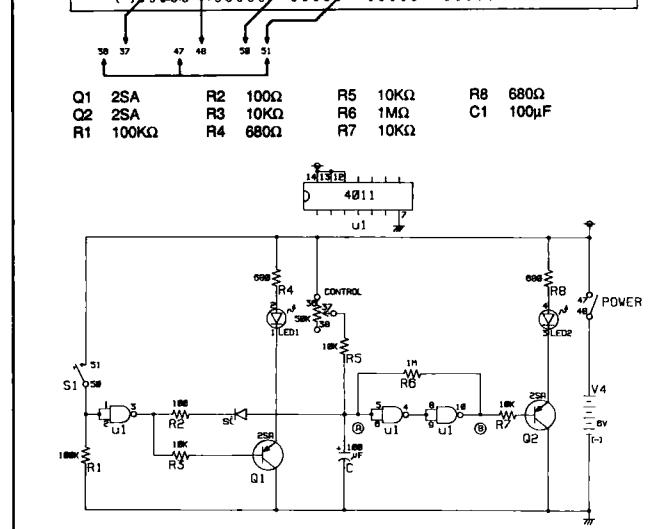
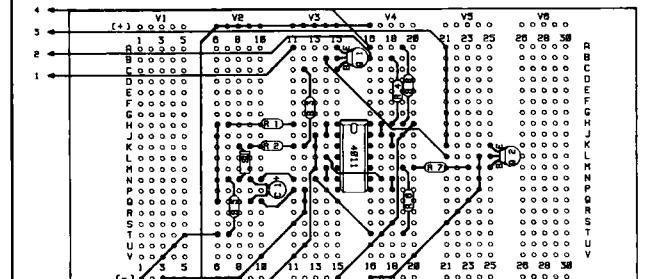
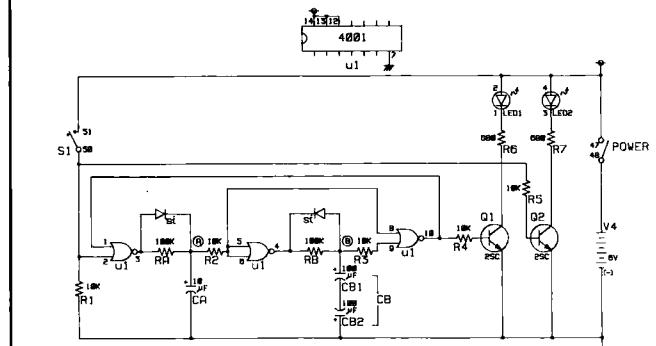
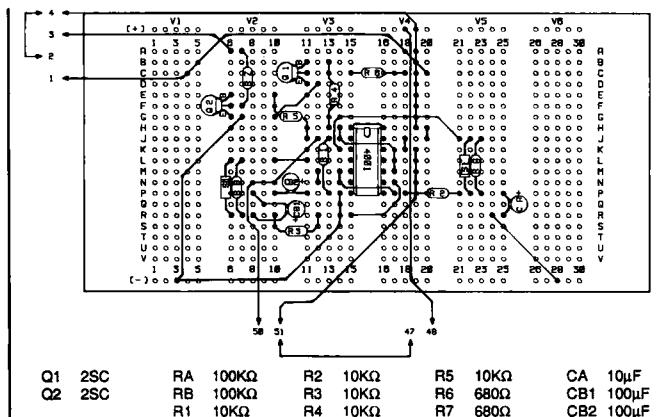
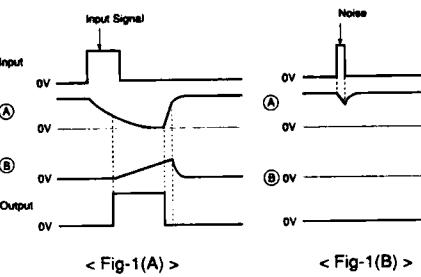
PROJECT 237: NOISE-SIGNAL DISCRIMINATOR

When listening to an AM radio, we often hear a scratching or grating noise which is very offensive to the ear. In this project, we're going to make a circuit that can discriminate between noise and signals using a NOR gate. The discrimination can be made by the signal width, because noises are small in width but signals are large in width.

The schematic shows you that the **LEDs** are used for noise and signal indication. **S1** is used to generate signals, and **LED 1** lights up when a noise is generated. Noise and signal discrimination is made by NOR gate IC - it doesn't light up **LED 1** unless the signal received has a certain width (see Fig. 1).

When you've wired the project, turn power ON and press **S1** just for a moment (less than 1 second). You'll notice that **LED 2** lights up but **LED 1** doesn't. This is because a noise is generated. Now press **S1** for more than 1 second. This time **LED 2** lights up immediately, and **LED 1** stays ON for about 5 seconds after **S1** is released.

Finally, press **S1** for more than 1 second and release it, then press it again for 1 - 2 seconds. **LED 2** lights up immediately, but **LED 1** indicates only the first input signal (generated by pressing **S1** for more than 1 second), but not the second input signal (generated by pressing **S1** for 1 - 2 seconds).

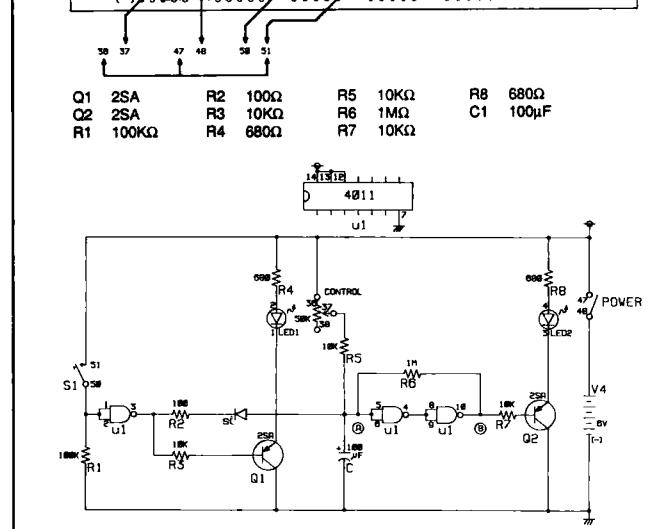
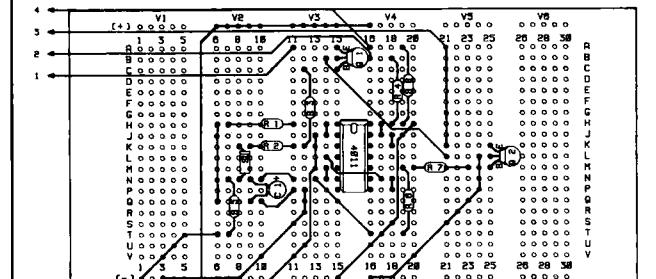
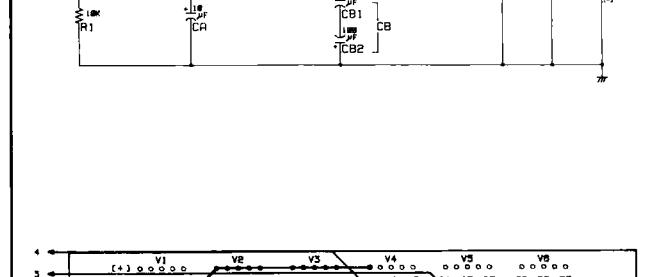


PROJECT 238: PULSE STRETCHER

We're now going to make a pulse stretcher that can generate a pulse with a large or small width, just as we want when a trigger pulse is input.

As you'll see in the schematic, **S1** is used to generate a trigger pulse. It is sent to the Schmitt circuit that generates a new pulse determined by R (R5 and the control). The width of this new pulse can be changed by turning the **control**.

When you finish assembling, rotate the **control** fully clockwise and turn power on. Then, flip **S1**, and **LED 1** goes out immediately and **LED 2** also goes out about a second later. Now turn the **control** counterclockwise, and again flip **S1**. What happens now? It takes a longer time, a few seconds, for **LED 2** to go out this time. Set the **control** in different positions and see how this time lag (which is the pulse width) changes.



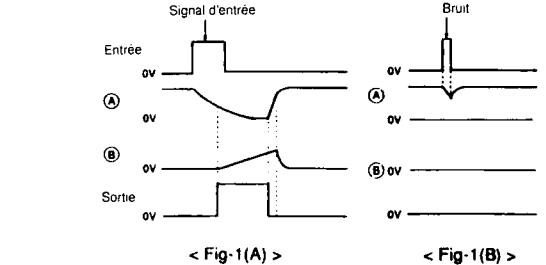
MONTAGE 237: DISCRIMINATEUR SIGNAL-BRUIT

Quand nous écoutons une station OM, nous entendons souvent des bruits de frottement ou de grincement, extrêmement irritants pour l'oreille. Ce montage vous permettra de réaliser un circuit capable de différencier les bruits et les signaux à l'aide d'une porte NON-OU. La discrimination peut être effectuée sur base de la largeur du signal, car les signaux sont plus larges que les bruits.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que les diodes **LED** indiquent les bruits et les signaux. **S1** sert à produire les signaux et la diode **LED 1** s'allume dès qu'un bruit est produit. La discrimination signal-bruit est effectuée par le CI porte NON-OU qui éclaire la diode **LED 1** uniquement lorsque le signal reçu possède une largeur déterminée. (Voir Figure 1.)

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez brièvement **S1** (pendant moins d'une seconde). Vous constatez que la diode **LED 2** s'allume alors que la diode **LED 1** demeure éteinte. Cela signifie que vous avez produit un bruit. A présent, enfoncez **S1** pendant plus d'une seconde. Cette fois, la diode **LED 2** s'allume immédiatement tandis que la diode **LED 1** demeure allumée pendant 5 secondes environ après que vous ayez relâché **S1**.

Enfin, enfoncez **S1** pendant plus d'une seconde, puis relâchez-le. Ensuite, enfoncez-le à nouveau pendant 1 à 2 secondes. La diode **LED 2** s'allume immédiatement. Quant à la diode **LED 1**, elle indique seulement le premier signal d'entrée (produit lorsque vous enfoncez **S1** pendant plus d'une seconde) et non le second (produit en enfouissant **S1** pendant 1 à 2 secondes).



MONTAGE 238: ELARGISSEUR D'IMPULSIONS

Voici un élargisseur d'impulsions capable de produire une impulsion de hauteur large ou étroite, selon votre choix, sur réception d'une impulsion de déclenchement.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, **S1** sert à produire une impulsion de déclenchement qui est ensuite envoyée au circuit Schmitt. Ce dernier produit à son tour une nouvelle impulsion, déterminée par R (R5 + commande). Vous pouvez modifier la largeur de cette nouvelle impulsion en tournant la **commande**.

Une fois le câblage terminé, tournez la **commande** à fond vers la droite, puis mettez le circuit sous tension. Ensuite, tapotez sur **S1**. La diode **LED 1** s'éteint immédiatement, suivie de la diode **LED 2** environ 1 seconde plus tard. A présent, tournez la **commande** vers la gauche et tapotez à nouveau **S1**. Que se passe-t-il maintenant? Cette fois, la diode **LED 2** s'éteint après un laps de temps plus long, soit plusieurs secondes. Réglez la **commande** sur plusieurs positions différentes et voyez comment ce laps de temps (correspondant à la largeur de l'impulsion) varie.

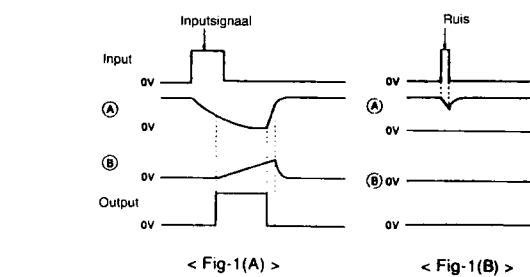
PROJECT 237: RUIS/SIGNAAL SPEURDER

Bij het luisteren naar middengolf horen we vaak een krassende ruis, die schadelijk is voor het gehoor. Met dit project maken we een circuit dat met behulp van een NOR poort het onderscheid kan maken tussen ruis en radiosignalen. Het onderscheid kan worden gemaakt aan de hand van de signaalbreedte, omdat ruis een geringe breedte heeft en signalen een grote.

Hetschema laat zien dat de **LED's** worden gebruikt om ruis en signaal aan te duiden. **S1** wordt gebruikt om signalen op te wekken en **LED 1** brandt wanneer ruis wordt opgewekt. Het onderscheid tussen ruis en signaal wordt gemaakt door een NOR poort IC - die **LED 1** pas doet branden zodra het ontvangen signaal een bepaalde breedte heeft (zie fig. 1).

Wanneer je klaar bent met bedraden, schakel je de stroom in en druk je heel even op **S1** (minder dan 1 seconde). Je zult vaststellen dat **LED 2** brandt, maar **LED 1** niet. Dat komt doordat ruis wordt opgewekt. Druk nu langer dan 1 seconde op **S1**. Deze keer brandt **LED 2** onmiddellijk, en **LED 1** blijft een vijftal seconden branden nadat **S1** werd losgelaten.

Ten slotte druk je langer dan 1 seconde op **S1** en laat je weer los, waarna je opnieuw drukt gedurende 1 à 2 seconden. **LED 2** brandt onmiddellijk, maar **LED 1** brandt alleen voor het eerste inputsignaal (opgewekt door langer dan 1 seconde op **S1** te drukken), niet voor het tweede (opgewekt door 1 à 2 seconden te drukken).



PROJECT 238: IMPULSREKKER

Nu gaan we een impulsrekker maken die een impuls kan opwekken met een grote of kleine breedte, zoals we zelf willen wanneer een triggerimpuls wordt ingevoerd.

Zoals je op het schema ziet, wordt **S1** gebruikt om een triggerimpuls op te wekken. Die gaat naar het Schmitt circuit, dat een nieuwe impuls opwekt, bepaald door R (R5 en de regelknop). De breedte van deze nieuwe impuls kan worden gewijzigd door aan de **regelknop** te draaien.

Na het opbouwen van het project draai je de **regelknop** helemaal in wijzerzin en schakel je de stroom in. Nadat druk je even **S1** in, en **LED 1** dooft onmiddellijk, terwijl ook **LED 2** ongeveer een seconde later dooft. Draai nu de **regelknop** in tegenwijzerzin en druk weer even op **S1**. Wat gebeurt er nu? Het duurt langer, enkele seconden, vooraleer **LED 2** dooft. Zet de **regelknop** in verschillende standen en ga na hoe daardoor de uitdooftijd (die overeenkomt met de impulsbreedte) verandert.

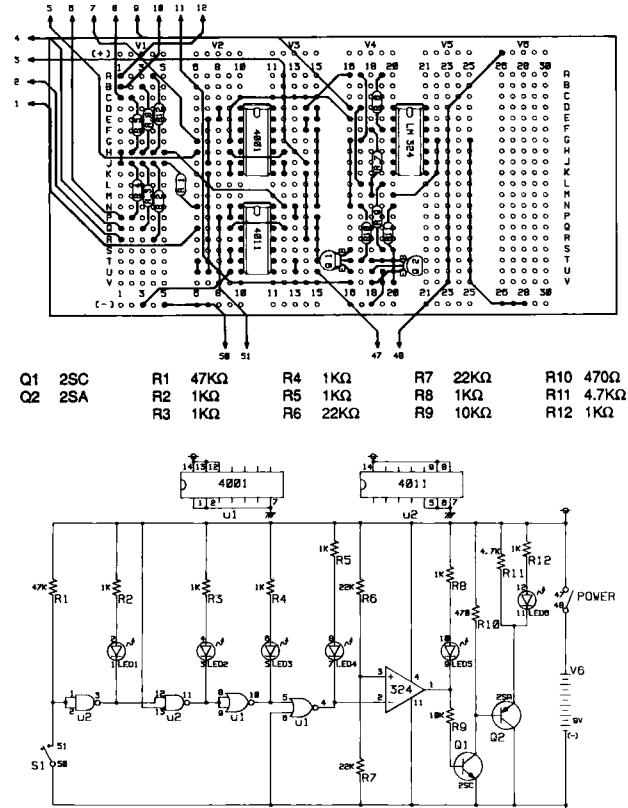
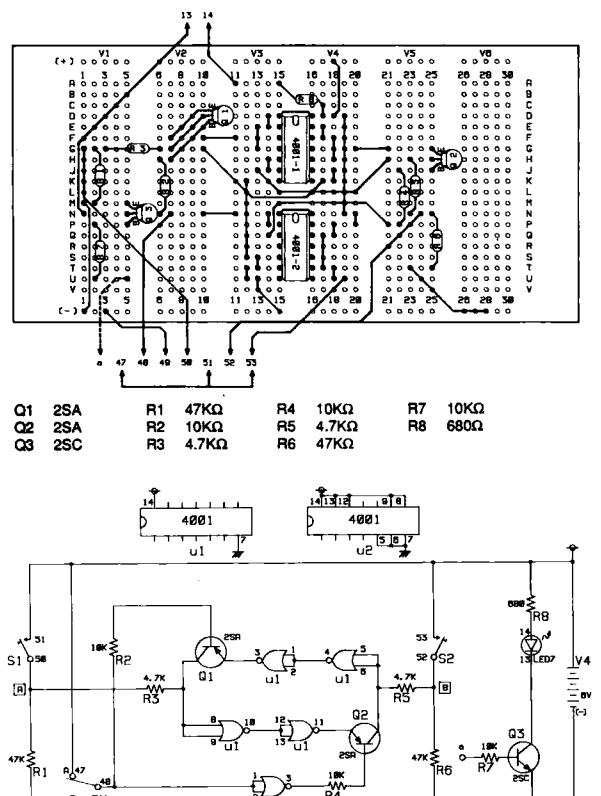
PROJECT 239: IDIRECTIONAL BUFFER

Bus lines play an important role in exchanging signals between any elements and circuits in a microcomputer. In this project, we're going to experiment with a bi-directional buffer used as a common bus for both input data and output data. Microcomputers generally use 8-bit, 16-bit or 32-bit bus lines, but we're going to use a 1-bit bus.

What is bus? You ride on a bus when you want to go somewhere. In computers, the data or control signals ride on a bus to go somewhere to do the job.

When you finish assembling, turn power ON, set the **select switch** up and press **S1**. Then connect terminal A to B. **LED 7** lights up. This means that the signal data is flowing from A to B.

Now set the select switch down, press **S2**, and connect terminal A to B. You'll notice **LED 7** light up again. This indicates that the signal data is flowing from B to A. This is how the 1-bit bidirectional buffer works.



PROJECT 240: ARIOUS INVERTORS

Inverters are made in many different ways, and we're going to experiment with a few of them in this project. Look at the schematic for this project. **LED 1 - LED 6** are used to display the output of each inverter. **LED 1 - LED 2** are used for the inverter using a AND gate circuit, **LED 3 - LED 4** for the one using a NOR gate circuit, **LED 5** for the one using an operational amplifier, and **LED 6** for the one using a transistor.

When you finish assembling, turn power ON and you'll see that the odd numbered LEDs light up (**LED 1, LED 3, LED 5**). This is because the input of the first inverter is 1 when **S1** is OFF.

Now press **S1** to make the input to the first inverter 0. What happens to the LEDs? LEDs with an even number (**LED 2, LED 4, LED 6**) light up this time.

The project shows you that every other LED lighted up, and this means that each LED shows the action of each inverter.

MONTAGE 239: CIRCUIT INTERMEDIAIRE BIDIRECTIONNEL

Les lignes bus jouent un rôle important dans l'échange de signaux entre les nombreux éléments et les circuits qui constituent un micro-ordinateur. Dans ce montage, vous allez réaliser un circuit intermédiaire bidirectionnel utilisé comme bus ordinaire à la fois pour les données d'entrée et de sortie. Les micro-ordinateurs utilisent généralement des lignes bus à 8, 16 ou 32 bits. Ici, nous utiliserons un bus à 1 bit.

Qu'est ce qu'un bus? Vous prenez le bus pour vous déplacer. Dans les ordinateurs, les signaux de données et de contrôle prennent un bus pour se déplacer jusqu'à leur lieu de travail.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis placez le **sélecteur** sur la position levée et enfoncez **S1**. Ensuite, raccordez la borne A à la borne B. La diode **LED 7** s'allume pour signaler que les données du signal circulent de A vers B.

A présent, placez le **sélecteur** sur la position abaissée, enfoncez **S2** et raccordez la borne A à la borne B. La diode **LED 7** s'allume à nouveau pour signaler que les données du signal circulent de B vers A. C'est ainsi que fonctionne le circuit intermédiaire bidirectionnel à 1 bit.

PROJECT 239: TWEERICHTINGSBUFFER

Buslijnen spelen een belangrijke rol bij het uitwisselen van signalen tussen de vele elementen en circuits in een microcomputer. In dit project gaan we experimenteren met een tweerichtingsbuffer, gebruikt als gemeenschappelijke bus voor zowel input- als output-informatie. Microcomputers maken doorgaans gebruik van buslijnen van 8, 16 of 32 bits, maar wij doen het met 1 bit.

Wat is "bus"? Je kunt natuurlijk een bus nemen als je ergens naartoe wil. In een computer nemen informatie- of besturingssignalen een bus om ergens hun werk uit te voeren.

Na het opbouwen schakel je de stroom in, je zet de **keuzeschakelaar** omhoog en druk op **S1**. Sluit vervolgens contactpunt a aan op B. **LED 7** gaat branden, wat betekent dat de signaalinformatie van A naar B gaat.

Zet nu de schuifschakelaar naar beneden, druk op **S2** en sluit contactpunt a aan op A. Je zult vaststellen dat **LED 7** opnieuw brandt, wat erop wijst dat signaalinformatie van B naar A gaat. Zo werkt de 1-bits tweerichtingsbuffer.

MONTAGE 240: DIVERS INVERSEURS

Les inverseurs peuvent être constitués de plusieurs façons différentes et nous allons en découvrir quelques unes dans ce montage. Examinez le diagramme schématique de ce montage. Les diodes **LED 1 à 6** servent à afficher la sortie de chaque inverseur. Les diodes **LED 1 et 2** sont réservées à l'inverseur qui utilise un circuit porte NON-ET, les diodes **LED 3 et 4**, à l'inverseur qui emploie un circuit porte NON-OU, la diode **LED 5**, à l'inverseur qui utilise un amplificateur opérationnel et la diode **LED 6**, à l'inverseur qui emploie un transistor.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que les diodes LED impaires s'allument (**LED 1, 3 et 5**). En effet, quand **S1** est relâché, l'entrée du premier inverseur prend la valeur 1.

A présent, enfoncez **S1** pour que l'entrée du premier inverseur prenne la valeur 0. Que font les diodes LED? Cette fois, les diodes LED paires (**LED 2, 4 et 6**) s'allument.

Ce montage vous montre que toutes les autres diodes LED se sont allumées, ce qui signifie que chacune d'entre elles signale l'action de chaque inverseur.

PROJECT 240: ALLERLEI INVERTORS

Invertors kunnen op heel wat verschillende manieren gemaakt worden; met een paar daarvan gaan we in dit project experimenteren. Bekijk het schema voor dit project. **LED 1 - LED 6** worden gebruikt om de output van elke invertor weer te geven. **LED 1 - LED 2** worden gebruikt voor de invertor die een NAND poort circuit gebruikt, **LED 3 - LED 4** voor degene die een NOR poort circuit gebruikt, **LED 5** voor degene die een operationele versterker gebruikt en **LED 6** voor die met een transistor.

Na het opbouwen van het project schakel je de stroom in en zie je dat de oneven genummerde LED's branden (**1, 3 en 5**). Dat komt doordat de input van de eerste invertor 1 is wanneer **S1** niet ingedrukt is.

Druk nu op **S1** om de input naar de eerste invertor 0 te maken. Wat gebeurt er met de LED's? De even genummerde LED's (**2, 4 en 6**) branden nu.

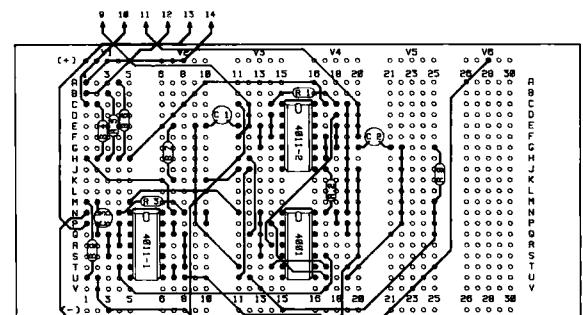
Het project toont aan dat het telkens de andere LED was die brandde, wat betekent dat elke LED de werking van elke invertor laat zien.

PROJECT 241: ELECTRONIC SWITCH

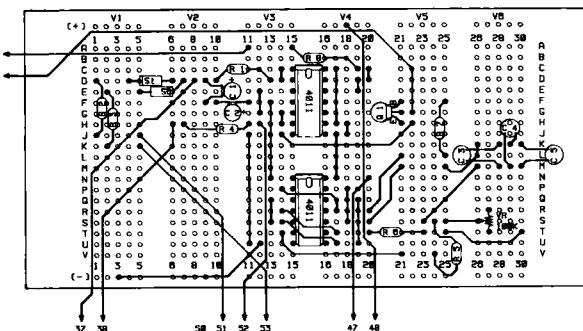
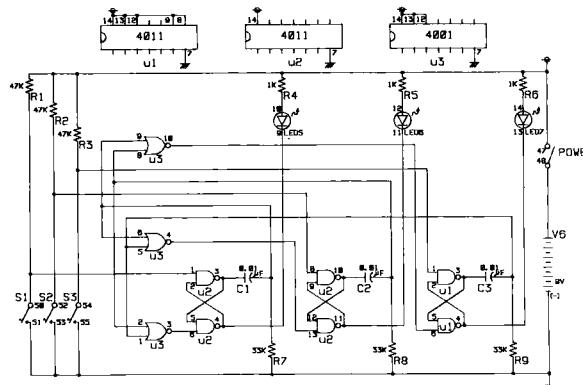
We're now going to make an interesting experiment - electronic switch. When you press **S1** just for a moment, **LED 5** stays ON and **LED 6** and **LED 7** stay OFF. This means that the electronic switch of **LED 5** is ON.

You can observe the same performance by pressing **S2** or **S3**. When any of these switches is pressed to turn ON any electronic switch, all other electronic switches are automatically turned OFF.

This electronic switch is made up of three sets of RS flip-flop circuit. If you press any one switch and the corresponding electronic switch is turned ON, a reset signal is sent to all other electronic switches. TV channel switches and stereo control switches are examples of this electronic switch.



R1 47kΩ R4 1kΩ R7 33kΩ C1 0.01µF
R2 47kΩ R5 1kΩ R8 33kΩ C2 0.01µF
R3 47kΩ R6 1kΩ R9 33kΩ C3 0.01µF



Q1 2SC2920 R3 47kΩ R6 33kΩ C1 10µF C4 0.1µF
R1 220kΩ R4 33kΩ R7 10kΩ C2 10µF C5 0.1µF
R2 47kΩ R5 47kΩ R8 470Ω C3 0.1µF

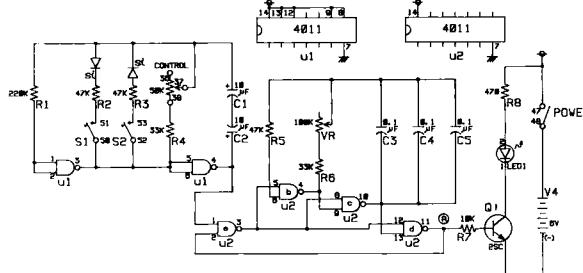


Figure 1

MONTAGE 241: INTERRUPTEUR ELECTRONIQUE

L'interrupteur électronique que nous allons réaliser à présent est un composant extrêmement intéressant. Quand vous enfoncez brièvement **S1**, la diode **LED 5** demeure allumée tandis que les diodes **LED 6** et **LED 7** restent éteintes. Autrement dit, l'interrupteur électronique de la diode **LED 5** est ouvert.

Vous constatez le même phénomène lorsque vous enfoncez **S2** ou **S3**. Quand vous enfoncez un de ces sélecteurs pour ouvrir un interrupteur électronique, tous les autres interrupteurs électroniques se ferment automatiquement.

Cet interrupteur électronique est constitué de trois jeux de circuits à bascule bistable. Si vous enfoncez un sélecteur quelconque alors que l'interrupteur électronique correspondant est ouvert, il envoie un signal de réinitialisation à tous les autres interrupteurs électroniques. Les touches de présélections d'un téléviseur et les sélecteurs stéréo sont des exemples d'interrupteurs électroniques.

PROJECT 242: TONE BURST GENERATOR

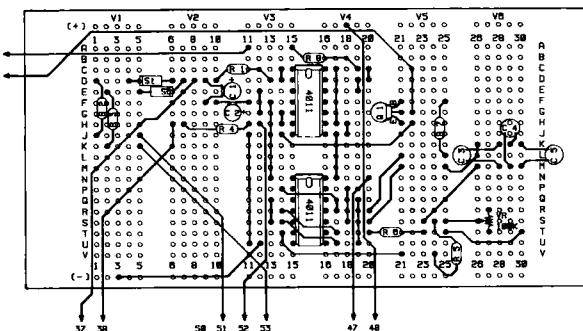
A tone generator is an oscillator that sends out signals repeated at regular intervals, as shown in Figure 1. As its name suggests, a speaker is usually used to let you hear the tone it makes. But in this project, we're going to use an **LED** to find out how it works.

As you can see from the schematic, IC U2 is a tone generator whose frequency can be changed by the semi-fixed resistor. IC U1 is another generator which controls the start and stop of the tone generator. Its frequency can also be changed by turning the **control**, and its duty ratio can be adjusted using **S1** and **S2**. Remember what the duty ratio is? Refer back to project 53. The duty ratio is about 24% when **S1** is ON, and about 76% when **S2** is ON. This project can be used as a logic circuit whose waveform ends in an integer cycle.

When you finish assembling the project, turn power ON and see what the **LED** is doing. Does it blink ON and OFF as shown in Figure 1? Then, turn the control and press **S1** and **S2**, and see how the **LED** changes its blinking intervals.



Figure 1



Q1 2SC2920 R3 47kΩ R6 33kΩ C1 10µF C4 0.1µF
R1 220kΩ R4 33kΩ R7 10kΩ C2 10µF C5 0.1µF
R2 47kΩ R5 47kΩ R8 470Ω C3 0.1µF

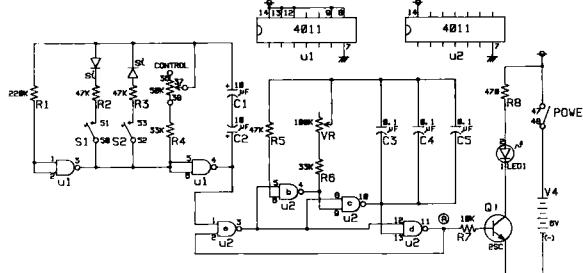


Figure 1

MONTAGE 242: GENERATEUR DE TONALITES EN SALVES

Le générateur de tonalités est un oscillateur qui envoie des signaux répétés à intervalles réguliers, comme illustré à la Figure 1. Comme son appellation le suggère, ce générateur utilise généralement un haut-parleur pour vous permettre d'entendre la tonalité qu'il produit. Dans ce montage toutefois, nous utiliserons plutôt une diode **LED** qui vous permettra de comprendre le fonctionnement de ce générateur.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le CI U2 est un générateur de tonalités dont la fréquence peut être modifiée à l'aide de la résistance semi-fixe. Le CI U1 est un autre générateur qui commande le démarrage et l'arrêt du générateur de tonalités. Sa fréquence peut aussi être modifiée en tournant la **commande** tandis que son rapport cyclique peut être réglé à l'aide de **S1** et **S2**. Vous souvenez-vous encore de la signification du rapport cyclique? Si ce n'est pas le cas, retournez au montage 53. Le rapport cyclique est d'environ 24% quand **S1** est enfoncé et d'environ 76% quand **S2** est enfoncé. Ce montage peut être utilisé comme un circuit logique dont la forme d'onde se termine par un cycle entier.

Une fois le câblage de ce montage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment réagit la diode **LED**. S'allume-t-elle et s'éteint-elle comme illustré à la Figure 1? Ensuite, tournez la commande, enfoncez **S1** et **S2** et voyez comment la diode **LED** modifie sa fréquence de clignotement.



Figure 1

PROJECT 241: ELEKTRONISCHE SCHAKELAAR

Nu gaan we een interessant experiment opbouwen: een elektronische schakelaar. Wanneer je heel even op **S1** drukt, blijft **LED 5** branden en blijven **LED 6** en **LED 7** gedoofd. Dit betekent dat de elektronische schakelaar van **LED 5** ingeschakeld is.

Dezelfde werking kun je vaststellen als je op **S2** of **S3** drukt. Wanneer één van die toetsen (schakelaars) wordt ingedrukt om een elektronische schakelaar in te schakelen, worden alle andere elektronische schakelaars automatisch uitgeschakeld.

Deze elektronische schakelaar bestaat uit drie sets met een RS flip-flop circuit. Druk je op één van de toetsen, waardoor de overeenkomstige elektronische schakelaar ingeschakeld wordt, dan gaat een terugstelsignaal naar alle andere elektronische schakelaars. TV-kanaalkiezers en stereo-bedieningsschakelaars zijn voorbeelden van dergelijke elektronische schakelaars.

PROJECT 242: TOONGENERATOR

Een toongenerator is een oscillator die met regelmatige tussenpozen signalen uitzendt, zoals afgebeeld op figuur 1. Zoals de naam doet veronderstellen, wordt meestal een luidspreker gebruikt om de geproduceerde toon ten gehore te brengen. Maar bij dit project gaan we een **LED** gebruiken om te achterhalen hoe hij werkt.

Uit het schema kun je afleiden dat IC U2 een toongenerator is waarvan de frequentie kan worden gewijzigd met de halfvaste weerstand. IC U1 is nog een generator die bepaalt of de toongenerator start of stopt. De frequentie ervan kan ook worden gewijzigd door aan de **regelknop** te draaien, en de arbeidsverhouding - als je niet meer weet wat dat is, ga je kijken bij project 53 - kan worden ingesteld met **S1** en **S2**. De arbeidsverhouding bedraagt ongeveer 24% met **S1** ingeschakeld en ongeveer 76% met **S2** ingeschakeld. Dit project kan gebruikt worden als een logisch circuit waarvan de golfvorm eindigt in een gehele cyclus.

Zodra het project opgebouwd is, schakel je de stroom in en zie je wat de **LED** doet. Knippert hij aan en uit zoals op figuur 1? Draai dan aan de regelknop en druk op **S1** en **S2**, en kijk hoe de knipper-tussenpozen van de **LED** veranderen.



Figuur 1

PROJECT 243: DIGITAL TIMER

We're now going to build a digital timer using a counter IC. Since the digital timer works by counting the number of clock pulses, it is much more accurate than analog timers so long as the clock pulse repetition period (time) is maintained constant and free from any change.

Since the counter IC works as a presettable binary down counter, you can preset the count in 4-bit binary numbers, as Figure 1 shows. The clock pulses are generated by a NAND gate, fed to the CLK terminal of the counter IC, and displayed by **LED 1**.

Now, set **S1 - S4** to the count you've selected from Figure 1 (if the count you've chosen is 11, it is equivalent to a binary number of 1011, so turn **S1, S2** and **S4** ON, and turn **S3** OFF).

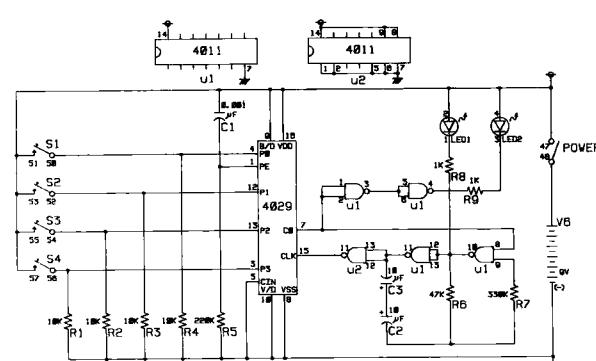
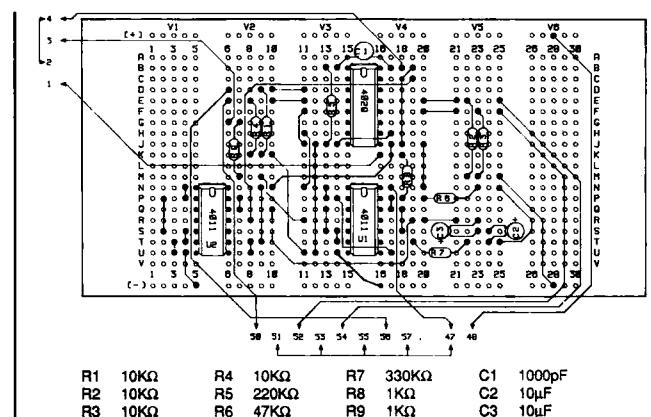
Then turn power ON. **LED 1** flickers for about one second, and then starts flashing on and off after the timer finishes counting the preset number.

The setting of this digital timer can be changed by varying the clock pulse repetition period (time). You can make this period longer by using a larger value for C2 or R6. So try changing the timer setting.

Switch No.	Number of LED1 Count	Switch No.	Number of LED1 Count
4 3 2 1		4 3 2 1	
0 0 0 0	0	1 0 0 0	8
0 0 0 1	1	1 0 0 1	9
0 0 1 0	2	1 0 1 0	10
0 0 1 1	3	1 0 1 1	11
0 1 0 0	4	1 1 0 0	12
0 1 0 1	5	1 1 0 1	13
0 1 1 0	6	1 1 1 0	14
0 1 1 1	7	1 1 1 1	15

Switch ON : 1 or H
Switch OFF: 0 or L

Figure 1

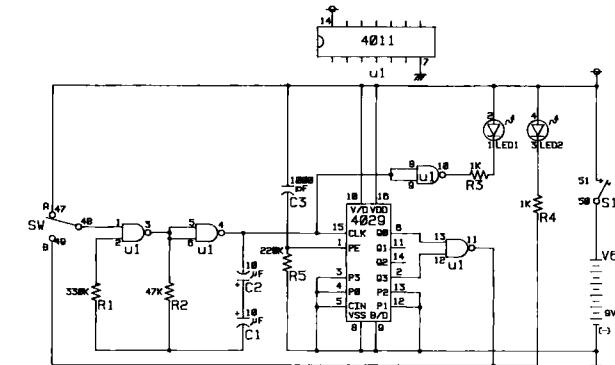
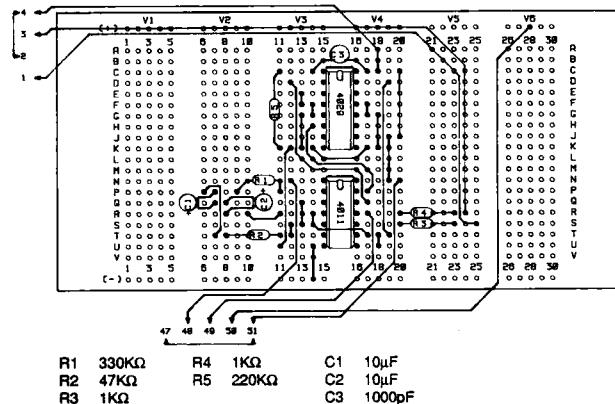


PROJECT 244: DIGITAL TIMER II

Here's a digital timer using a counter IC. It can count clock pulses with a separation of one second and give an output when the 10 pulses are counted up.

The schematic shows you that IC1 is the oscillator that generates the clock pulses at intervals of one second, and IC2 is the counter whose output is displayed by **LED 2**. When you set the **slide switch** up, the counter keeps counting the pulses continuously. When it is set to down, the counter lights up **LED 2** on counting the 10th pulse, then stops.

When you finish the wiring, turn power ON and press **S1** to operate the timer. If you keep pressing **S1** with slide switch up, **LED 1** blinks ON and OFF at intervals of one second and **LED 2** lights up in 10 seconds (when the 10th pulse is counted). The timer repeats this operation over and over again so long as you keep pressing **S1**.



MONTAGE 243: MINUTERIE NUMÉRIQUE

Nous allons à présent réaliser une minuterie numérique qui utilise un CI compteur. Comme cette minuterie compte le nombre d'impulsions d'horloge, elle est nettement plus précise que les minuteries analogiques, à condition que la période (durée) de répétition de l'impulsion d'horloge soit constante et ne subisse aucune variation.

Comme le CI compteur joue le rôle de compteur binaire descendant à préaffichage, vous pouvez préafficher le comptage en nombre binaire à 4 bits, comme illustré à la Figure 1. Les impulsions d'horloge sont produites par une porte NON-ET, puis pénètrent dans la borne CLK du CI compteur avant d'être affichées par la diode **LED 1**.

A présent, réglez **S1 à S4** sur le comptage sélectionné à partir de la Figure 1. (Si vous avez choisi 11, il correspond au nombre binaire 1011. Enfoncez donc **S1, S2 et S4** et relâchez **S3**).

Ensuite, mettez le circuit sous tension. La diode **LED 1** clignote pendant une seconde environ puis s'allume et s'éteint dès que la minuterie a atteint le nombre préaffiché.

Le réglage de cette minuterie numérique peut être modifié en variant la période (durée) de répétition de l'impulsion d'horloge. Vous pouvez allonger cette période en remplaçant C2 ou R6 par des composants de valeurs supérieures. Essayez donc de modifier le réglage de la minuterie.

No. du manipulateur	Nombre de comptages de la diode LED 1	No. du manipulateur	Nombre de comptages de la diode LED 1
4 3 2 1		4 3 2 1	
0 0 0 0	0	1 0 0 0	8
0 0 0 1	1	1 0 0 1	9
0 0 1 0	2	1 0 1 0	10
0 0 1 1	3	1 0 1 1	11
0 1 0 0	4	1 1 0 0	12
0 1 0 1	5	1 1 0 1	13
0 1 1 0	6	1 1 1 0	14
0 1 1 1	7	1 1 1 1	15

Manipulateur enfoncé: 1 ou H
Manipulateur relâché: 0 ou L

Figure 1

PROJECT 243: DIGITALE TIMER

We gaan nu een digitale timer bouwen met behulp van een teller IC. Aangezien de digitale timer werkt door het aantal klokimpulsen te tellen, is hij veel preciezer dan analoge timers zolang de herhalingsperiode van de klokimpulsen constant en onveranderd wordt gehouden.

Aangezien de teller IC functioneert als vooraf instelbare binaire afteller, kun je de telling instellen met 4-bits binair getallen, zoals figuur 1 laat zien. De klokimpulsen worden opgewekt door een NAND poort, naar het CLK-punt van de teller IC gestuurd en weer gegeven door **LED 1**.

Stel nu met **S1 - S4** de uit figuur 1 gekozen aftellingswaarde in. Kies je b.v. 11, dan komt daarmee het binaire getal 1011 overeen en moet je dus **S1, S2 en S4** inschakelen en **S3** uitschakelen.

Schakel vervolgens de stroom in. **LED 1** flikkert ongeveer een seconde en begint dan aan en uit te knipperen nadat de timer het ingestelde getal heeft ageteld.

De instelling van deze digitale timer kan worden gewijzigd door de klokimpuls-herhalingsperiode te veranderen: je maakt die tijd langer door een grotere waarde te kiezen voor C2 of R6. Probeer maar.

Schakelaar nr.	LED 1 aftelgetal	Schakelaar nr.	LED 1 aftelgetal
4 3 2 1		4 3 2 1	
0 0 0 0	0	1 0 0 0	8
0 0 0 1	1	1 0 0 1	9
0 0 1 0	2	1 0 1 0	10
0 0 1 1	3	1 0 1 1	11
0 1 0 0	4	1 1 0 0	12
0 1 0 1	5	1 1 0 1	13
0 1 1 0	6	1 1 1 0	14
0 1 1 1	7	1 1 1 1	15

Schakelaar AAN: 1 of H
Schakelaar UIT: 0 of L

Figuur 1

MONTAGE 244: MINUTERIE NUMÉRIQUE II

Voici une minuterie numérique qui utilise un CI compteur. Elle peut compter les impulsions d'horloge séparées d'une seconde et produire une sortie dès qu'elle totalise 10 impulsions.

Sur le diagramme schématique, vous voyez que le CI 1 est un oscillateur qui produit des impulsions d'horloge à intervalles d'une seconde. Le CI 2 correspond au compteur dont la sortie est affichée à l'aide de la diode **LED 2**. Quand vous placez le **sélecteur** sur la position levée, le compteur continue de compter les impulsions indéfiniment. Par contre, quand vous placez le **sélecteur** sur la position abaissée, le compteur éclaire la diode **LED 2** dès qu'il atteint la dixième impulsion, puis il s'arrête.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez **S1** pour faire fonctionner la minuterie. Si vous maintenez **S1** enfoncé en plaçant le sélecteur sur la position levée, la diode **LED 1** s'allume et s'éteint à intervalles d'une seconde, tandis que la diode **LED 2** s'allume après 10 secondes (dès que la dixième impulsion est atteinte). La minuterie répète ce cycle indéfiniment, aussi longtemps que vous maintenez **S1** enfoncé.

PROJECT 244: DIGITALE TIMER II

Hier nog een digitale timer met een teller IC. Hij kan klokimpulsen tellen met één seconde tussenruimte en een output geven wanneer de tien impulsen opgeteld zijn.

Het schema laat je zien dat IC1 de oscillator is die de klokimpulsen opwekt met een tussenruimte van één seconde; IC2 is de teller, waarvan de output wordt weergegeven door **LED 2**. Wanneer je de **schuifschakelaar** omhoog zet, blijft de teller de impulsen ononderbroken tellen; staat hij naar beneden, dan laat de teller **LED 2** branden na telling van de 10de impuls, waarna hij stilvalt.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en druk je op **S1** om de timer te laten werken. Blijf je op **S1** drukken met de schuifschakelaar omhoog, dan knippert **LED 1** aan en uit met tussenpozen van één seconde en brandt **LED 2** na 10 seconden (zo-dra de 10de impuls geteld is). De timer herneemt deze cyclus zolang je op **S1** blijft drukken.

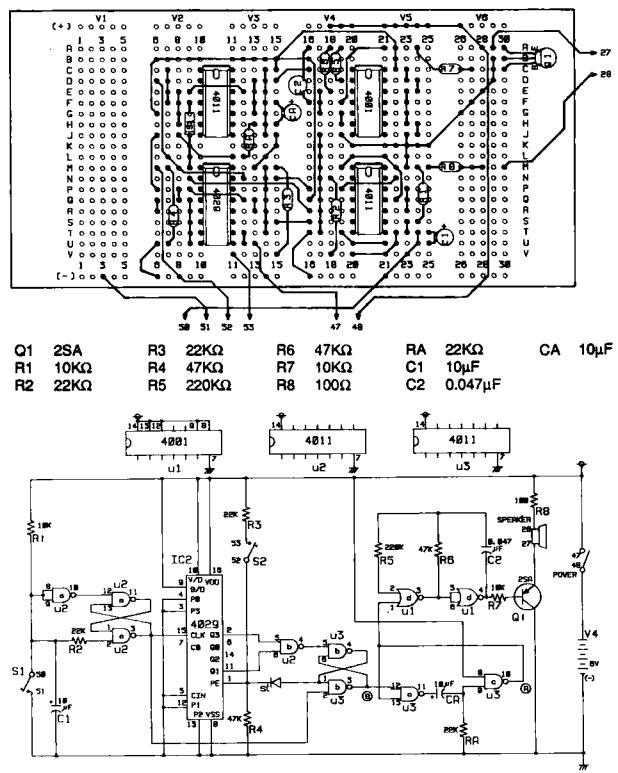
PROJECT 245: TEN COUNT BUZZER

How would you like to make a buzzer that sounds only if you press the key 10 times, not 8 times or 12 times. You need to press the key exactly 10 times to make this buzzer sound, and we'll find out why in this project.

This buzzer is a ten count buzzer that counts the number of pulses using the counter IC. You can see by the schematic that the pulses are generated by **S1** and U2 "a". IC2 is a counter that generates an output from "b" after receiving 10 input pulses. **S2** is a reset switch for resetting the count to zero.

"C" is a circuit that causes the buzzer to sound for the preset time when the output is produced. "d" is an oscillator which generates the buzzer sound. Its output signal is amplified by Q2 and activates the **speaker**.

Let's see how the project works. Turn power ON and press **S2** to reset the counter. Now you can check the buzzer performance. Press **S1** 10 times. Do you hear a buzzer sound from the **speaker**? Be sure to press **S2** if you want to use this project again.



PROJECT 246: PRESS FIRST

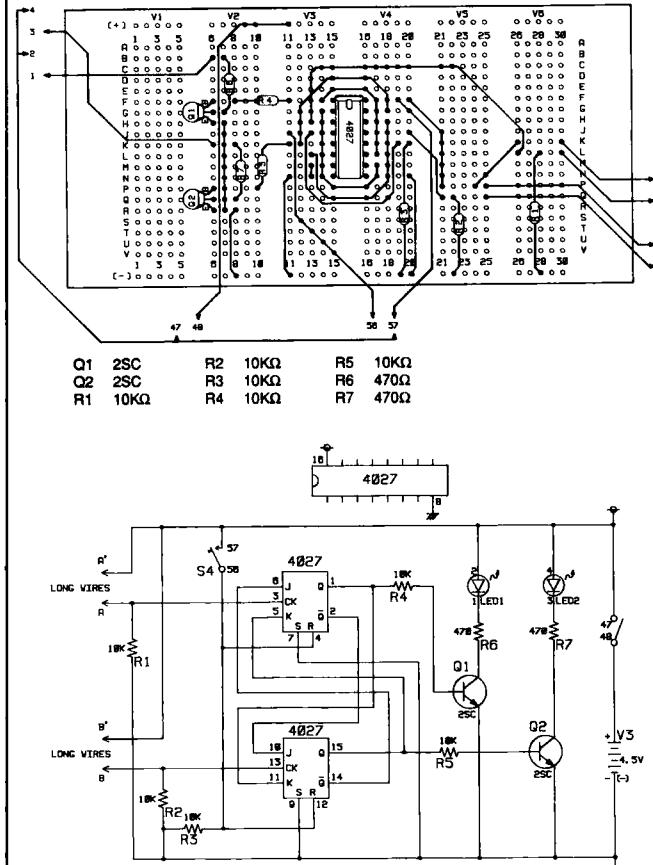
Who's the fastest draw in the West? (Or even the East?) Now you can find out with this project! You and your opponent face each other like Western gunfighters and "go for it" - fortunately, you'll be reaching for a pair of long wires instead of a six-shooter.

To play this game - first you have to build it - then you take the long wires from A' and A while your opponent takes the ones from B' and B. Turn power on and press **S4** once. Have someone else give the signal to draw. When this happens, try to touch the exposed ends of your long wires together before your opponent does. If you touched your wires first, **LED 1** lights up. If your opponent touched first, **LED 2** lights. If it's a draw, both **LEDs** light.

You can play again just by pressing **S4**. This turns off the **LEDs** and reset the circuit. Don't hold the ends of the long wires together after they touch - if you do, both **LEDs** might come on even if the game wasn't a draw.

Be sure to use different colored long wires when building this project (or you could wind up with your gun in your opponent's holster!).

For this project and several that follow, we won't give you explanation on how the circuit works - try to figure out on your own. You have enough knowledge by now!



MONTAGE 245: VIBREUR COMPTEUR

Que diriez-vous de réaliser un vibreur qui retentit uniquement lorsque vous appuyez 10 fois sur le manipulateur, et non 8 ou 12 fois. Comme vous allez le voir dans ce montage, vous devez enfoncer exactement 10 fois le manipulateur pour que ce vibreur retentisse.

Ce vibreur compte le nombre d'impulsions à l'aide du CI compteur. Sur le diagramme schématique, vous voyez que les impulsions sont produites par **S1** et U2 "a". IC2 est un compteur qui produit une sortie "b" après réception de 10 impulsions d'entrée. **S2** fait office de bouton de réinitialisation qui permet de remettre le compteur à zéro.

"C" est un circuit qui permet au vibreur de retentir pendant une durée déterminée dès que la sortie est produite. "d" est un oscillateur qui produit le son du vibreur. Son signal de sortie amplifié par Q2 active le **haut-parleur**.

Voyons à présent comment fonctionne ce montage. Mettez le circuit sous tension et enfoncez **S2** pour remettre le compteur à zéro. Vous pouvez à présent contrôler les performances du vibreur. Enfoncez 10 fois **S1**. Entendez-vous le son du vibreur dans le **haut-parleur**? N'oubliez pas d'appuyer d'abord sur **S2** si vous désirez utiliser à nouveau ce montage.

PROJECT 245: TIEN-TELLEN-ZOEMER

Zou je niet graag een zoemer maken die pas aan het zoemen slaat als je 10 keer op de toets drukt - geen 8 of 12 keer. Je moet dus precies 10 keer op de toets drukken om deze zoemer te horen - waarom, dat leren we met dit project.

Deze zoemer telt met behulp van de teller IC het aantal impulsen. Aan de hand van het schema zie je dat de impulsen worden opgewekt door **S1** en U2 "a". IC2 is een teller die een output opwekt uit "b" zodra hij 10 input-impulsen heeft ontvangen. **S2** is een terugsteltoets om de telling weer op nul te zetten.

"C" is een circuit dat de zoemer gedurende de vooraf ingestelde tijd doet zoemen wanneer de output geproduceerd wordt. "d" is een oscillator die het zoemgeluid opwekt. Het outputsignaal daarvan wordt versterkt door Q2 en activeert de **luidspreker**.

Laten we nagaan hoe het project werkt. Schakel de stroom in en druk op **S2** om de teller op nul te zetten. Nu kun je de werking van de zoemer controleren. Druk 10 keer op **S1**. Hoor je geluid uit de **luidspreker**? Als je verder wil proberen, moet je wel eerst altijd op **S2** drukken.

PROJECT 246: WIE DRUKT EERST?

Wie reageert het snelst? Met dit project kun je dat achterhalen! Je kunt je inbeelden dat je als in een heuse Western tegenover een tegenstander staat en om ter snelst je revolver moet trekken. Gelukkig spelen we niet met een zesklapper, maar met een stel lange draden!

Maar eerst moet je het spel nog opbouwen. Dan neem je zelf de lange draden van A' en A, terwijl je tegenstrever die van B' en B neemt. Schakel de stroom in en druk één keer op **S4**. Laat nog iemand anders het startsein geven en probeer dan de blote uiteinden van jouw draden tegen elkaar te krijgen vòòr je tegenstrever de zijne contact laat maken. Als de jouwe eerst tegen elkaar waren, brandt **LED 1**. Was je tegenstrever sneller, dan brandt **LED 2**. Waren jullie even snel, dan branden beide **LED's**.

Je kunt opnieuw spelen door gewoonweg op **S4** te drukken. Daardoor schakel je de **LED's** uit en wordt het circuit teruggesteld. Laat de draaduiteinden niet tegen elkaar rusten na het contact, want dan zouden beide **LED's** toch kunnen branden, ook al hadden jullie geen gelijkspel.

Gebruik beslist draden van verschillende kleur voor elke speler (of je tegenstrever krijgt misschien jouw pistool in zijn holster!).

Voor dit project en een aantal volgende geven we je geen verklaring meer over de werking van het circuit - probeer dat zelf uit te vissen. Je hebt nu stilaan genoeg kennis vergaard!

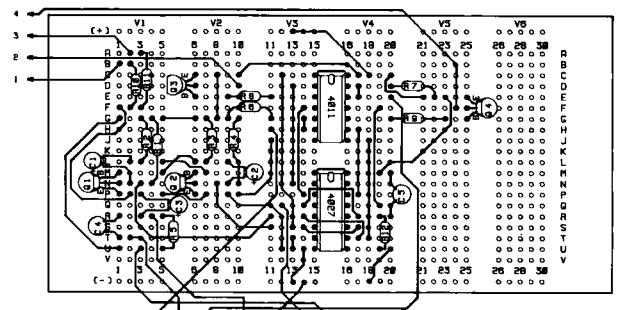
PROJECT 247: TARGET RANGE

If you think a moving target is hard to hit, just wait until you try to hit a pair of blinking LEDs! This project tests your ability to anticipate what an electronic circuit will do.

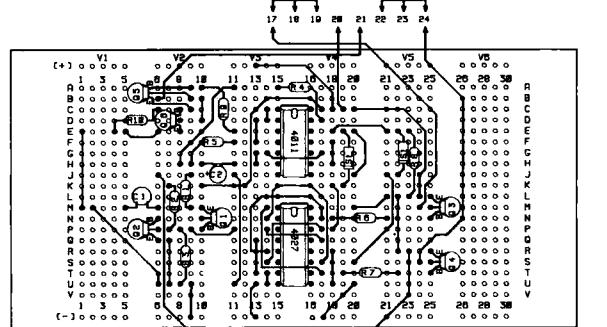
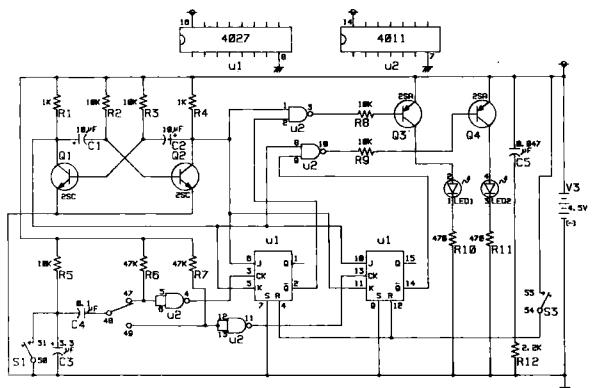
To play, set the select switch up. **LEDs 1** and **2** light and start to blink off and on very rapidly (it looks almost like one light moving from side to side). Your "rifle" is **S1**. When you think the time is right, press **S1**. If you "fired" at the right moment, **LED 1** goes out. Set the **select switch** down and press **S1** again. If your "aim" is good, you'll "shoot out" **LED 2**.

If you're a really good "shot", you might get **LED 1** and **2** out with just one press of **S1**. On the other hand, it might take several presses of **S1** just to get one of the **LEDs** to go out. Be sure to set the **select switch** down before trying to "shoot" **LED 2**. If you don't, you'll discover that... (hold on, we shouldn't tell you everything. Try it for yourself and see what happens.)

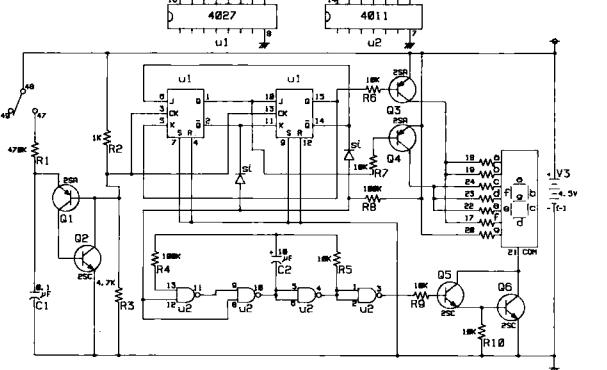
When both **LEDs** are off, press the **S3** key. This means the circuit stays at the start position and you are ready to start again.



Q1 2SC	R1 1kΩ	R6 47kΩ	R11 470Ω	C1 10µF
Q2 2SC	R2 10kΩ	R7 47kΩ	R12 2.2kΩ	C2 10µF
Q3 2SA	R3 10kΩ	R8 10kΩ		C3 3.3µF
Q4 2SA	R4 1kΩ	R9 10kΩ		C4 0.1µF
	R5 10kΩ	R10 470Ω		C5 0.047µF



Q1 2SA	Q5 2SC	R3 4.7kΩ	R7 10kΩ	C1 0.1µF
Q2 2SC	Q6 2SC	R4 100kΩ	R8 100kΩ	C2 10µF
Q3 2SA	Q7 2SC	R5 10kΩ	R9 10kΩ	
Q4 2SA	Q8 2SC	R6 10kΩ	R10 10kΩ	



MONTAGE 247: CIBLE MOBILE

Si vous pensez qu'il est difficile d'atteindre une cible mobile, attendez d'essayer de toucher une paire de LED qui clignotent! Ce montage vous permettra de tester vos aptitudes à anticiper le fonctionnement d'un circuit électronique.

Pour jouer à ce jeu, placez le sélecteur sur la position levée. Les diodes **LED 1** et **2** s'allument puis commencent à clignoter très rapidement (comme une lumière qui se déplace d'un endroit à un autre). **S1** constitue votre "arme". Quand vous estimatez que le moment est venu de tirer, enfoncez **S1**. Si vous avez "tiré" au moment propice, la diode **LED 1** s'éteint. Placez le **sélecteur** sur la position abaissée, puis enfoncez à nouveau **S1**. Si vous visitez juste, vous "atteindrez" la diode **LED 2**.

Si votre "tir" est extrêmement précis, vous parviendrez peut-être à éteindre les diodes **LED 1** et **2** en appuyant une seule fois sur **S1**. Dans le cas contraire, vous devrez peut-être appuyer plusieurs fois sur **S1** pour éteindre une seule diode **LED**. N'oubliez pas de placer le **sélecteur** sur la position abaissée avant de "tirer" sur la diode **LED 2**. Sinon, ... (patience, nous n'allons pas tout vous expliquer. Essayez de découvrir par vous-même et voyez ce qu'il se passe.)

Quand les deux diodes **LED** sont éteintes, appuyez sur le manipulateur **S3** afin de réinitialiser ce circuit et de commencer une nouvelle partie.

PROJECT 247: KNIPPEREND DOELWIT

Als je een bewegend doelwit moeilijk te raken vindt, wacht dan maar eens tot je een paar knipperende LED's moet uitschakelen! Dit project test je vermogen om de activiteit van een elektronisch circuit voor te zijn.

Om te spelen zet je de keuzeschakelaar omhoog. **LED's 1** en **2** branden en beginnen heel snel aan en uit te knipperen (het lijkt één lichtje dat heen en weer springt). **S1** is je "pistool". Als je denkt dat het moment daar is, druk je op **S1**. "Schoot" je op het juiste moment, dan dooft **LED 1**. Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden en druk nogmaals op **S1**. Heb je goed "gemikt", dan schiet je ook **LED 2** uit.

Als je werkelijk knap bent, zou je **LED 1** en **LED 2** met één enkele druk op **S1** kunnen uitschakelen. Maar het zou ook kunnen zijn dat je herhaaldelijk op **S1** moet drukken om nog maar één **LED** uit te schakelen. Altijd eerst de **keuzeschakelaar** naar beneden zetten voor je probeert **LED 2** "uit te schieten". Doe je dat niet, dan... (nee, we verklappen je niet alles. Probeer zelf maar wat er dan gebeurt).

Wanneer beide **LED's** uit zijn, druk je op **S3**. Dit betekent dat het circuit in startpositie blijft en dat je klaar bent om opnieuw te spelen.

PROJECT 248: GRIJP DE ACHT

Hier heb je nog een IC-spel met display om je kundigheid te testen. In dit project moet je niet meer "schieter" naar **LED's**, maar proberen je een acht te vangen!

Zodra de bedrading klaar is, zet je de **keuzeschakelaar** omhoog. Op het display zie je de boven- en onderkant van de "8" om beurten knipperen. Hou het knipperpatroon nauwkeurig in de gaten, en je zult vaststellen dat er een moment is waarop het display helemaal niets weergeeft. Wanneer je denkt dat moment voor te kunnen zijn, schuif je de **keuzeschakelaar** naar beneden. Doe je dat precies op het goede moment, dan vang je een volledige "8", die op het display blijft knipperen. Lukt het niet, dan zet je de **keuzeschakelaar** weer omhoog en probeer je opnieuw.

PROJECT 248: CATCH THE EIGHT

Here's another IC and display game to test your wits. In this project, you won't be "shooting" at **LEDs**... instead, you'll be trying to catch an eight!

Once you finish wiring, set the **select switch** up. On the display you'll see the upper and lower parts of "8" are flashing alternately. Now carefully note the pattern of flashing. You'll note there's a moment when the display shows nothing - when you think you can anticipate the moment of no display, slide the **select switch** down. If you do it at exactly the right moment, a complete "8" is "captured" and flash over and over on the display. If you don't - well, set the **select switch** up and try again.

MONTAGE 248: ATTRAPEZ LE HUIT

Voici un autre jeu constitué d'un CI et d'un affichage qui vous permettra de tester votre intelligence. Cette fois, il ne s'agit pas de "tirer" sur des **LED**, mais bien d'essayer d'attraper un huit!

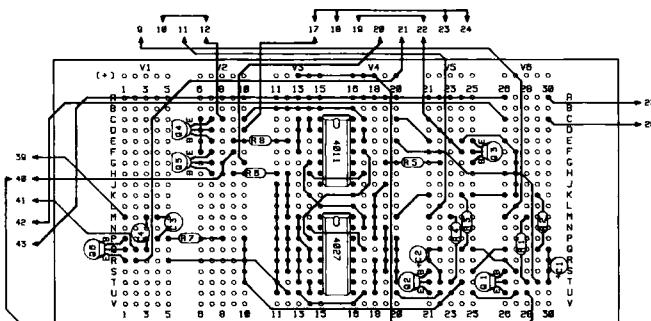
Une fois le câblage terminé, placez le **sélecteur** sur la position levée. Sur l'affichage, vous constatez que les parties supérieure et inférieure du "8" clignotent à tour de rôle. A présent, notez soigneusement l'ordre de clignotement. Vous constatez qu'à un moment déterminé, l'affichage est vierge. Quand vous pensez que vous pouvez anticiper ce moment, placez le **sélecteur** sur la position abaissée. Si vous réussissez à "capturer" le "8", il s'affiche intégralement en clignotant sur l'affichage. Dans le cas contraire, placez le **sélecteur** sur la position levée et faites un autre essai.

PROJECT 249: SOS ALERT

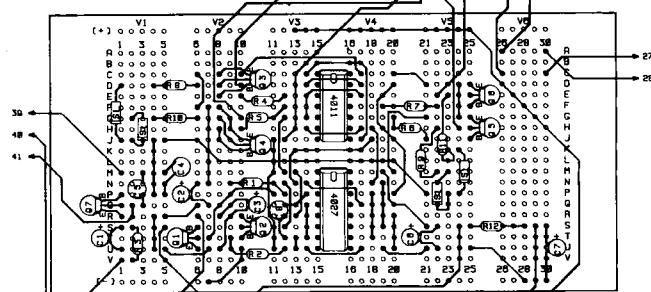
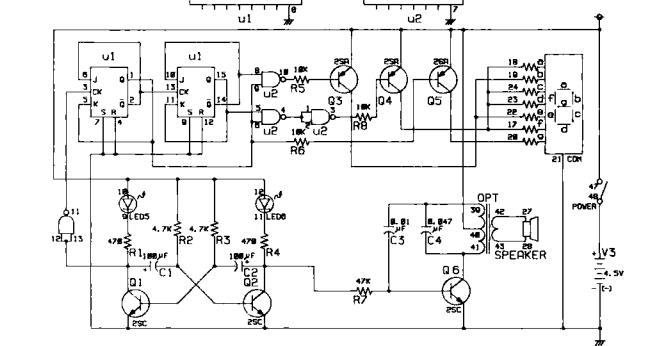
We've already used the ICs in your kit and the display to create some unusual circuits. This project also uses the ICs and the display to create an automatic SOS alert system.

Turn power ON. You'll hear sound from the **speaker** and see the letters "**SOS**" on the display. You'll also see **LEDs 5** and **6** light and go off as if they're "taking turns" being lit.

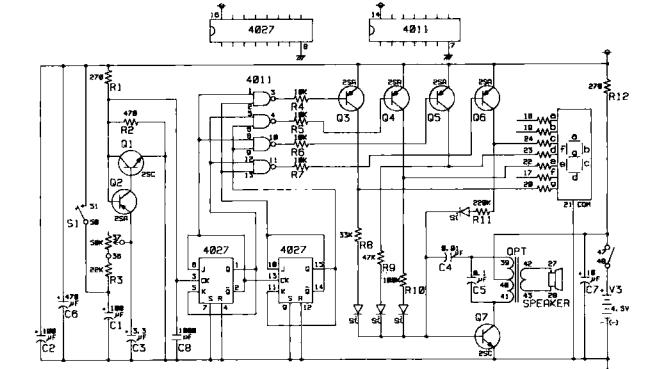
Notice how the display changes. It goes to multivibrator circuit. The project uses both **LEDs** to start over at "**S**". It almost seems like the circuit is counting "1,2,3,4...1,2,3,4..." over and over. It turns out that's pretty close to what is actually going on.



Q1	2SC	Q5	2SA	R3	4.7kΩ	R7	47kΩ	C3	0.01μF
Q2	2SC	Q6	2SC	R4	470kΩ	R8	10kΩ	C4	0.047μF
Q3	2SA	R1	470Ω	R5	10kΩ	C1	100μF		
Q4	2SA	R2	4.7kΩ	R6	10kΩ	C2	100μF		



Q1	2SC	Q7	2SC	R6	10kΩ	R12	270Ω	C6	470μF
Q2	2SA	R1	270Ω	R7	10kΩ	C1	100μF	C7	10μF
Q3	2SA	R2	470Ω	R8	33kΩ	C2	100μF	C8	1000pF
Q4	2SA	R3	22kΩ	R9	47kΩ	C3	3.3μF		
Q5	2SA	R4	10kΩ	R10	100kΩ	C4	0.01μF		
Q6	2SA	R5	10kΩ	R11	220kΩ	C5	0.1μF		



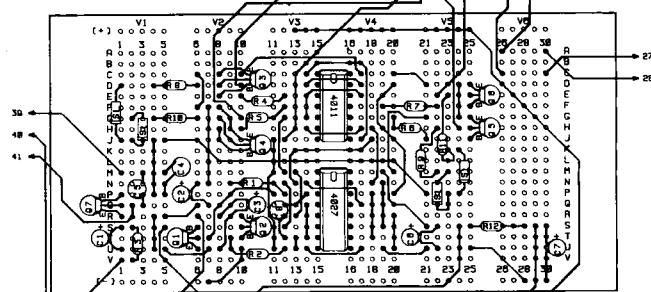
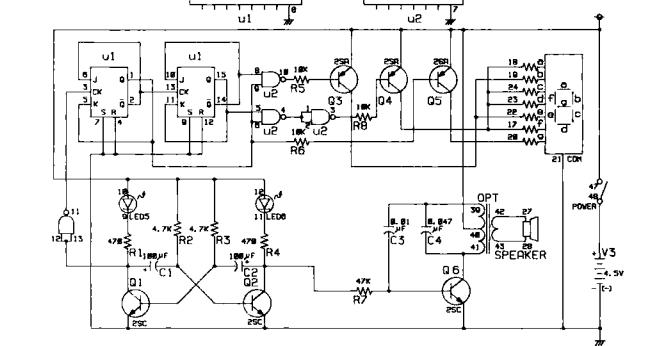
PROJECT 250: WHEEL OF FORTUNE

You've probably seen a roulette wheel, or "wheel of fortune" type game in operation. You know how it works ... players try to guess where the wheel stops and they win if they guess right. We couldn't find room in this kit for the real thing, but we've included an electronic version!

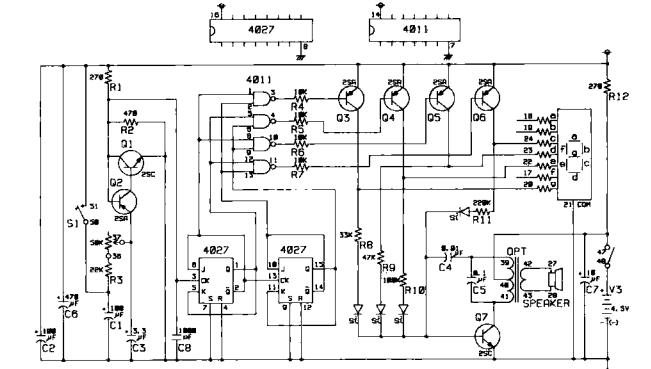
Using this electronic "wheel of fortune" is super-simple. Turn power ON and press **S1** down. You'll notice the lower half of the digital display lights up and seem to "spin" around. (It's not really spinning, of course - the different segments are just rapidly blinking on and off, one after the other.) During the "spinning" you'll hear a funny sound from the **speaker**. After a few moments both the "spinning" and sound slow down. Eventually, it stops with just one segment lit and a steady sound coming from the **speaker**.

You'll notice a couple of interesting things about this circuit. Each segment of the display has its own sound. And the speed at which the display "spins" depends upon the **control**. Try moving the **control knob** while the "wheel" is "spinning" ... notice how you can make it slow down or speed up.

You can use this project as a game by guessing which segment will be lit when the "wheel" finally stops "spinning." Or you can try to make the "wheel" stop at a certain segment by adjusting the **control** while it is still "spinning."



Q1	2SC	Q7	2SC	R6	10kΩ	R12	270Ω	C6	470μF
Q2	2SA	R1	270Ω	R7	10kΩ	C1	100μF	C7	10μF
Q3	2SA	R2	470Ω	R8	33kΩ	C2	100μF	C8	1000pF
Q4	2SA	R3	22kΩ	R9	47kΩ	C3	3.3μF		
Q5	2SA	R4	10kΩ	R10	100kΩ	C4	0.01μF		
Q6	2SA	R5	10kΩ	R11	220kΩ	C5	0.1μF		



MONTAGE 249: ALARME DE DÉTRESSE

Nous avons déjà utilisé l'affichage et les CI de votre ensemble pour créer des circuits hors du commun. Ce montage utilise également l'affichage ainsi que les CI pour constituer un système d'alarme de détresse automatique.

Mettez le circuit sous tension. Un son vous parvient du haut-parleur tandis que le message "**SOS**" apparaît sur l'affichage. Vous constatez également que les diodes **LED 5** et **6** clignotent comme si elles s'allumaient "à tour de rôle".

Examinez comment l'affichage varie. Il passe dans le circuit multivibrateur. Ce montage utilise les deux diodes **LED** pour recommencer à partir du "**S**". Il semblerait que le circuit compte "1,2,3,4 ... 1,2,3,4 ..." indéfiniment. En réalité, c'est pratiquement ce qu'il fait.

PROJECT 249 SOS ALARM

We hebben de IC's en het display al gebruikt voor een paar merkwaardige circuits. Ook in dit project maken we gebruik van de IC's en het display, deze keer voor een automatisch SOS-alarmsysteem.

Schakel de stroom in. Uit de **luidspreker** komt geluid en op het display zie je de letters "**SOS**". Je ziet ook **LED 5** en **6** om beurten aan en uit gaan.

Merk op hoe het display verandert. Het gaat naar een multivibrator circuit. Het project gebruikt beide **LED's** en her begint bij **S**. Het lijkt bijna of het circuit altijd opnieuw telt: 1,2,3,4...1,2,3,4... Dat blijkt inderdaad niet heel ver te zitten van de eigenlijke werking van het circuit...

PROJECT 250: RAD VAN FORTUIN

Een roulettewiel of rad van fortuin of iets dergelijks heb je allicht al aan het werk gezien. Je weet dus hoe het werkt: spelers proberen vooraf te raden waar het wiel zal stoppen; raden ze juist, dan winnen ze. Voor zo'n wiel is in deze doos geen plaats, maar wel voor een elektronische versie!

Het gebruik van dit elektronisch "rad van fortuin" is supereenvoudig. Schakel de stroom in en druk **S1** in. Je zult vaststellen dat de onderste helft van het digitale display oplicht en lijkt rond te draaien. (In werkelijkheid draait er uiteraard niets, alleen knipperen de segmenten om beurten aan en uit.) Tijdens het "draaien" komt er een gek geluid uit de **luidspreker**. Na enkele ogenblikken vertraagt zowel het draaien als het geluid. Uiteindelijk valt alles stil: slechts één segment brandt en uit de **luidspreker** komt een ononderbroken geluid.

Je zult aan dit circuit een paar interessante dingetjes opmerken. Elk segment van het display heeft een eigen geluid. En de snelheid waarmee het display "draait" hangt af van de **regelknop**. Probeer aan de **regelknop** te draaien terwijl het "rad rondraait"... en kijk hoe je het kunt doen versnellen of vertragen.

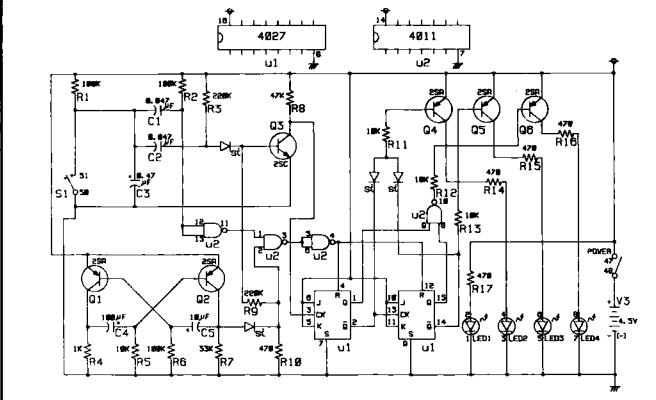
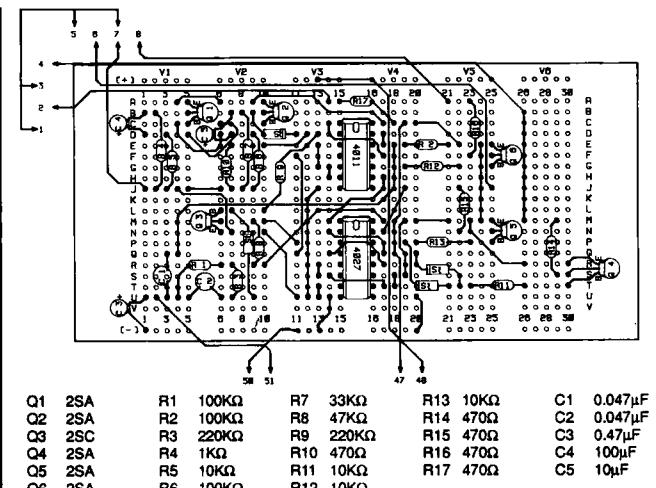
Je kunt dit project als spelletje gebruiken door vooraf te raden op welk segment het "rad" uiteindelijk zal stilvallen. Of je kunt het "rad" bij een bepaald segment doen stilvallen door met de regelknop te werken terwijl het nog "draait".

PROJECT 251: _EAPIN' LEDs

Here's a game to see how fast you are on the trigger (or at least the eye!). The object is to light **LEDs 1 through 4** as quickly as you are able or with as few presses of **S1** as you can.

To play, turn power ON. **LED 1** lights. Now press **S1** until **LED 2** lights. But, if you're not lucky, only **LED 1** lights. Continue to try to get all the **LEDs** to light up (**LED 1,2,3 and 4**).

The secret of this game is to press **S1** at exactly the right moment to light the **LED**. Timing's been an important part of all the digital circuits we've played with so far.



PROJECT 252 : PULSE NUMBER MODULATION LIGHT DIMMER

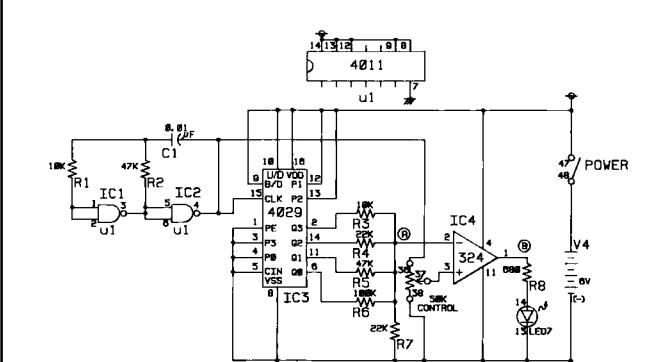
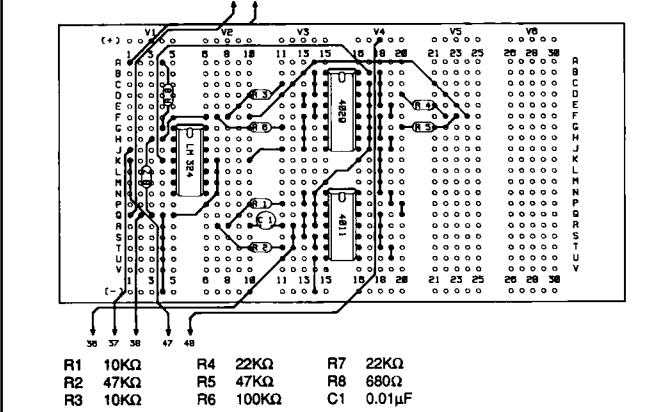
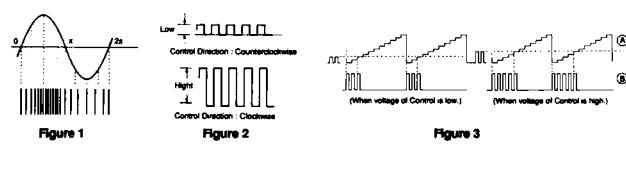
We're going to make an experimental PNM (pulse number modulation). Pulse number modulation means to convert a change in the waveform of an AC signal to a change in the number of pulses.

Figure 1 shows how this conversion is made. You'll see from the schematic that IC1 and IC2 are oscillators for generating a clock pulse. The clock pulse from this oscillator is sent to the counter and is also used as the comparator reference voltage. Figure 2 shows the pulse waveform generated at this time.

The counter counts the clock pulse number and generates a staircase wave like the ones shown in Figure 3-A by combining its output using the resistor. This staircase-wave output and the reference voltage shown in Figure 2 are compared by the comparator, and a PNM output like the ones shown in Figure 3-B can be obtained.

The **LED** lit by this output is dim if the number of pulses is small, but it becomes brighter with an increasing number of pulses.

When you finish wiring, turn power ON and rotate the **control**, and you'll notice the brightness of the **LED** changes. Try to obtain a clear understanding of PNM from Figures 2 and 3 by changing the **LED** brightness.



MONTAGE 251 : LA COURSE DES DIODES LED

Avez-vous la détente rapide? Voici un jeu qui vous permettra de le savoir (ou tout au moins de savoir si vous appuyez suffisamment vite sur le manipulateur!). Le but du jeu consiste à allumer les diodes **LED 1 à 4** aussi vite que possible ou en appuyant le moins de fois possible sur **S1**.

Pour jouer, mettez le circuit sous tension. La diode **LED 1** s'allume. A présent, enfoncez **S1** jusqu'à ce que la diode **LED 2** s'allume. Si vous manquez de chance, seule la diode **LED 1** s'allume. Essayez encore d'allumer toutes les diodes **LED (1, 2, 3 et 4)**.

Le secret pour gagner est d'appuyer sur **S1** au moment propice pour allumer la diode **LED**. Le temps est un élément essentiel dans tous les circuits numériques que vous avez réalisés jusqu'à présent.

MONTAGE 252 : GRADATEUR DE LUMIERE A MODULATION DE NOMBRE D'IMPULSIONS

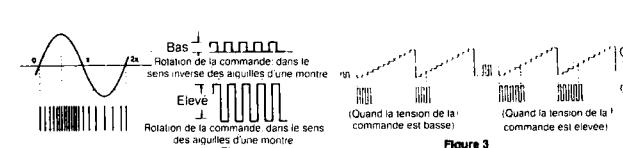
Ce montage vous permettra de réaliser une modulation de nombre d'impulsions. Cette modulation convertit une variation de la forme d'onde d'un signal CA en une modification du nombre d'impulsions.

La Figure 1 illustre la manière dont la conversion est effectuée. Sur le diagramme schématique, vous constatez que les C1 et 2 sont des oscillateurs qui produisent une impulsion d'horloge. Cette dernière est envoyée au compteur et est également utilisée comme tension de référence du comparateur. La Figure 2 illustre la forme de l'onde d'impulsion produite à ce moment.

Le compteur compte le nombre d'impulsions d'horloge et produit une onde en escalier semblable à celle illustrée à la Figure 3-A en combinant sa sortie à l'aide de la résistance. La sortie d'onde en escalier ainsi que la tension de référence illustrée à la Figure 2 sont comparées par le comparateur qui permet d'obtenir une sorte de modulation en nombre d'impulsions semblable à celle illustrée à la Figure 3-B.

Quand le nombre d'impulsions est bas, la diode **LED** éclairée par cette sortie est sombre. Elle devient toutefois plus claire dès que le nombre d'impulsions augmente.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et tournez la **commande**. Vous constatez que l'intensité de la diode **LED** varie. Essayez de mieux comprendre le fonctionnement de la modulation de nombre d'impulsions en modifiant l'intensité de la diode **LED** à l'aide des Figures 2 et 3.



PROJECT 251: VIER OP EEN RIJ

Hier is een spelletje waarmee je kunt nagaan hoe snel je kunt afdrukken (met de toets). Wat is de bedoeling: zo snel mogelijk of met zo weinig mogelijk drukken op **S1 LED 1 tot en met LED 4** doen branden.

Schakel eerst de stroom in. **LED 1** brandt. Druk nu op **S1** tot **LED 2** brandt. Als je pech hebt, brandt alleen **LED 1**. Blijf doorgaan tot je alle **LED's** aan het branden hebt (**LED 1, 2, 3 en 4**).

Het geheim achter dit spel is dat je **S1** moet indrukken op precies het juiste moment om de **LED** te doen branden. Timing is trouwens een belangrijk onderdeel in alle digitale circuits waarmee we tot nog toe te maken hebben gehad.

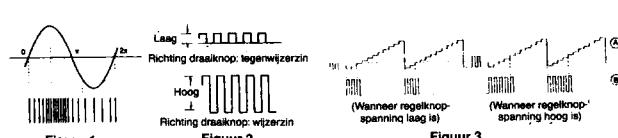
PROJECT 252: PNM-LICHTDIMMER

PNM staat (in het Engels) voor "impulsaantal-modulatie", wat betekent dat een verandering in de golfvorm van een wisselstroom-signalen wordt omgezet in een verandering van het aantal impulsen.

Figuur 1 laat zien hoe deze omzetting gebeurt. Aan de hand van het schema zie je dat IC1 en IC2 oscillators zijn voor het opwekken van een klokimpuls. De klokimpuls van deze oscillator gaat naar de teller en wordt ook gebruikt als referentiespanning voor de comparatoren. Figuur 2 laat zien welke impuls-golfvorm op dit moment wordt opgewekt.

De **LED** die door deze output gaat branden is zwak als het aantal impulsen klein is, maar wordt feller naarmate het aantal impulsen toeneemt.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en draai je aan de **regelknop**, en je zult vaststellen dat de helderheid van de **LED** verandert. Probeer PNM duidelijk te begrijpen aan de hand van figuren 2 en 3, door de **LED**-helderheid te veranderen.



PROJECT 253 : PULSE WIDTH MODULATION LIGHT DIMMER

In this project, we're going to make an experimental PWM (pulse width modulation), using a counter and a comparator. Pulse width modulation means to convert a change in the waveform of an AC signal to a change in pulse width. Figure 1 shows how this conversion is made.

The schematic shows you that U1 is an oscillator for generating a clock pulse. The clock pulse from this oscillator is sent to the counter (IC2). The counter output is combined by the resistor to produce the staircase wave shown in Figure 2. The voltage of this staircase wave and the reference voltage are compared by the comparator (IC3), and a PWM output is obtained. The LED lit with this output is dim if the pulse width is small, but becomes brighter with the increasing pulse width.

When you finish wiring, turn power ON and see how you can change the brightness of the LED by rotating the **control**. Try to get a clear understanding of PWM from Figure 2 by changing the LED brightness.

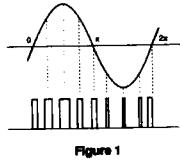


Figure 1

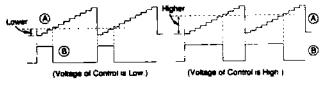


Figure 2

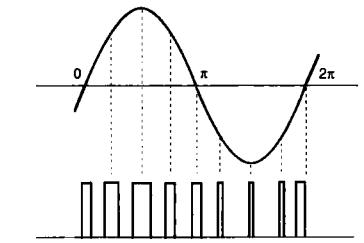
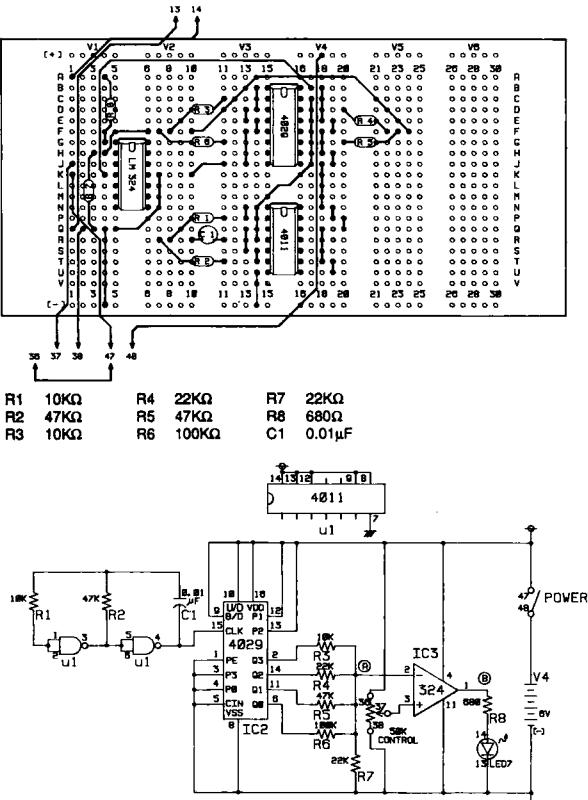


Figure 1

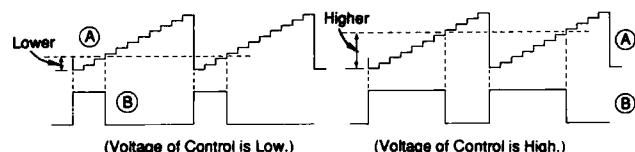


Figure 2

MONTAGE 253 : GRADATEUR DE LUMIERE A MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION

Ce montage vous permettra de réaliser une modulation de largeur d'impulsion à l'aide d'un compteur et d'un comparateur. La modulation de largeur d'impulsion convertit une modification de la forme d'onde d'un signal CA en une variation de la largeur de l'impulsion. La Figure 1 illustre la manière dont cette conversion est effectuée.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que U1 est un oscillateur qui produit une impulsion d'horloge. Cette dernière est envoyée au compteur (IC 2). La sortie du compteur est ensuite combinée par la résistance pour produire une onde en escalier, illustrée à la Figure 2. Le comparateur (IC 3) compare la tension de cette onde en escalier avec la tension de référence et permet d'obtenir une sortie de modulation de largeur d'impulsion. La diode LED éclairée par cette sortie est sombre quand la largeur de l'impulsion est étroite. Elle pâlit toutefois dès que la largeur de l'impulsion augmente.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment vous pouvez modifier l'intensité de la diode LED en tournant la **commande**. Essayez de mieux comprendre le fonctionnement de la modulation de largeur d'impulsion en modifiant l'intensité de la diode LED à l'aide de la Figure 2.

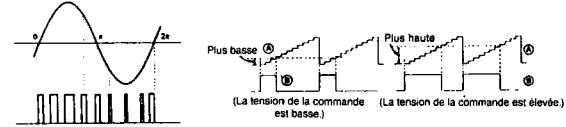


Figure 1

Figure 2

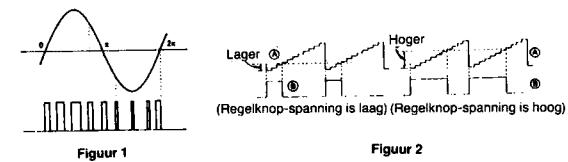
(La tension de la commande est basse.) (La tension de la commande est élevée.)

PROJECT 253: PWM-LICHTDIMMER

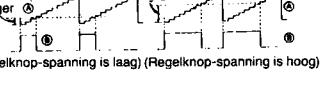
Na PNM krijgen we PWM, de Engelse afkorting voor impuls-breedte-modulatie, wat betekent: omzetting van een verandering in de golfvorm van een wisselstroomsignaal naar een verandering in impulsbreedte (figuur 1 toont hoe die omzetting gebeurt). We maken bij dit project gebruik van een teller en een comparatator.

Op het schema zie je dat U1 een oscillator is om een klokimpuls op te wekken. De klokimpuls van deze oscillator gaat naar de teller (IC2). De output van de teller wordt door de weerstand gecombineerd om de trapvormige golf van figuur 2 te produceren. De spanning van deze trapvormige golf wordt door de comparatator (IC3) vergeleken met de referentiespanning, wat een PWM-output oplevert. De LED die daardoor gaat branden is zwak als de impulsbreedte gering is, maar wordt feller naarmate de impulsbreedte toeneemt.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in en kijk je hoe je de helderheid van de LED kunt wijzigen door aan de **regelknop** te draaien. Probeer PWM duidelijk te begrijpen aan de hand van figuur 2 en door de LED-helderheid te wijzigen.



Figuur 1



Figuur 2

PROJECT 254 : DC-DC CONVERTER USING THE C-MOS OSCILLATOR

We can't use a transformer to convert a DC voltage. So, what we need to do first is to convert it to an AC voltage. In this project, we're going to make a DC-DC converter using a voltage doubler rectifier circuit that doubles the voltage.

As seen in the schematic, IC1 (U1) is an oscillator that converts a DC voltage to AC. It has a frequency of about 10 kHz. The voltage doubling rectifier function is performed by IC2 (U2), diodes Da and Db, and capacitors C2 and C3. From Figure 1 you'll see that this junction is performed because the voltage stored in C2 is combined with that stored in C3. IC 324 is a comparator used to check if the voltage is actually increased. It acts to light up the LED when the output voltage of the doubler rectifier circuit (voltage of C3) goes to more than 7 V.

When you finish wiring, turn power ON. You'll notice the LED lights up. This means that you've succeeded in generating a voltage of more than 7 V with the DC-DC converter from the battery having a voltage of only 6 V.

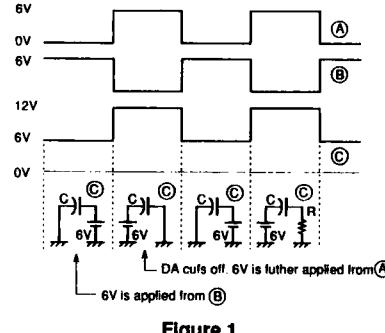
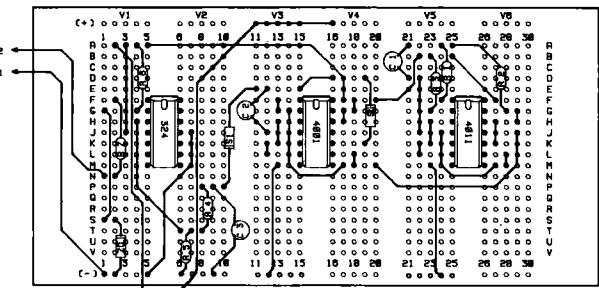


Figure 1



R1 10kΩ R4 10kΩ R7 680Ω C3 0.1µF
R2 10kΩ R5 22kΩ C1 0.0047µF
R3 100kΩ R6 4.7kΩ C2 0.1µF

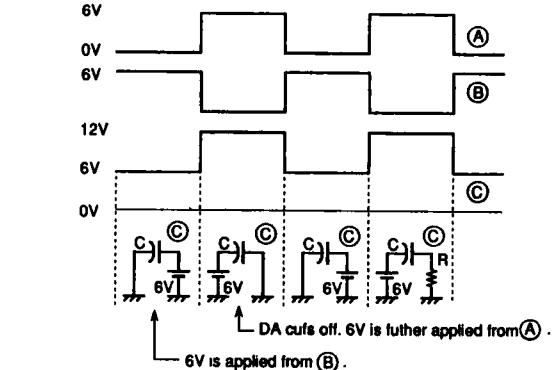
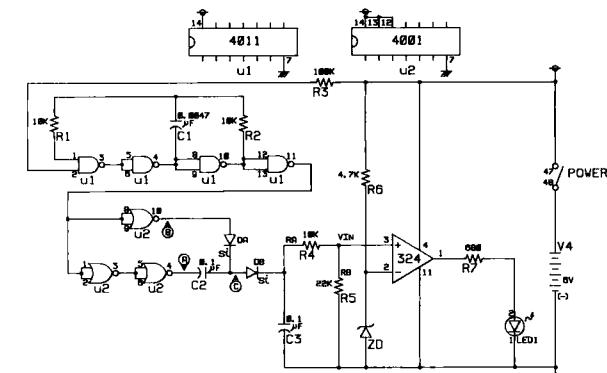


Figure 1

MONTAGE 254 : CONVERTISSEUR CC-CC AVEC OSCILLATEUR C-MOS

Une tension CC ne peut pas être convertie à l'aide d'un transformateur. Nous devons donc d'abord convertir cette tension CC en tension CA. Ce montage vous permettra de réaliser un convertisseur CC-CC qui utilise un circuit rectificateur doubleur de tension capable de doubler la tension.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, le CI 1 (U1) est un oscillateur qui convertit une tension CC en tension CA. Il possède une fréquence d'environ 10 kHz. La fonction du rectificateur doubleur de tension est exécutée par le CI 2 (U2), les diodes Da et Db ainsi que les condensateurs C2 et C3. Sur la Figure 1, vous constatez que l'exécution de cette fonction est due à la combinaison de la tension emmagasinée dans C2 avec celle emmagasinée dans C3. Le CI 324 est un comparateur qui vérifie si la tension augmente réellement. Il se met en marche de façon à éclairer la diode LED quand la tension de sortie du circuit rectificateur doubleur (tension de C3) augmente au-delà de 7 volts.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que la diode LED s'allume. Vous êtes donc parvenu à produire une tension supérieure à 7 volts à l'aide du convertisseur CC-CC à partir de la pile dont la tension n'est que de 6 volts.

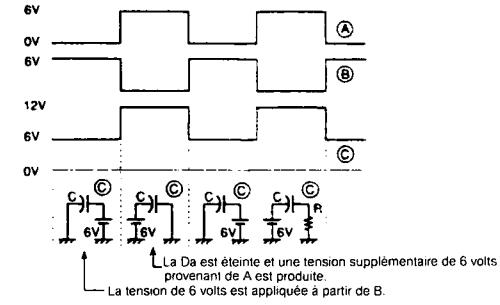


Figure 1

PROJECT 254: DC-DC CONVERTOR MET C-MOS OSCILLATOR

DC staat voor gelijkstroom (het tegengestelde van wisselstroom, AC). Om een gelijkspanning om te zetten kunnen we geen transformator gebruiken. We moeten ze dus eerst omzetten in een wisselspanning. Bij dit project maken we een DC-DC convertor met behulp van een spanningsverdubbelend gelijkrichtcircuit dat de spanning verdubbelt.

Zoals je op het schema ziet, is IC1 (U1) een oscillator die een gelijkspanning in wisselspanning omzet. Hij heeft een frequentie van zowat 10 kHz. De spanningsverdubbelende gelijkrichtfunctie wordt vervuld door IC2 (U2), dioden Da en Db, en condensatoren C2 en C3. Op figuur 2 zie je dat deze functie wordt uitgevoerd omdat de in C2 opgeslagen spanning wordt gecombineerd met die welke in C3 is opgeslagen. IC 324 is een comparatator die wordt gebruikt om te controleren of de spanning werkelijk toeneemt. Hij doet de LED branden indien de output van het spanningsverdubbelende gelijkrichtcircuit (spanning van C3) toeneemt tot meer dan 7 volt.

Na het afwerken van de bedrading schakel je de stroom in. Je stelt vast dat de LED brandt. Dit betekent dat je erin geslaagd bent een spanning van meer dan 7 volt op te wekken met de DC-DC convertor, vertrekend van de batterij die slechts een spanning van 6 volt heeft.

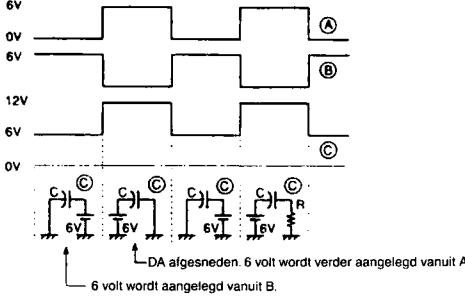


Figure 1

PROJECT 255 : ABSOLUTE VALUE AMPLIFIER

An absolute value amplifier is a device from which we can obtain the absolute value of a voltage - whether it is positive or negative - supplied to it. The absolute value amplifier is used for full-wave rectification of AC signals.

Take a look at the schematic and see how it works. IC1 and IC2 are used as an absolute value amplifier. U1 works as an astable multivibrator that generates the AC signal used in this experiment. This absolute multivibrator is a square-wave oscillator. Figure 1 shows the relationship between its waveforms and the **LEDs**: waveform B is for **LED 1**, C for **LED 3** and F for **LED 2**.

When you finish wiring, turn power ON. You'll see the three **LEDs** begin flickering synchronously. Each time **LED 1** and **LED 3** take turns lighting, **LED 2** also lights up, and this is how the absolute value amplifier works.

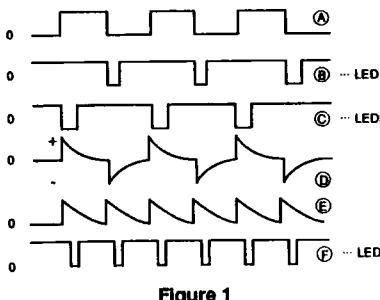


Figure 1

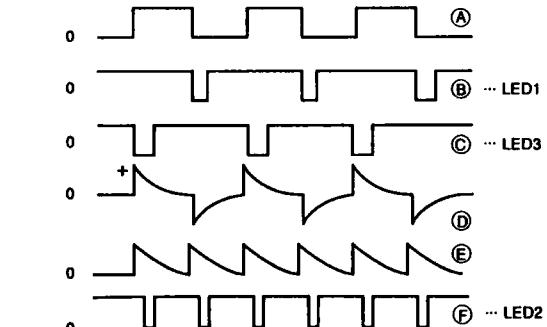
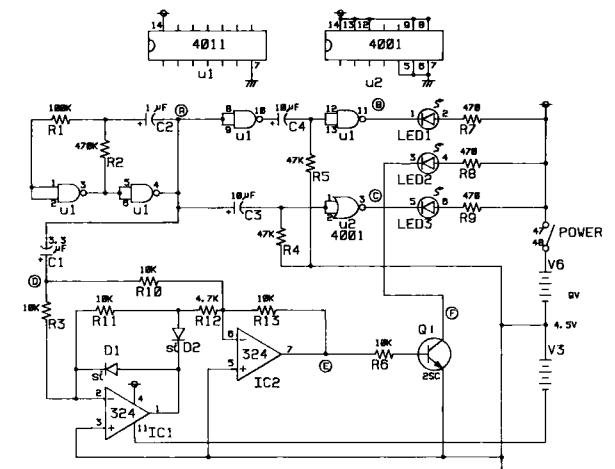
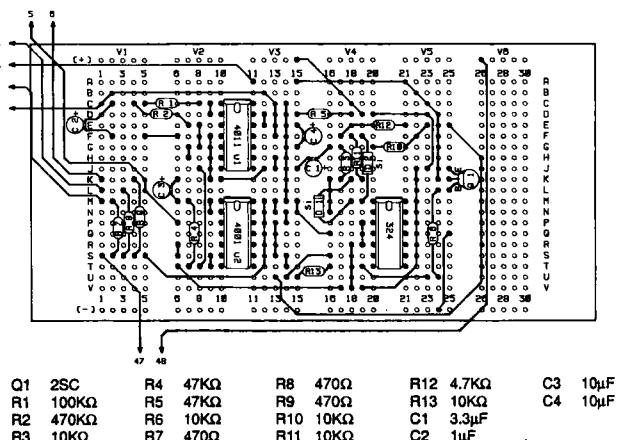


Figure 1

MONTAGE 255 : AMPLIFICATEUR DE VALEUR ABSOLUE

Un amplificateur de valeur absolue est un dispositif qui permet d'obtenir la valeur absolue d'une tension - positive ou négative - qui lui est fournie. L'amplificateur de valeur absolue est utilisé pour la rectification d'onde complète des signaux CA.

Examinez brièvement le diagramme schématique afin de comprendre le fonctionnement de ce montage. Les CI 1 et 2 jouent le rôle d'amplificateur de valeur absolue. U1 fait office de multivibrateur astable produisant le signal CA utilisé dans ce montage. Ce multivibrateur absolu est un oscillateur d'onde carrée. La Figure 1 illustre la relation entre les formes d'onde et les diodes **LED** : la forme d'onde B correspond à la diode **LED 1**, C à la diode **LED 3** et F à la diode **LED 2**.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous constatez que les trois diodes **LED** commencent à clignoter de manière synchronique. Chaque fois que les diodes **LED 1** et **3** s'allument à tour de rôle, la diode **LED 2** s'allume également. C'est ainsi que fonctionne l'amplificateur de valeur absolue.

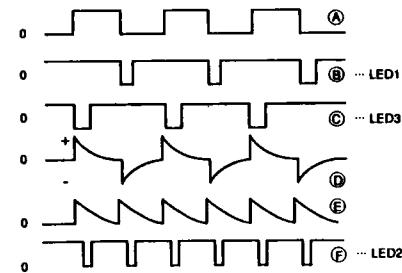


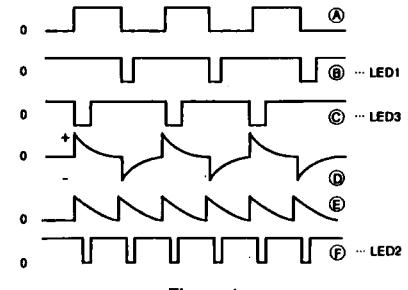
Figure 1

PROJECT 255: ABSOLUTE-WAARDEVERSTERKER

Een absolute-waardeversterker is een toestel waaruit we de absolute waarde van een - positieve of negatieve - spanning die erop wordt aangelegd, kunnen bekomen. De absolute-waardeversterker wordt gebruikt voor volle golf-gelijkrichting van wisselstroom-signalen.

Bekijk het schema en kijk hoe het toestel werkt. IC1 en IC2 worden gebruikt als absolute-waardeversterker. U1 werkt als een veranderlijke multivibrator die het voor dit experiment gebruikte wisselstroom-signalen opwekt. Deze absolute multivibrator is een vierkantgolf-oscillator. Figuur 1 toont de relatie tussen de golfvormen en de **LED's**: golfvorm B staat voor **LED 1**, C voor **LED 3**, en F voor **LED 2**.

Na afwerking van de bedrading schakel je de stroom in. Je ziet de drie **LED's** synchronisch flikkeren. Telkens wanneer **LED 1** en **LED 3** elkaar afwisselen, brandt ook **LED 2**, en zo werkt dus de absolute-waardeversterker.



Figuur 1

PROJECT 256 : WINDOW COMPARATOR

Using two op amplifiers, we can build a window comparator that generates an output only when the input voltage is held between two reference voltages. The schematic shows you that **LED 4** and **LED 7** stay ON while the window comparator keeps generating its output.

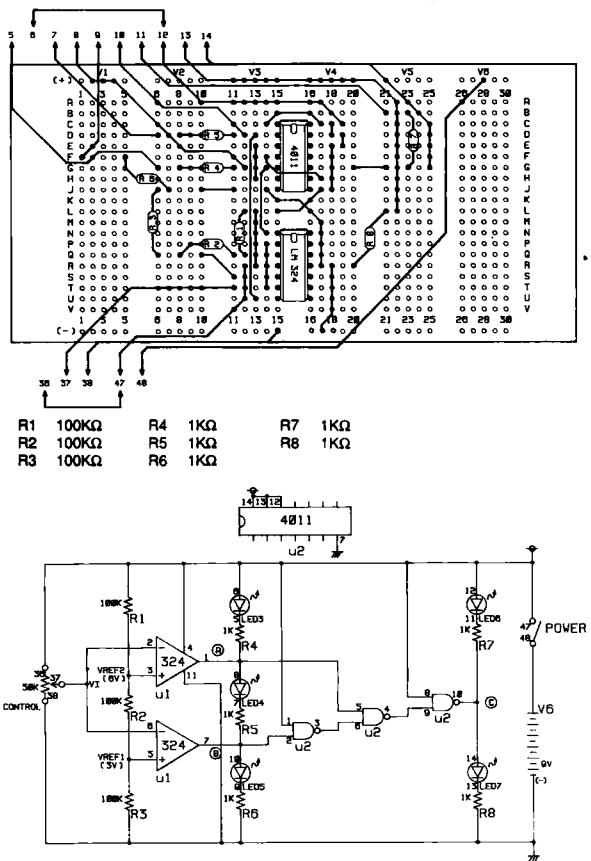
When you finish wiring, turn the control fully counterclockwise and turn power ON. You'll see **LED 5** and **LED 6** light up. Now, rotate the control fully clockwise and see what happens. **LED 3** and **LED 6** light up this time.

Now set the **control** around the 12 o'clock position and rotate it slowly to the right and left, and you'll notice **LED 4** and **LED 7** light up at some point. At this time, the input voltage is between the two reference voltages ($V_{ref} = 3V$, $V_{ref2} = 6V$). Figure 1 helps you obtain a clear understanding of the function of the window comparator.

V_i	Lower	Middle	Upper	Comparator's signal
(V)	LED5 (B)	LED4 (A)	LED3	LED6 LED7 (C)
9~6	● L	● L	○	● L
6~3	● L	○ H	●	○ H
3~0	○ H	● H	●	● L

LED OFF: ●
LED ON : ○

Figure 1



V_i	Lower	Middle	Upper	Comparator's signal
(V)	LED5 (B)	LED4 (A)	LED3	LED6 LED7 (C)
9~6	● L	● L	○	● L
6~3	● L	○ H	●	○ H
3~0	○ H	● H	●	● L

LED OFF: ●
LED ON : ○

Figure 1

MONTAGE 256 : COMPARATEUR DE FENETRE

A l'aide de deux amplificateurs opérationnels, nous pouvons réaliser un comparateur de fenêtre qui produit une sortie uniquement lorsque la tension d'entrée est maintenue entre deux tensions de référence. Sur le diagramme schématique, vous voyez que les diodes **LED 4 et 7** demeurent allumées tandis que le comparateur de fenêtre continue de produire une sortie.

Une fois le câblage terminé, tournez la commande à fond vers la gauche, puis mettez le circuit sous tension. Vous constatez que les diodes **LED 5 et 6** s'allument. A présent, tournez la **commande** à fond vers la droite et voyez ce qu'il se passe. Cette fois, les diodes **LED 3 et 6** s'allument.

A présent, réglez la **commande** sur 12 heures environ, puis tournez-la lentement vers la gauche et vers la droite. A un endroit déterminé, les diodes **LED 4 et 7** s'allument. La tension d'entrée est alors comprise entre les deux tensions de référence ($V_{ref} = 3V$ et $V_{ref2} = 6V$). La Figure 1 vous permet de mieux comprendre le fonctionnement du comparateur de fenêtre.

V_i	Inférieure	Moyenne	Supérieure	Signal du comparateur
(V)	LED5 (B)	LED4 (A)	LED3	LED6 LED7 (C)
9~6	● L	● L	○	● L
6~3	● L	○ H	●	○ H
3~0	○ H	● H	●	● L

LED OFF: ● Diode LED éteinte
LED ON : ○ Diode LED allumée

Figure 1

PROJECT 256: RAAMCOMPARATOR

Met behulp van twee operationele versterkers kunnen we een raamcomparator bouwen die alleen een output opwekt wanneer de inputspanning tussen twee referentiespanningen ligt. Het schema toont aan dat **LED 4 en LED 7** blijven branden terwijl de raamcomparator zijn output blijft opwekken.

Wanneer de bedrading klaar is, draai je de regelknop helemaal in tegenwijzerzin en schakel je de stroom in. Je ziet **LED 5 en LED 6** branden. Draai nu de **knop** helemaal in wijzerzin en kijk wat er gebeurt. **LED 3 en LED 6** branden nu.

Stel nu de **regelknop** in op een stand van ongeveer 12 uur en draai hem langzaam naar rechts en links; je zult dan vaststellen dat **LED 4 en LED 7** op een bepaald punt gaan branden. Op dat moment ligt het inputvoltage tussen de twee referentievoltages ($V_{ref} = 3V$, $V_{ref2} = 6V$). Met behulp van figuur 1 krijg je meer inzicht in de functie van de raamcomparator.

V_i	Lager	Midden	Hoger	Comparatorsignaal
(V)	LED5 (B)	LED4 (A)	LED3	LED6 LED7 (C)
9~6	● L	● L	○	● L
6~3	● L	○ H	●	○ H
3~0	○ H	● H	●	● L

LED UIT: ●
LED AAN: ○

Figuur 1

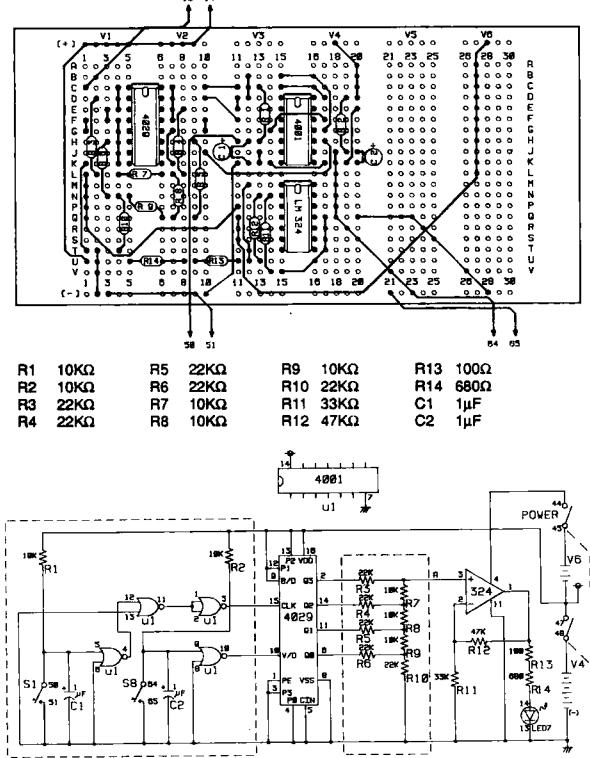
PROJECT 257 : DIGITAL LIGHT DIMMER

How would you like to make a device that can change the **LED** brightness by the number of pulses? With this device, you can make the **LED** become brighter or dimmer by slow degrees by a switching operation.

Changing the **LED** brightness by the number of pulses is a kind of digital-to-analog conversion. As you'll see in the schematic, this conversion is made by the counter IC that receives pulses at the clock terminal and outputs the counted results from Q0-Q3. The resistors connected to these terminals generate the staircase voltage, as had seen several projects back, and applied to one input of the op amplifier. The op amplifier acts as non-inverting amplifier, and its output is used to light up the **LED**.

Block A generates pulses. Each time you press **S1**, one pulse is sent to the counter. **S8** is used for UP/DOWN switching of the counter to make the **LED** become brighter or dimmer.

When you finish wiring, press **S1** a number of times. You'll notice the **LED** becoming dimmer and dimmer each time you press **S1**. Now, press **S1** a number of times again, while holding **S8**. Now the **LED** becomes brighter and brighter.

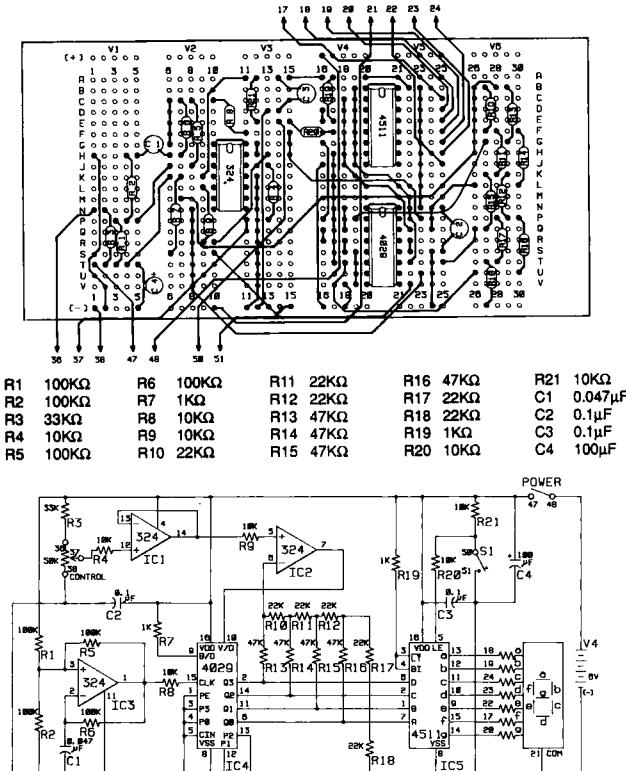


PROJECT 258 : A-D CONVERTER

An A/D converter is a device for converting an analog value to a digital value. In this project, we're going to convert a DC voltage (analog value) from the **control** to a digital value and display it on the **LED display**.

See schematic. The DC voltage is obtained from the **control** and IC1. The comparator IC2 compares this voltage with the voltage obtained by applying the output (Q0 - Q3) of the counter IC4 to the ladder circuit (R10 - R17). The output of the comparator is fed to the up/down select pin of the counter to control the counter output -- thus the DC voltage is converted to a digital value. IC3 is a clock generator generating clock pulses. The digital output signal obtained this way is sent to the decoder IC5 to display the result on the display.

When you finish wiring, turn the **control** fully counterclockwise and turn power ON. Then press **S1**. You'll see the number **0** displayed on the display. Rotate the **control** to the right and see what happens to the number on the display. It increases or decreases as you turn the **control** in proportion to its angle of rotation. By now you must have correctly understood what this converter project's demonstrating...the number displayed on the display changes proportionally with the increase/decrease in the DC voltage from the **control**.



MONTAGE 257 : GRADATEUR DE LUMIERE NUMERIQUE

Que diriez-vous de fabriquer un dispositif capable de modifier l'intensité de la diode **LED** en fonction du nombre d'impulsions? Ce montage vous permettra d'augmenter ou de diminuer graduellement l'intensité de la diode **LED** par permutation.

La modification de l'intensité de la diode **LED** par le nombre d'impulsions est un type de conversion numérique-analogique. Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, cette conversion est effectuée par le CI compteur qui reçoit les impulsions de la borne d'horloge et produit les résultats comptés de Q0 à Q3. Les résistances raccordées à ces bornes produisent une tension en escalier, semblable à celle rencontrée plus haut, et l'appliquent à une entrée de l'amplificateur opérationnel. Ce dernier joue le rôle d'amplificateur non-inverseur dont la sortie est utilisée pour éclairer la diode **LED**.

Le bloc A produit des impulsions. Chaque fois que vous enfoncez **S1**, vous envoyez une impulsion au compteur. **S8** permet de permuter l'ordre ascendant/descendant du compteur et d'augmenter ou de diminuer l'intensité de la diode **LED**.

Une fois le câblage terminé, appuyez plusieurs fois sur **S1**. Vous constatez que la diode **LED** s'assombrit davantage chaque fois que vous enfoncez **S1**. À présent, appuyez à nouveau plusieurs fois sur **S1**, tout en maintenant **S8**. Cette fois, la diode **LED** devient de plus en plus pâle.

PROJECT 257: DIGITALE LICHTDIMMER

Zou je niet graag een toestelletje maken dat de helderheid van een **LED** kan veranderen aan de hand van het aantal impulsen? Met dit project kun je door te schakelen de **LED** in kleine stappen feller of zwakker doen branden.

De helderheid van de **LED** wijzigen door het aantal impulsen is een soort omzetting van digitaal naar analog. Zoals je op het schema ziet, gebeurt deze omzetting door de teller IC, die bij het klokpunt impulsen ontvangt en vanuit Q0-Q3 het getelde resultaat uitvoert. De op deze punten aangesloten weerstanden wekken de trapvormige spanning op, zoals we enige projecten terug zagen, die wordt aangelegd op één ingang van de operationele versterker. Die werkt als niet-inverteerde versterker en zijn output wordt gebruikt om de **LED** te doen branden.

Blok A wekt impulsen op. Telkens wanneer je op **S1** drukt, stuurt je één impuls naar de teller. **S8** wordt gebruikt als hoger/lager schakelaar voor de teller, om te kiezen of je de **LED** een trapje feller of zwakker wil doen branden.

Na afwerking van de bedrading druk je enkele keren op **S1**. Je zult vaststellen dat de **LED** bij elke druk op **S1** zwakker gaat branden. Druk nu opnieuw enkele keren op **S1**, maar hou intussen ook **S8** ingedrukt. Nu wordt de **LED** steeds helderder.

PROJECT 258: A/D OMZETTER

Een A/D omzetter dient om een analoge waarde om te zetten in een digitale. In dit project zetten we een gelijkspanning (analoge waarde) vanuit de **regelknop** om in een digitale waarde, die we op het **LED-display** weergeven.

Bekijk het schema. De gelijkspanning wordt verkregen vanuit de **regelknop** en IC1. Comparator IC2 vergelijkt deze spanning met de spanning die wordt verkregen door de output (Q0 - Q3) van de teller IC4 aan te leggen op het ladder circuit (R10 - R17). De output van de comparator gaat naar de hoger/lager keuzepoten van de teller om de teller-output te regelen -- dus wordt de gelijkspanning omgezet in een digitale waarde. IC3 is een klokgenerator die klok-impulsen opwekt. Het digitale outputsignaal dat aldus wordt bereikt, gaat naar de decoder-IC5 en het resultaat wordt weergegeven op het display.

Na afwerking van de bedrading draai je de **regelknop** helemaal in tegenwijzerzin en schakel je de stroom in. Druk dan op **S1**. Je ziet het cijfer nul op het display verschijnen. Draai de **regelknop** naar rechts en kijk wat er met het cijfer op het display gebeurt. Het neemt toe of af als je aan de **knop** draait, evenredig met de draaihoek. Je zou nu moeten begrijpen wat dit omzetproject aantoon... het cijfer op het display verandert evenredig met de toename/afname van de gelijkspanning vanuit de **regelknop**.

PROJECT 259 : D/A CONVERTER

We're now going to make an experimental D/A converter which is a device for converting a digital value to an analog value. We can put digital (ON/OFF) signals using **S1** and **S3** to display the converted output signals with **LEDs** -- more **LEDs** light with more brightness in accordance with the digital input, as shown in Figure 1.

Look at the schematic for this project. IC 324 is the adder using an operational amplifier. The voltage of A can be raised by degrees to a maximum of 7 times the reference voltage U by different ON/OFF combinations of **S1** - **S3** ("1" when the switch is ON, "0" when it is OFF), as shown in Figure 1.

When you finish wiring, turn power ON and see what the **LEDs** do when you press **S1** - **S3**. All are OFF before the keys are pressed, but brightness and then number of lit **LEDs** increase as you press **S1** and then **S2**. Did you find out how to make the **LEDs** brightest? As you might have guessed from Figure 1, they reach the brightest point when **S1** - **S3** are pressed all together.

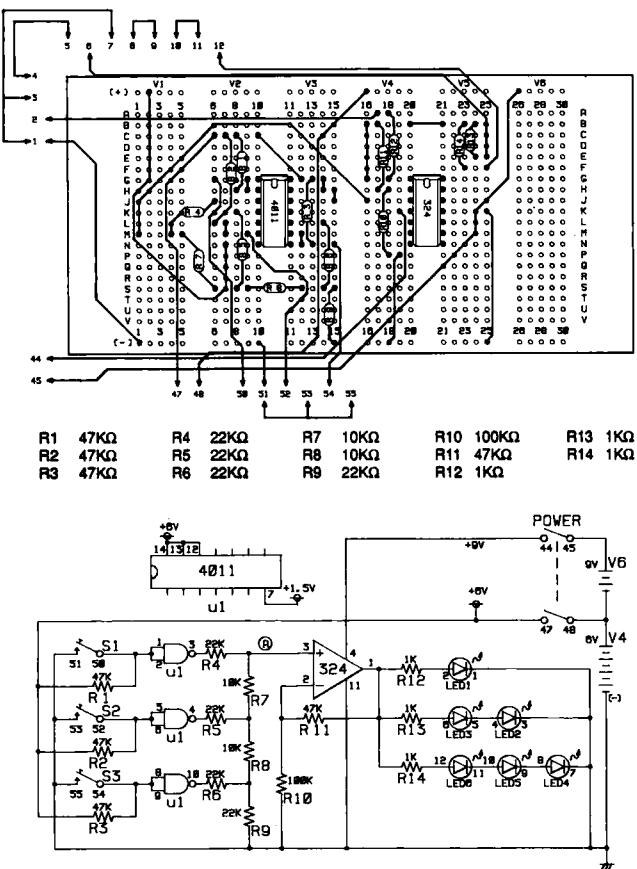
(Oud)			Voltage at A	LED1
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Brighter ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Darker ↓
0	0	0	0	

(Nieuw)			Voltage at A	LED1~6
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Brighter ↑ More ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Darker ↓ Fewer ↓
0	0	0	0	

Figure 1

(Oud)			Voltage at A	LED1~6
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Brighter ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	—
0	0	0	0	

Figure 1



(Oud)			Voltage at A	LED1
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Brighter ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Darker ↓
0	0	0	0	

U: Unit voltage ($\approx 0.75V$)

Changed

(New)			Voltage at A	LED1~6
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Brighter ↑ More ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Darker ↓ Fewer ↓
0	0	0	0	

U: Unit voltage ($\approx 0.75V$)

MONTAGE 259 : CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE

Nous allons à présent fabriquer un convertisseur numérique-analogique qui permet de convertir une valeur numérique en valeur analogique. Nous pouvons produire les signaux numériques à l'aide de **S1** et **S3** (position enfoncée/relâchée) pour afficher les signaux de sortie convertis à l'aide des **LED**. Un plus grand nombre de diodes **LED**s s'allument avec davantage d'intensité en fonction de l'entrée numérique, comme illustré à la Figure 1.

Examinez le diagramme schématique de ce montage. Le CI 324 joue le rôle d'additionneur en utilisant un amplificateur opérationnel. La tension A peut être augmentée graduellement jusqu'à 7 fois la tension de référence U en utilisant différentes combinaisons de manipulateurs **S1** à **S3** ("1" quand le manipulateur est enfoncé et "0" quand il est relâché), comme illustré à la Figure 1.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension et voyez comment réagissent les diodes **LED** quand vous enfoncez les manipulateurs **S1** à **S3**. Avant d'enfoncer ceux-ci, toutes les diodes **LED** sont éteintes. Ensuite, l'intensité et le nombre de diodes **LED** allumées augmentent quand vous enfoncez **S1**, puis **S2**. Avez-vous découvert comment augmenter l'intensité des diodes **LED**? Comme vous l'avez probablement deviné en examinant la Figure 1, elles atteignent leur intensité maximum quand vous enfoncez simultanément les manipulateurs **S1** à **S3**.

(Ancien)			Tension en A	LED1
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Plus pâle ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Plus foncée ↓
0	0	0	0	

(Nouveau)			Tension en A	LED1~6
S1	S2	S3		
1	1	1	70	Plus pâle ↑ Plus ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	U	Plus foncée ↓ Moins ↓
0	0	0	0	

Figure 1

Figure 1

U: tension unitaire (≈ 0.75 volt)U: tension unitaire (≈ 0.75 volt)

PROJECT 259: D/A OMZETTER

We gaan nu een experimentele D/A omzetter maken, een toestel om een digitale waarde om te zetten in een analoge. We kunnen digitale signalen (aan/uit) invoeren met **S1** en **S3** om de omgezette outputsignalen weer te geven met **LED's**: meer **LED's** branden feller overeenkomstig de digitale input, zoals afgebeeld op figuur 1.

Bekijk het schema voor dit project. IC 324 is de opteller die gebruik maakt van een operationele versterker. De spanning van A kan in stappen worden verhoogd tot maximaal 7 keer de referentiespanning U, met behulp van verschillende aan/uit combinaties van **S1** - **S3** ("1" wanneer de toets is ingedrukt, "0" wanneer ze niet is ingedrukt), zoals blijkt uit figuur 1.

Na afwerking van de bedrading schakel je de stroom in en kijk je wat er met de **LED's** gebeurt wanneer je op **S1** - **S3** drukt. Ze zijn alle gedoofd voor je op een toets drukt, maar de helderheid en vervolgens het aantal brandende **LED's** nemen toe als je op **S1** en dan op **S2** drukt. Heb je ontdekt hoe je de **LED's** het felst moet branden? Zoals je uit figuur 1 misschien hebt afgeleid, zijn ze het felst wanneer **S1** - **S3** allemaal zijn ingedrukt.

(Oud)			Spanning	LED1
S1	S2	S3	bij A	
1	1	1	70	Helderder ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	0	Donkerder ↓
0	0	0	0	

Veranderd in

Figuur 1

(Nieuw)			Spanning	LED1~6
S1	S2	S3	bij A	Aantal LED's aan
1	1	1	70	Helderder ↑ Meer ↑
1	1	0	60	
1	0	1	50	
1	0	0	40	
0	1	1	30	
0	1	0	20	
0	0	1	0	Donkerder ↓ Minder ↓
0	0	0	0	

U: eenheidsspanning (≈ 0.75 V)

Figuur 1

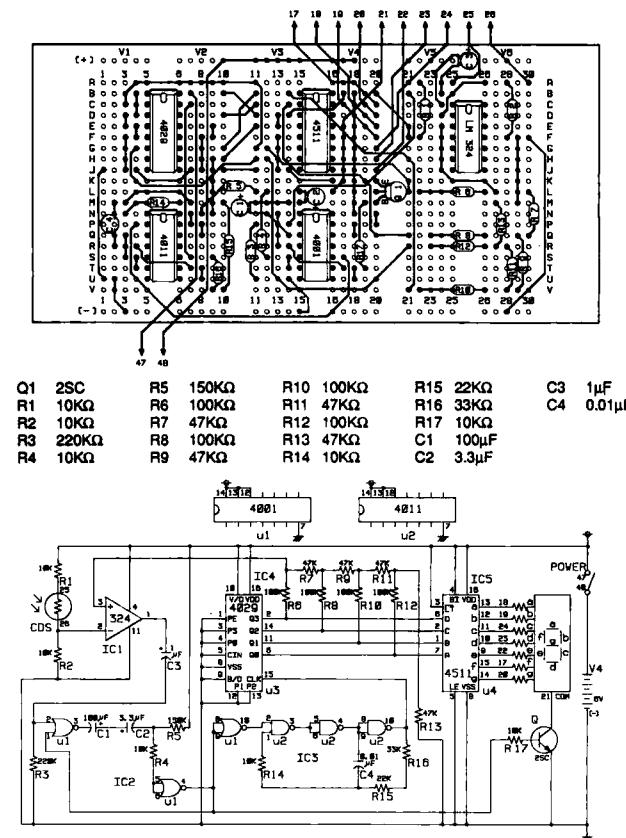
U: eenheidsspanning (≈ 0.75 V)

PROJECT 260 : PHOTOMETER WITH DIGITAL DISPLAY

Here's a photo meter that can digitally display the intensity of light. It uses a **CdS cell** as a light sensor. As you know, the resistance of the **CdS** cell drops when the quantity of light increases, and rises when the quantity of light decreases.

Let's see how it works by looking at the schematic. IC1 is a comparator. It compares two voltages, one from the **CdS cell** which varies with the quantity of light, and the other from R6 - R12 which make up a ladder circuit linked with the output of IC4. The output of the comparator is sent to IC2, a monostable multivibrator. IC3 is an astable multivibrator. The pulses it generates are counted by IC4 (counter IC) and decoded by IC5 (decoder IC), and the result is displayed on the **LED display**.

When you finish assembling, turn power ON and adjust the light coming into the **CdS cell**. You'll notice that the number on the **LED display** changes as you adjust the light, becoming larger as the amount of light increases, and smaller as the amount of light decreases.... Unmistakable evidence that this photometer can truly display the amount of light digitally!

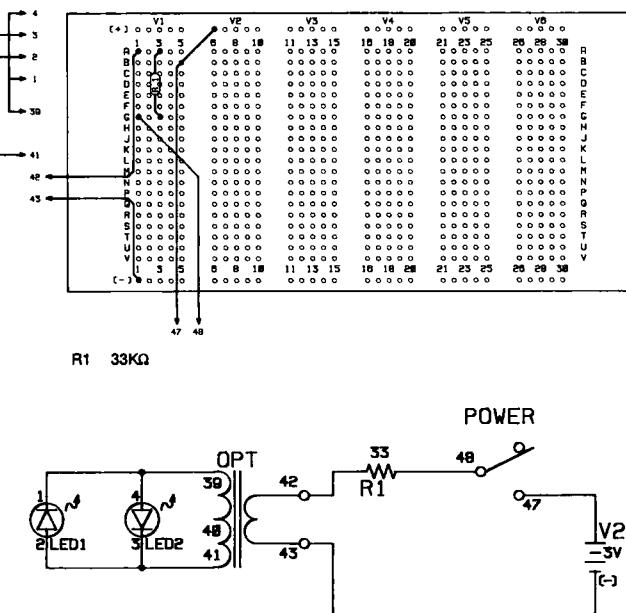


PROJECT 261: EXPERIMENT OF ELECTROMAGNETIC INDUCTION

In this project, we're going to find out what electromagnetic induction links, using the battery, transformer and **LEDs**. The schematic shows you how to set up this project. Electromagnetic induction means the generation of electricity in one of two coils wound on an iron core that occurs only when the current supplied to the other coil is changed.

When you finish setting up this project keep your eyes on the two **LEDs** and turn power ON. Did you notice one of the **LEDs** flash the moment you turned power ON? That's the electromagnetic induction. But if you keep power ON, the current doesn't change, so no electromagnetic induction occurs and the **LED** doesn't light up either.

Now, watch the two **LEDs** closely again and turn power OFF. Which **LED** flashed this time? Turn the power switch ON and OFF and see how the electromagnetic induction occurs.



MONTAGE 260 : PHOTOMETRE A AFFICHAGE NUMERIQUE

Voici un photomètre qui permet d'afficher numériquement l'intensité de la lumière. Ce montage utilise la **cellule CdS** comme détecteur de lumière. Comme vous le savez, la résistance de la **cellule CdS** diminue lorsque la quantité de lumière augmente et inversement.

Le diagramme schématique vous permet de comprendre le fonctionnement de ce montage. Le CI 1 fait office de comparateur. Il compare deux tensions, celle de la **cellule CdS** qui varie en fonction de la quantité de lumière, et celle de R6 à R12 qui constituent un circuit en échelle lié à la sortie du CI 4. Le output du comparateur est envoyé au CI 2 qui joue le rôle de multivibrateur monostable. Le CI 3 est un multivibrateur astable. Ses impulsions sont comptées par le CI 4 (CI compteur) et déchiffrées par le CI 5 (CI décodeur). Ensuite, le résultat apparaît sur l'**affichage LED**.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis réglez la quantité de lumière qui parvient à la **cellule CdS**. Vous constatez que le chiffre qui apparaît sur l'**affichage LED** varie au fur et à mesure que vous réglez la quantité de lumière. Un chiffre de valeur supérieure s'affiche quand la quantité de lumière augmente et inversement. Voilà donc la preuve incontestable que ce photomètre est capable d'afficher réellement la quantité de lumière sous forme numérique!

PROJECT 260: LICHTMETER MET DIGITALE AFLEZING

Hier is een lichtmeter die de lichtsterkte digitaal kan weergeven. Hij gebruikt de **CdS-cel** als lichtsensor. Zoals je weet daalt de weerstand van de **CdS-cel** wanneer er meer licht op valt en stijgt de weerstand wanneer er minder licht op valt.

Even kijken hoe dit werkt, aan de hand van het schema. IC1 is een comparatator. Hij vergelijkt twee spanningen: de ene komt van de **CdS-cel** en varieert dus volgens de hoeveelheid licht, de andere komt van R6 - R12, die een ladder-circuit vormen dat verbonden is met de output van IC4. De output van de comparatator gaat naar IC2, een monostabiele multivibrator. IC3 is een veranderlijke multivibrator. De impulsen die hij opwekt worden geteld door IC4 (teller IC) en gedecodeerd door IC5 (decoder-IC), en het resultaat wordt weergegeven op het **LED**-display.

Na opbouw van het project schakel je de stroom in en verander je de hoeveelheid licht die op de **CdS-cel** valt. Je zult vaststellen dat het cijfer op het **LED**-display verandert naarmate de hoeveelheid licht verandert: hoger wanneer er meer licht is, lager wanneer er minder is... Als dat niet bewijst dat deze lichtmeter de hoeveelheid licht echt digitaal kan weergeven!

PROJECT 261: EXPERIMENT MET MAGNETISCHE INDUCTIE

Bij dit project gaan we met behulp van de batterij, transformator en **LED's** achterhalen wat magnetische inductie verbindt. Op het schema zie je hoe dit project moet worden opgesteld. Elektromagnetische inductie betekent het opwekken van elektriciteit in één van twee spoelen die rond een ijzeren kern zijn gewonden, wat alleen gebeurt wanneer de op de andere spoel aangelegde stroom wordt gewijzigd.

Na het opbouwen van dit project hou je de twee **LED's** in de gaten en schakel je de stroom in. Heb je gezien hoe één van de **LED's** flitste op het ogenblik waarop je inschakelde? Dat is de elektromagnetische inductie. Maar als je het project ingeschakeld houdt, wijzigt de stroom niet, zodat er dus geen elektromagnetische inductie plaatsvindt en de **LED** ook niet meer opflits.

Hou nu de twee **LED's** weer nauwkeurig in het oog en schakel uit. Welke **LED** flitste nu? Schakel de schakelaar in en uit en kijk hoe de elektromagnetische inductie plaatsvindt.

PROJECT 262 : ELECTRONIC CANDLE

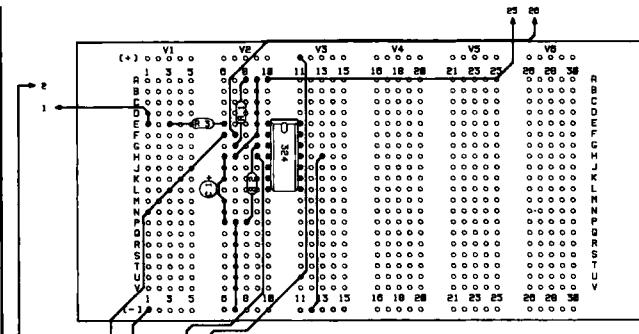
owing out a candle is easy - but have you ever tried blowing out an electric light? You can with this project! This little bit of electronic trickery keeps your friends guessing how you do it.

Turn power ON and carefully adjust the control to the point where the LED is about to turn on. Since this trick works best in a dark room, darken the room and tell your friends you must "light" the electronic candle with - what else? - a flashlight. Shine the flashlight on the CdS cell; the LED turns on.

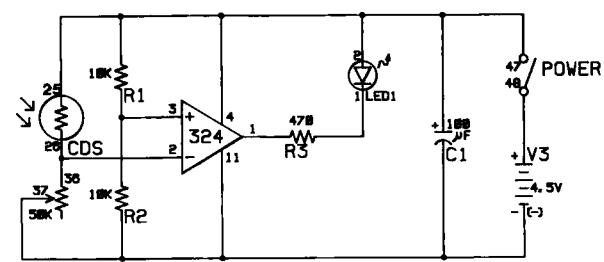
Now you're ready to "blow" your electronic candle out. Cup your hand around the LED and blow on it. Slightly move your hand so that you cover up the CdS cell. Presto! The LED goes out! To "re-light" it, simply shine the flashlight on it again.

Like all good magicians, you'll have to rehearse this trick a few times before performing it for others. It's important that you only try this trick in a dark room. And you'll find that adjusting the control to the point to let you do this trick takes some practice.

Have fun with this project - and please don't give away the secret of how you do it!



R1 10kΩ R3 470Ω
R2 10kΩ C1 100µF



MONTAGE 262 : BOUGIE ELECTRONIQUE

Il est extrêmement facile de souffler une bougie, mais avez-vous déjà essayé de souffler une bougie électronique? Ce montage vous permettra de le faire! Ce tour de passe-passe ne manquera pas de surprendre tous vos amis.

Mettez le circuit sous tension et réglez soigneusement la commande sur la position la plus proche de l'illumination de la diode LED. Comme ce montage fonctionne mieux dans l'obscurité, éteignez les lumières et expliquez à vos amis que vous devez "allumer" la bougie électronique avec pourquoi pas? - une torche. Dirigez le faisceau lumineux sur la cellule CdS et la diode LED s'allume.

Vous pouvez présent "souffler" votre bougie électronique. Entourez la diode LED de votre main et soufflez dessus. Déplacez lentement votre main de façon à couvrir la cellule CdS. Le tour est joué! La diode LED s'éteint". Pour la "rallumer", éclairez-la simplement à l'aide du faisceau lumineux de la torche.

Comme tous les bons magiciens, vous devrez répéter plusieurs fois votre numéro avant de l'exécuter en public. Il est essentiel de disposer d'une pièce sombre pour présenter ce numéro. Il vous faudra aussi un certain temps pour régler la commande sur la position adéquate.

Amusez-vous bien et ne révélez surtout pas votre secret!

PROJECT 262: ELEKTRONISCHE KAARS

Een kaars uitblazen is niet moeilijk, maar heb je ooit geprobeerd elektrisch licht uit te blazen? Met dit project is ook dat mogelijk! Met dit kleine beetje elektronische trucage kunnen je vrienden zich blijven afvragen hoe je het doet.

Schakel de stroom in en stel de regelknop nauwkeurig af op het punt waarop de LED nog net niet gaat branden. Aangezien de truuk het best werkt in een donkere ruimte, verduister je eerst de kamer en zeg je dat je de elektronische kaars gaat aansteken met een zaklamp - waarmee anders?! Schijn met de zaklamp op de CdS-cel, en de LED gaat branden.

Nu kun je je elektronische kaars weer uitblazen. Hou je hand vormig rond de LED - zoals bij een echte kaars - en blaas erop. Zorg ervoor dat je je hand daarbij een ietsje verplaatst, zodat ze de CdS-cel afdekt. Gelukt! De LED dooft. Om de kaars opnieuw aan te steken schijn je gewoon weer met een zaklamp.

Net als elke goede goochelaar moet je deze truuk vooraf enkele keren inoefenen vooraleer je ermee "optreedt". Het is van belang dat je het alleen in een donkere kamer doet. Ook zul je ondervinden dat het enige oefening vraagt om de regelknop zo af te stellen dat de truuk lukt.

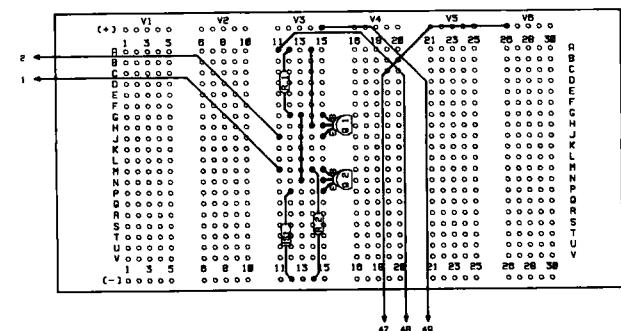
Veel plezier met dit project - en verklap aan niemand het geheim erachter.

PROJECT 263 : CONSTANT CURRENT CIRCUIT

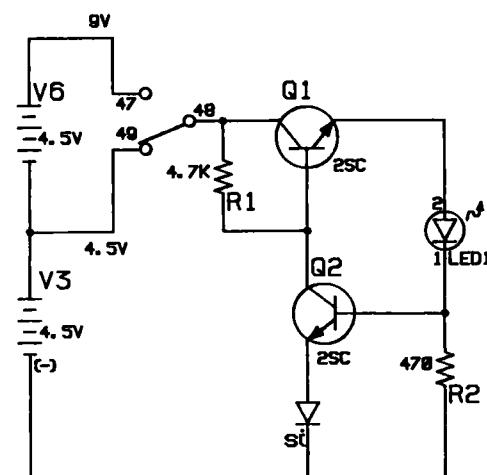
In the world of electric engineering, everybody knows that when the voltage is raised, the flow of electrons increases proportionally. This is what they call Ohm's law. But transistors make it possible for us to build a circuit that can maintain a constant flow of electrons even if the voltage is increased or decreased.

In this project, we're going to make this constant current circuit using two transistors. The schematic shows you that the current flowing through the LED can be controlled with Q1, and when the voltage becomes higher and the current tends to increase, Q2 detects it and holds down the increases of the Q1 current.

Now, let's see how this circuit works. Change the select switch setting and see if the LED brightness shows any difference between 4.5V and 9.0V. It doesn't show any difference. Of course you know why! Yes, it's because a constant current is supplied to the LED.



Q1 2SC R1 4.7kΩ
Q2 2SC R2 470Ω



MONTAGE 263 : CIRCUIT A COURANT CONSTANT

Tous les électriciens savent qu'une augmentation de la tension entraîne une augmentation proportionnelle du flux d'électrons. Ce principe correspond à la loi d'Ohm. Les transistors nous permettent toutefois de réaliser un circuit capable de maintenir le flux d'électrons à un niveau constant, même si la tension augmente ou diminue.

Ce montage vous permet de réaliser un circuit à courant constant à l'aide de deux transistors. Sur le diagramme schématique, vous voyez que le courant qui circule dans la diode LED peut être commandé par Q1. En outre, quand la tension augmente et que le courant tend à augmenter également, Q2 le détecte et diminue les augmentations du courant de Q1.

Voyons à présent comment fonctionne ce circuit. Modifiez la position du sélecteur et voyez si l'intensité de la diode LED varie selon que la tension est de 4,5 ou de 9,0 volts. Il n'y a aucune différence. Bien entendu, vous savez pourquoi! En effet, la diode LED est alimentée par un courant constant.

PROJECT 263: CIRCUIT MET CONSTANTE STROOM

In de wereld van ingenieurs elektriciteit weet iedereen dat bij een toename van de spanning de stroom elektronen evenredig stijgt. Dat is wat zij de wet van Ohm noemen. Maar met transistors kunnen wij een circuit bouwen dat de elektronenstroom constant houdt, zelfs wanneer de spanning stijgt of daalt.

In dit project maken we zo'n circuit met constante stroom met behulp van twee transistors. Op het schema zie je dat de stroom die door de LED gaat, geregeld kan worden met Q1; en wanneer het voltage stijgt en de stroom op het punt staat toe te nemen, wordt dit door Q2 opgespoord. Q2 houdt de toename van de Q1 stroom dan tegen.

Laten we nu kijken hoe het circuit werkt. Verander de stand van de keuzeschakelaar en kijk of de helderheid van de LED verandert wanneer je overschakelt van 4,5 V naar 9 V. Geen verandering! Uiteraard weet je waarom. Inderdaad, omdat de LED een constante stroom krijgt.

PROJECT 264 : A PHONY COUNTER

Here's chance to make a multivibrator circuit imitate a counter.

Turn power ON when you finish the wiring. You'll see the numbers **0** and **1** appear in turn on the display. You'll notice that two of the segments on the display stay lit all the time. Four other segments light up and go off according to the output of the multivibrator.

This project produces an effect similar to project 209. But are both projects the same? Think about it a minute (you might want to compare schematics for them) and then check your answer below.

They're not the same. Project 209 is a digital circuit that actually counts. This project does not count the pulses from the multivibrator - the circuit only switches the display back and forth each time the multivibrator changes states. It might look like it's counting, but it's not.

Before going on to the next project, see if you can produce some different indications on the display. Keep notes of what you managed to come up with - because you'll soon see how to produce different indications.

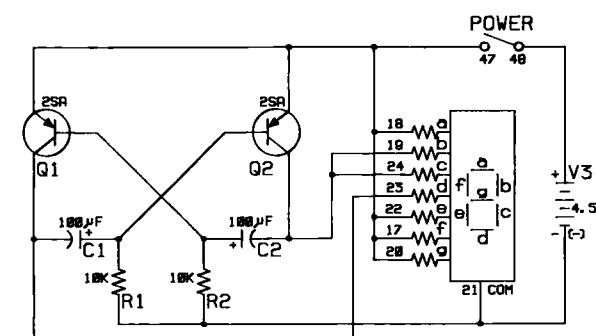
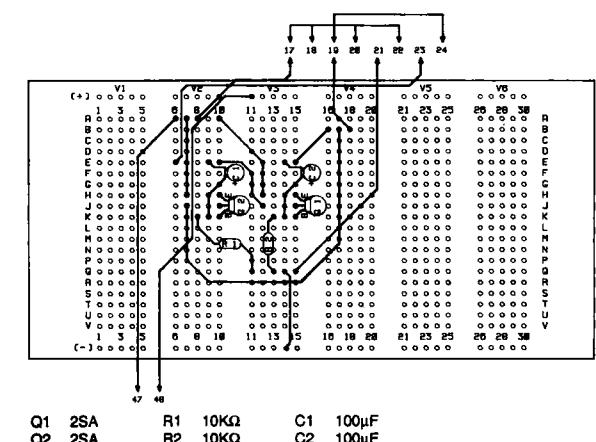
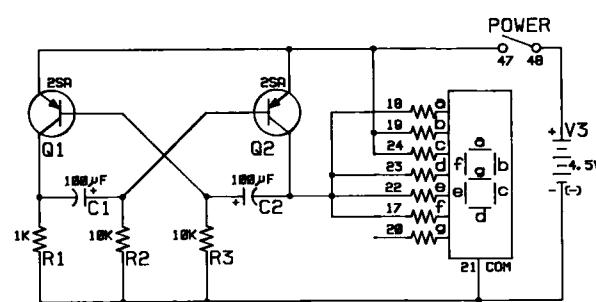
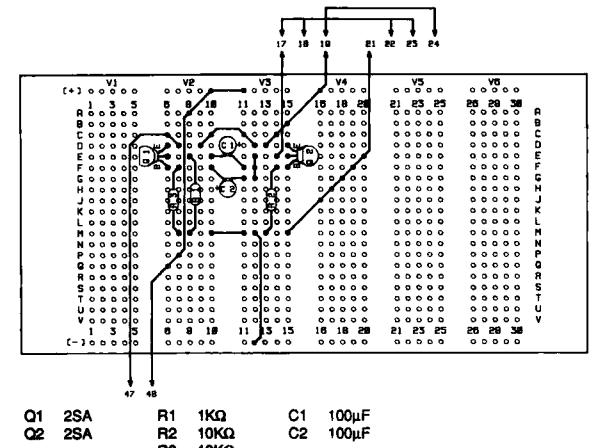
PROJECT 265 : ALPHABET FLASHER

Did you figure ways to make the digital display in our last project indicate something other than 0 or 1? This circuit flashes the capital letters **A** and **E** at you.

This circuit is the same astable multivibrator used in our last project. By altering the connections to the display, **A** and **E** are flashed over and over instead of 0 and 1. But **A** and **E** aren't the only letters that you can show on the display - **C**, **F**, **H**, **J**, **L**, **P** and **U** can also be displayed!

You can dream up some other interesting circuits using the multivibrator by altering the values of ... c'mon, by now we don't have to tell you which parts to change! (We're right, aren't we?)

You can dream up some other interesting circuits using a multivibrator on your own.



MONTAGE 264 : LE COMPTEUR BIDON

Voici l'occasion de réaliser un circuit multivibrateur qui imite un compteur.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Vous voyez les chiffres **0** et **1** apparaître successivement sur l'affichage. Vous constatez aussi que deux segments de l'affichage demeurent allumés en permanence. Quatre autres segments s'allument et s'éteignent en fonction de la sortie du multivibrateur.

Ce montage produit un effet semblable à celui du montage 209. Cela signifie-t-il que les deux montages sont identiques? Réfléchissez une minute (et comparez éventuellement les diagrammes schématiques des deux montages), puis vérifiez si votre réponse est exacte.

Ils sont différents. Le montage 209 est un circuit numérique qui compte réellement tandis que ce montage-ci ne compte pas les impulsions du multivibrateur: il se contente de permettre l'affichage chaque fois que le multivibrateur passe d'un état à l'autre. Vous avez l'impression que le circuit compte, mais ce n'est pas le cas.

Avant de réaliser le montage suivant, voyez si vous pouvez faire apparaître d'autres indications sur l'affichage. Notez les résultats obtenus car vous allez bientôt découvrir le moyen d'afficher d'autres indications.

PROJECT 264: DE NEPTELLER

Nu kun je een multivibratorcircuit een teller laten nabootsen. Schakel de stroom in na het afwerken van de bedrading. Je zult de cijfers **0** en **1** afwisselend op het display zien verschijnen. Ook zult je vaststellen dat twee segmenten van het display altijd blijven branden, terwijl vier andere branden en doven overeenkomstig de output van de multivibrator.

Het effect van dit project gelijkt op dat van project 209. Maar zijn beide projecten dezelfde? Denk er een ogenblikje over na (misschien wil je ook de schema's vergelijken) en lees dan verder om je antwoord te controleren.

Ze zijn niet hetzelfde. Project 209 is een digitaal circuit dat ook écht telt. Dit project telt de pulsen uit de multivibrator niet, maar schakelt het display gewoon aan en uit telkens wanneer de multivibrator van toestand verandert. Het lijkt wel tellen, maar tellen is het niet.

Voor je verder gaat met het volgende project moet je nog eens na gaan of je ook andere aanduidingen op het display kunt krijgen. Noteer zo'n beetje wat daaruit voortkomt, want je zult vrij spoedig leren hoe je die andere aanduidingen krijgt.

PROJECT 265: ALFABETFLITSER

Had je manieren gevonden om na ons laatste project het digitale display ook andere dingen te laten maken dan 0 en 1? Dit circuit laat in elk geval de hoofdletters A en E voor je knipperen.

Dit circuit is dezelfde veranderlijke multivibrator als bij ons laatste project. Door de verbindingen met het display te wijzigen, knipperen nu i.p.v. 0 en 1 de letters **A** en **E**. Maar **A** en **E** zijn niet de enige letters die je op het display kunt toveren: **C**, **F**, **H**, **J**, **L**, **P** en **U** behoren ook tot de mogelijkheden.

Je kunt nog een paar andere interessante multivibratorcircuits uitvinden als je andere waarden neemt voor... maar we hoeven je dat alles nu toch niet meer voor te kauwen, zeker (zeg niet dat we 't wel moeten...).

Je kunt dus zelf nog wel een paar andere interessante circuits met een multivibrator uitvinden.

PROJECT 266 : WINKING LEDS

You have been making up some of your own circuits, chances are you've come up with something similar to this project. Multivibrators and LEDs seem to naturally go together.

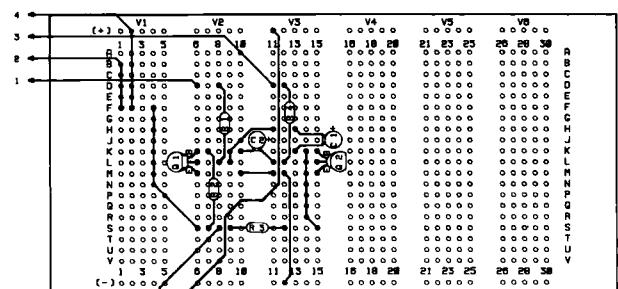
The schematic lets you see how this project works. Do you think that the two LEDs light up and go off together or do they take turns lighting? Try to figure out what happens before you build the circuit. (And, if you need some help, look back at the notes you made for other multivibrator circuits ...)

You can vary the speed of the pulses from the multivibrator by using different values for the $100\mu F$ capacitors and the $10K$ resistor. You should be able to predict what happens as you change values by reviewing the notes you've been keeping.

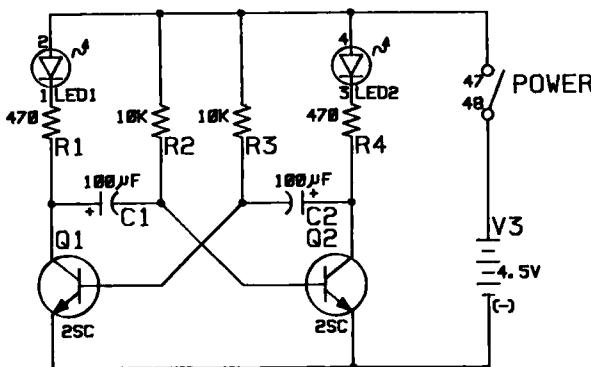
You can use this project in many of your own circuit creations. Try adding some method of changing the operation of the multivibrator or by changing the setting of the **control**. You might also want to add the speaker in some way so you can hear and see the multivibrator operating. Keep schematics of any circuits you create ...

One final thing - what kind of multivibrator circuit is this project? Try to answer without peeking at your notes or this Manual.)

It's an astable multivibrator.



Q1 2SC
Q2 2SC
R1 470Ω
R2 10kΩ
R3 10kΩ
R4 470Ω
C1 100μF
C2 100μF



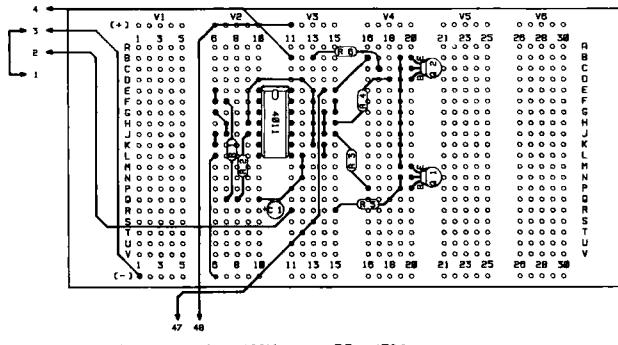
PROJECT 267 : WINKING LEDS II

Here's a circuit similar to the one you built in our last project, but this time the multivibrator circuit is made using the C-MOS IC. If you're a little bit rusty about how C-MOS multivibrators work, look back at project 186 and the notes you made for it.

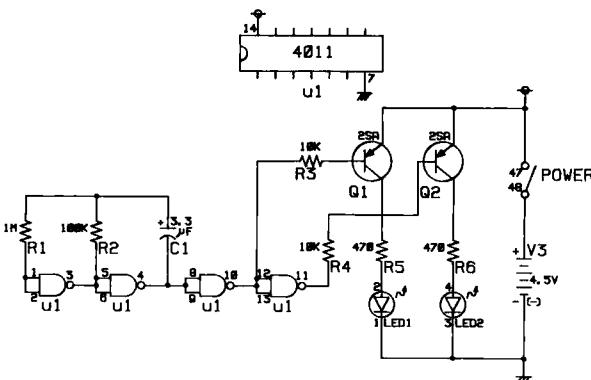
When you turn power ON, you'll see both **LED 1** and **LED 2** take turns going on and off. You can change the speed of the pulses by substituting different values for the $3.3\mu F$ capacitors. You can use this C-MOS multivibrator in place of the transistor multivibrator in such projects as 264, 265 and 266.

C-MOS multivibrators are becoming more widely used today in place of transistor multivibrators. Can you think of some reasons why? Think about it for a minute and then turn this manual upside down.

C-MOS multivibrators take up much less space than transistor arrangements.



Q1 2SA
Q2 2SA
R1 1MΩ
R2 100kΩ
R3 10kΩ
R4 10kΩ
R5 470Ω
R6 470Ω
C1 3.3μF



MONTAGE 266 : LES DIODES LED CLIGNOTANTES

Si vous avez essayé de réaliser vos propres circuits, il est probable que vous ayez construit un montage semblable à celui-ci. Il semble en effet que les multivibrateurs et les diodes LED se marient admirablement bien.

Le diagramme schématique vous permet de comprendre le fonctionnement de ce montage. A votre avis, les deux diodes LED s'allument-elles et s'éteignent-elles simultanément ou successivement? Essayez de comprendre le principe de ce circuit avant de le réaliser. (Si vous avez besoin d'aide, relisez les notes que vous avez prises au sujet des circuits multivibrateurs ...).

Vous pouvez modifier la vitesse des impulsions produites par le multivibrateur en remplaçant les condensateurs de $100\mu F$ et la résistance de 10 kohms par d'autres de valeurs différentes. Vous devez en principe pouvoir décrire ce qu'il se produira quand vous modifierez la valeur de ces composants en relisant simplement vos notes.

Vous pouvez utiliser ce montage dans la plupart des circuits que vous avez réalisés vous-même. Essayez de trouver d'autres moyens de modifier le fonctionnement du multivibrateur en faisant varier le réglage de la **commande**. Si vous le souhaitez, vous pouvez aussi ajouter le haut-parleur de façon à entendre et voir le fonctionnement du multivibrateur. Conservez le diagramme schématique de tous les circuits que vous réaliserez.

Pour terminer, à quel type de multivibrateur ce circuit correspond-il? (Essayez de répondre sans regarder ni vos notes ni la réponse ci-dessous.)

Il s'agit d'un multivibrateur astable.

PROJECT 266: TWINKELLENDE LED'S

Als je zelf nog een paar eigen circuits hebt bedacht, dan is het mogelijk dat één daarvan nogal gelijk op dit project. Multivibrators en LED's lijken van nature bij elkaar te horen.

Op het schema zie je hoe dit project werkt. Denk je dat de twee LED's samen of om beurten branden en uitdoven? Probeer uit te vissen wat er gebeurt, en bouw pas dan het project op. (En als je wat hulp nodig hebt, kijk dan even in de notities die je voor andere multivibratorcircuits gemaakt hebt.)

Je kunt de snelheid van de impulsen van de multivibrator veranderen door verschillende waarden te gebruiken i.p.v. de condensatoren van $100\mu F$ en de weerstand van 10k . Aan de hand van je notities zou je moeten kunnen voorspellen wat er dan gebeurt.

Je kunt dit project gebruiken in heel wat van je eigen circuitontwerpen. Probeer er een of andere methode aan toe te voegen om de werking van de multivibrator te veranderen door de stand van de **regelknop** te wijzigen. Misschien wil je ook de luidspreker op een of andere manier aansluiten, zodat je de multivibrator kunt zien en horen werken. Hou van elk circuit dat je ontwerpt het schema bij...

Nog één ding: wat voor soort multivibratorcircuit is dit project? (Probeer te antwoorden zonder naar je notities te kijken of in dit boek te gluren.)

Het is een veranderlijke multivibrator.

PROJECT 267: TWINKELLENDE LED'S II

Hier heb je een circuit dat gelijkt op wat je bij het vorige project hebt gebouwd, maar deze keer is het multivibratorcircuit gemaakt met behulp van de C-MOS IC. Als je geheugen je wat in de steek laat wat die C-MOS multivibrators betreft, kijk dan nog eens bij project 186 en naar de notities die je erbij maakte.

Wanneer je de stroom inschakelt, zie je **LED 1** en **LED 2** om beurten aan en uit gaan. De snelheid van de impulsen kun je veranderen door andere waarden te nemen i.p.v. de condensatoren van $3.3\mu F$. Je kunt deze C-MOS multivibrator gebruiken i.p.v. de transistor-multivibrator in projecten als 264, 265 en 266.

C-MOS multivibrators worden tegenwoordig steeds meer gebruikt i.p.v. transistor-multivibrators. Kun je zelf bedenken waarom dat zou zijn? Denk er een minuutje over na en draai dan dit boek op z'n kop.

MONTAGE 267 : LES DIODES LED CLIGNOTANTES II

Voici un circuit semblable à celui que nous avons réalisé au montage précédent. Ici toutefois, le multivibrateur est constitué d'un CI C-MOS. Si vous ne vous souvenez plus très bien du fonctionnement des multivibrateurs C-MOS, retournez au montage 186 et consultez les notes que vous avez prises à ce sujet.

Quand vous mettez le circuit sous tension, les diodes LED 1 et 2 s'allument et s'éteignent successivement. Vous pouvez modifier la vitesse des impulsions en remplaçant les condensateurs de $3.3\mu F$ par d'autres de valeurs différentes. Vous pouvez aussi utiliser ce multivibrateur C-MOS en lieu et place du multivibrateur transistorisé dans les montages 264, 265 et 266, par exemple.

Actuellement, les multivibrateurs C-MOS remplacent de plus en plus les multivibrateurs transistorisés. Savez-vous pourquoi? Réfléchissez un instant, puis retournez ce手册 pour connaître la réponse.

Les multivibrateurs C-MOS occupent beaucoup moins de place que les multivibrateurs homologues transistorières. Ils utilisent aussi moins de courant que leurs homologues transistorières.

C-MOS multivibrators nemen veel minder plaats in dan transistor-

multivibrators. C-MOS IC's verbruiken ook minder stroom dan ge-

lijkaardige transistorsstellerijen.

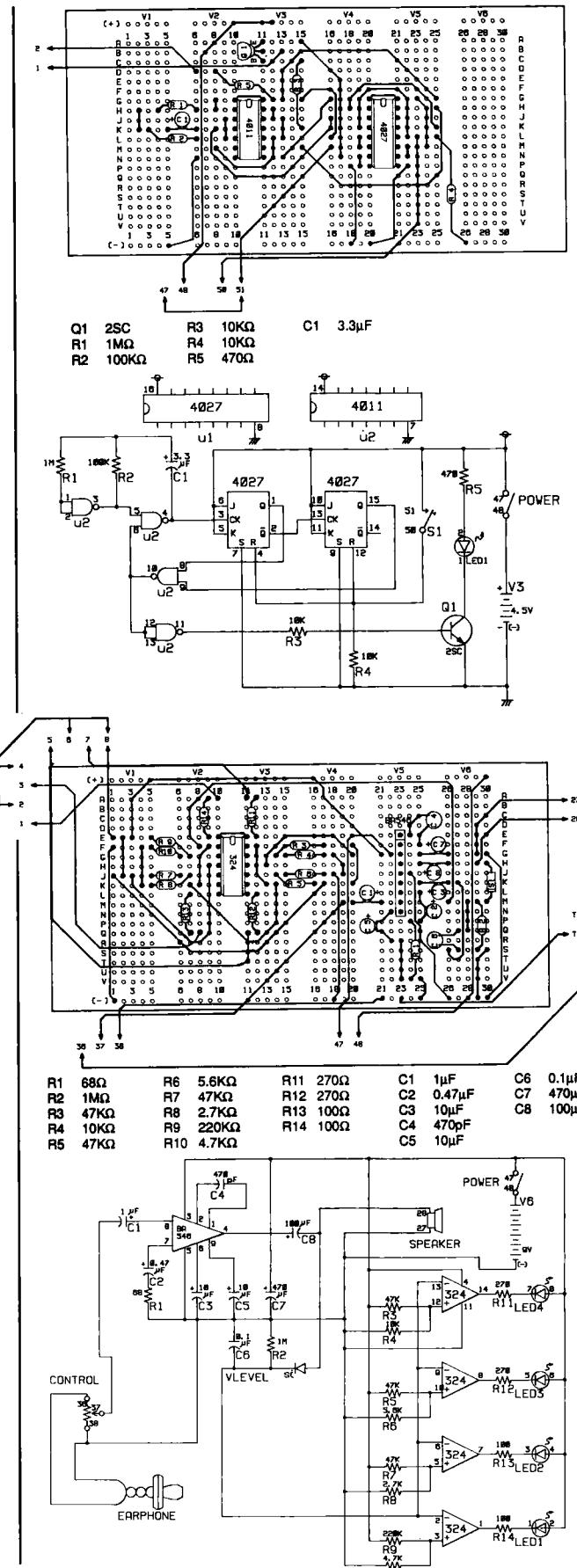
PROJECT 268 : DELAYED TIMER II

We've built some timer circuits before (like project 20) but this one is different - it uses digital electronics. The other timers have made use of the discharging rate of capacitors. Can you guess how this project works from the schematic?

After you build this project, turn power ON. The **LED** might or might not be on. Press **S1** once and the **LED** should go out. Release **S1** and watch the **LED**. After a few moments, the **LED** lights up.

You can see this project uses a NAND multivibrator and a J-K flip-flop. When you press **S1**, the counter is "reset" and the **LED** is turned off. When you release **S1**, pulses from the multivibrator are fed into the clock input of the first J-K flip-flop. After three pulses are input, the Q outputs of both flip-flops are 1. This 1 output goes to a NAND gate, producing a 0 output. The 0 output goes to another NAND gate, where it produces a 1 output. This enables the transistor to operate, lighting up the **LED**. You'll also notice that the 0 output also goes to the NAND multivibrator, where it stops the multivibrator from operating.

Try altering the operation of the multivibrator and see what effect it has on the timer. Can you think of any advantages this type of timer would have compared to circuits like project 20?

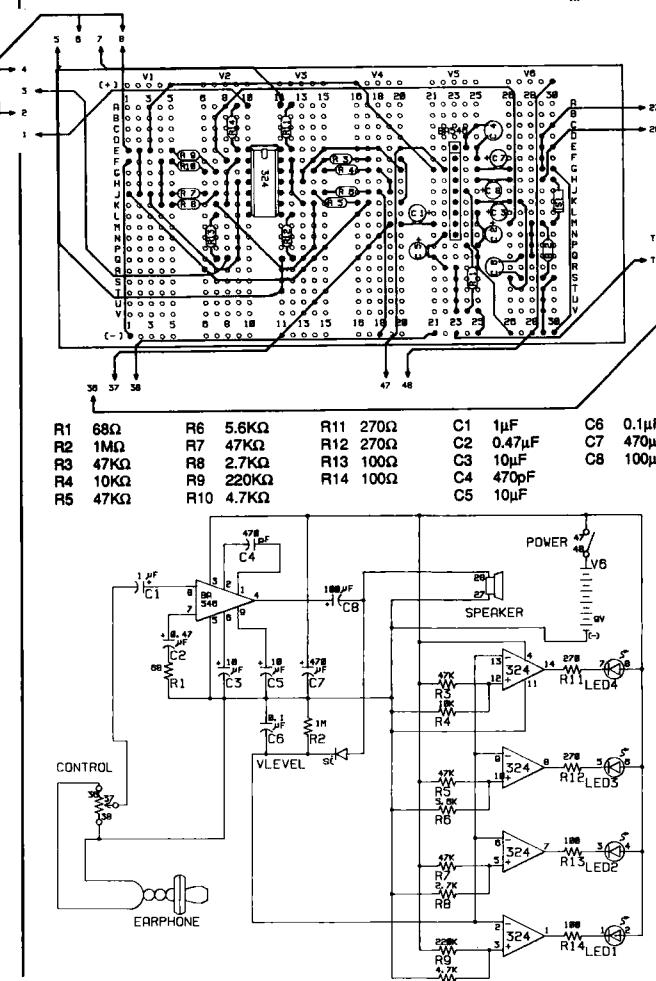


PROJECT 269 : VOICE LEVEL METER

Here's an **LED** level meter that can tell you the loudness of your voice. Use the earphone as a microphone and speak into it, or input any other audio signal.

When you finish wiring, turn power on and adjust the **control** so the **LEDs 1 to 4** light up at the suitable voice level. Now speak into the earphone in a low voice.. only **LED 1** lights up. See what happens when you yell into the earphone.

In this circuit, the AC output from the power amplifier is converted to a DC voltage by half-wave rectification using the Si diode. Then it is input to the comparator IC. The comparator has four reference voltages, so the four **LEDs** light up one after another when the voltage produced by half-wave rectifier goes beyond each reference voltage. The ON/OFF speed of the **LED** flashing can be changed by changing the R9 and C1. Try it!



MONTAGE 268 : MINUTERIE TEMPORISEE II

Nous avons déjà construit des circuits de minuterie (notamment au montage 20), mais cette fois, il s'agit d'une minuterie différente qui utilise l'électronique numérique alors que les autres minuteries utilisaient la vitesse de décharge des condensateurs. Pouvez-vous deviner le fonctionnement de ce montage à partir du diagramme schématique?

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. La diode **LED** peut s'allumer ou demeurer éteinte. Enfoncez une fois **S1** et la diode **LED** s'éteint. Relâchez **S1** et examinez la diode **LED**. Après quelques instants, la diode **LED** s'allume.

Vous constatez que ce montage utilise un multivibrateur NON-ET et une bascule J-K. Quand vous enfoncez **S1**, le compteur est réinitialisé et la diode **LED** s'éteint. Quand vous relâchez **S1**, les impulsions produites par le multivibrateur pénètrent dans l'entrée d'horloge de la première bascule J-K. Dès réception de trois impulsions, les sorties Q des deux bascules J-K prennent la valeur 1. Cette sortie 1 pénètre dans une porte NON-ET et fournit une sortie de valeur 0. Cette dernière pénètre dans une autre porte NON-ET, où elle produit une sortie de valeur 1. Ce principe permet au transistor de fonctionner et d'éclairer la diode **LED**. Vous constatez également que la sortie 0 pénètre aussi dans le multivibrateur NON-ET et l'empêche de fonctionner.

Essayez de modifier le fonctionnement du multivibrateur et voyez l'influence que cela exerce sur la minuterie. A votre avis, quels sont les avantages de ce type de minuterie par rapport aux circuits semblables à celui du montage 20?

PROJECT 268: VERTRAGINGSTIMER II

Timercircuits hebben we al eerder gebouwd (b.v. project 20), maar dit is een ander: het maakt gebruik van digitale elektronica. De andere timers maakten gebruik van de ontladingsnelheid van condensatoren. Kun je aan de hand van het schema vertellen hoe deze werkt?

Na het opbouwen van dit project schakel je de stroom in. De **LED** brandt of niet. Druk één keer op **S1** en dan zou de **LED** moeten doven. Laat **S1** los en bekijk de **LED**. Na enige ogenblikken begint hij te branden.

Je kunt zien dat dit project een NAND multivibrator en een J-K flip-flop gebruikt. Wanneer je op **S1** drukt, wordt de teller "teruggesteld" en de **LED** uitgeschakeld. Laat je **S1** los, dan gaan impulsen van de multivibrator naar de klokingang van de eerste J-K flip-flop. Na invoering van drie impulsen zijn de Q-outputs van beide flip-flops 1. Deze 1-output gaat naar de NAND poort en geeft daar een 0-output. De 0-output gaat naar een tweede NAND poort en produceert daar een 1-output. Daardoor kan de transistor gaan werken en brandt de **LED**. Je zult ook vaststellen dat de 0-output ook naar de NAND multivibrator gaat om de multivibrator stil te leggen.

Probeer de werking van de multivibrator te wijzigen en kijk wat de invloed daarvan op de timer is. Kun je voordeelen bedenken die dit soort timer zou hebben t.o.v. circuits zoals dat van project 20?

PROJECT 269: STEMNIVEAUMETER

Hier heb je een **LED**-niveaumeter die je kan vertellen hoe luid je stem is. Gebruik de oortelefoon als microfoon en spreek erin (of laat er een ander geluidssignaal in klinken).

Wanneer de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en stel je de **regelknop** zo af dat **LED's 1 tot 4** gaan branden op het juiste stemniveau. Sprek nu zachtjes in de oortelefoon: alleen **LED 1** brandt. Kijk wat er gebeurt als je in de oortelefoon schreewt.

In dit circuit wordt de wisselstroom-output van de vermogensversterker door halvegolf-gelijkrichting omgezet in een gelijkspanning met behulp van de Si diode. Die gaat dan naar de comparatoren-IC. De comparatoren heeft vier referentiespanningen, zodat de vier **LED's** na elkaar gaan branden wanneer het door de halvegolf-gelijkrichting geproduceerde voltage boven elke referentiespanning komt. De aan/uit snelheid van de knipperende **LED** kan worden gewijzigd door R9 en C1 te vervangen. Proberen maar.

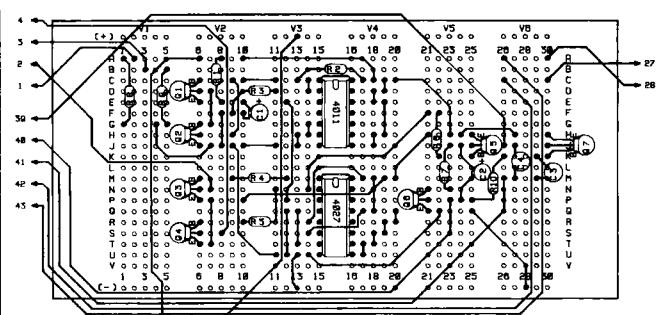
PROJECT 270 : CROSSING SIGNAL

This project is an all-electronic version of the signal you've seen many times at train crossings. You can also use this circuit as an alarm or "surprise" project as well.

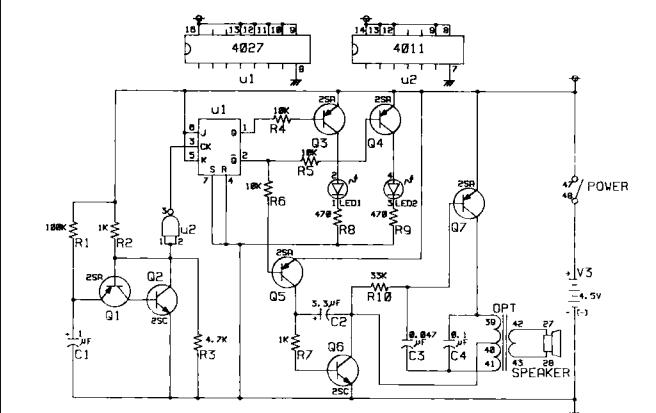
You can figure out how this project works by looking at the schematic. **LED 1** and **LED 2** are connected to the outputs of a J-K flip-flop, and they go ON and OFF as the outputs switch between 0 and 1. An audio oscillator supplies sound to the speaker.

The circuit that generates the clock signal for the J-K flip-flop is a Schmitt trigger. A Schmitt trigger is a bistable pulse generator (bistable means the circuit has two steady operating conditions) that takes a slowly changing signal and converts it into one with sharp changes (much like the on-off output of an astable multivibrator).

In this project the Schmitt trigger takes the output of the blocking oscillator and uses it to form the clock signal for the J-K flip-flop. You can see this circuit in action just by turning power ON. The sound and flashing LEDs make this ideal for other applications.



Q1	2SA	Q6	2SC	R4	10kΩ	R9	470Ω	C4	0.1μF
Q2	2SC	Q7	2SC	R5	10kΩ	R10	33kΩ		
Q3	2SA	R1	100kΩ	R6	10kΩ	C1	1μF		
Q4	2SA	R2	1kΩ	R7	1kΩ	C2	3.3μF		
Q5	2SA	R3	4.7kΩ	R8	470Ω	C3	0.047μF		



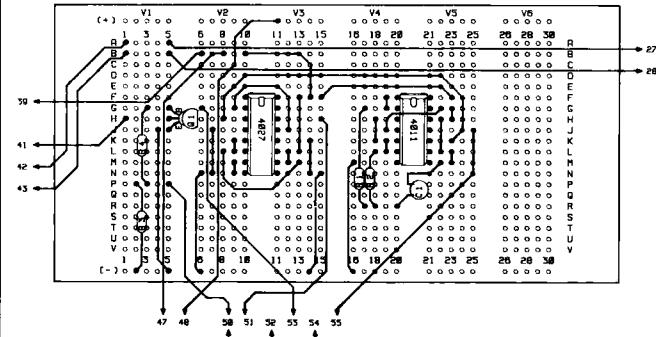
PROJECT 271 : OCTAVE GENERATOR

Have you ever heard some electronic music or read something about it? You probably have - electronics is becoming very common in music today. Electronic circuits are being used to imitate the sound of various musical instruments or to create entirely new sounds. Here's a project that lets you see how some electronic musical instruments work.

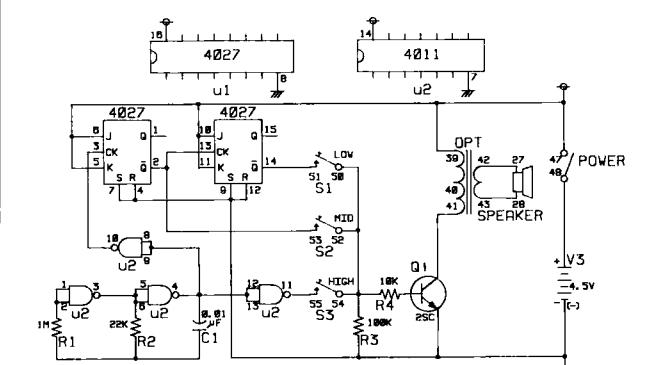
You can see from the schematic that this project is made up of a NAND multivibrator and a J-K flip-flop divider circuit. Using **S1**, **S2** and **S3**, your "sample" the output from the multivibrator at three different points: from the multivibrator itself, after it's been divided once and after it's been divided twice. Press **S1**, **S2** and **S3** in turn. You'll notice that each time the multivibrator's output has been divided the sound you hear gets lower.

You can further change the sound you hear by substituting a different capacitor for the 0.01 μF one used in the NAND multivibrator.

More complex electronic musical devices make use of several different multivibrator and divider circuits. The output from the multivibrators and dividers are combined in several different ways to produce unusual musical effects. Can you think of any other circuits you've played with that could be used to produce music?



Q1	2SC	R2	22kΩ	R4	10kΩ				
R1	1MΩ	R3	100kΩ	C1	0.01μF				



MONTAGE 270 : SIGNAL DE CROISEMENT

Ce montage est une version entièrement électronique des feux que vous avez l'habitude de rencontrer à proximité des passages à niveau. Ce montage peut aussi faire office d'alarme ou de montage amusant.

Le diagramme schématique vous permet de comprendre le fonctionnement de ce montage. Les diodes **LED 1** et **2** sont raccordées aux sorties d'une bascule J-K. Elles s'allument et s'éteignent au fur et à mesure que les sorties passent de la valeur 0 à la valeur 1. Un oscillateur basse fréquence fournit le son produit par le haut-parleur.

Le circuit qui produit le signal d'horloge de la bascule J-K est un circuit déclencheur de Schmitt. Il s'agit d'un générateur d'impulsions bistable (bistable signifie que le circuit possède deux états de fonctionnement stables) qui convertit un signal à modification lente en signal à modification rapide (pratiquement identique à la sortie d'ouverture/fermeture d'un multivibrateur astable).

Dans ce montage, le circuit déclencheur de Schmitt utilise la sortie de l'oscillateur de blocage pour former le signal d'horloge de la bascule J-K. Pour voir fonctionner ce circuit, il suffit de le mettre sous tension. Le son produit et le clignotement des diodes **LED** conviennent parfaitement à d'autres applications.

PROJECT 270: OVERWEGLICHTEN

Dit project is een geheel elektronische versie van het signaal dat je al vaak gezien hebt bij spoorweg-overwegen. Je kunt dit circuit ook gebruiken als alarm of "verrassingsproject".

Hoe het project werkt kun je achterhalen door naar het schema te kijken. **LED 1** en **LED 2** worden verbonden met de outputs van een J-K flip-flop en gaan aan en uit naarmate de outputs overschakelen tussen 0 en 1. Een audio-oscillator doet de luidspreker klinken.

Het circuit dat het kloksignaal voor de J-K flip-flop opwekt, is een Schmitt triggercircuit. Een Schmitt trigger is een bistabiele impuls-generator (bistabiel betekent dat het circuit twee stabiel werkende standen heeft) die een langzaam veranderend signaal omzet in een scherp veranderend signaal (sterk gelijkend op de aan/uit output van een veranderlijke multivibrator).

In dit project gebruikt de Schmitt trigger de output van de blokkende oscillator als kloksignaal voor de J-K flip-flop. Je kunt dit circuit aan het werk zien door gewoon de stroom in te schakelen. Het geluid en de knipperende **LED's** maken het ideaal voor andere toepassingen.

PROJECT 271: OCTAAF-GENERATOR

Heb je ooit elektronische muziek gehoord of erover gelezen? Allicht elektronica is in de hedendaagse muziek heel gewoon. Elektronische circuits worden gebruikt om het geluid van allerlei instrumenten na te bootsen of om totaal nieuwe geluiden te creëren. Hier heb je een project waarmee je kunt zien hoe sommige elektronische muziekinstrumenten werken.

Aan het schema kun je zien dat dit project bestaat uit een NAND multivibrator en een J-K flip-flop verdeelcircuit. Door **S1**, **S2** en **S3** te gebruiken haal je de output vanuit de multivibrator op drie verschillende punten weg: aan de multivibrator zelf, nadat het één keer werd verdeeld en nadat het twee keer werd verdeeld. Druk achtereenvolgens op **S1**, **S2** en **S3**. Je zult vaststellen dat het geluid verlaagt telkens wanneer de output van de multivibrator verdeeld wordt.

Je kunt de klank nog verder veranderen door een andere condensator te nemen i.p.v. die van 0,01 μF die in de NAND multivibrator gebruikt wordt.

Complexere elektronische muziektoestellen gebruiken een aantal verschillende multivibrator- en verdeelcircuits. De output van de multivibrators en verdeelers wordt op een aantal verschillende manieren gecombineerd om ongewone muzikale effecten te krijgen. Denk je nog aan andere circuits die je reeds ontmoet hebt en die voor muziekproductie kunnen dienen?

PROJECT 272 : BUZZIN' LED

Here's another circuit making use of both transistor and NAND multivibrators. Together they light up **LED 1** at the same time you hear a sound through the earphone.

When you finish wiring, connect the earphone to terminals and turn power ON. You'll hear a pulse in the earphone each time the **LED** lights up. Can you guess why this happens? Here's a clue - suppose the output of the NAND multivibrator is 0. Trace that output from the NAND multivibrator on through to the transistor multivibrator. Do you suppose that the operation of the transistor multivibrator is affected by the NAND multivibrator? (If the answer is yes, how is it affected?)

Try changing a $3.3\mu F$ capacitor in the NAND multivibrator and see what effect it has on circuit operation. Try playing around with the transistor multivibrator and see how you can alter its operation.

It's possible to use the **speaker** instead of the earphone with this project. You'll need the PNP transistors, the output transformer and maybe a resistor or two. Try adding the speaker - be sure to make a note of the circuit you finally come up with.

PROJECT 273 : SON OF BUZZIN' LED

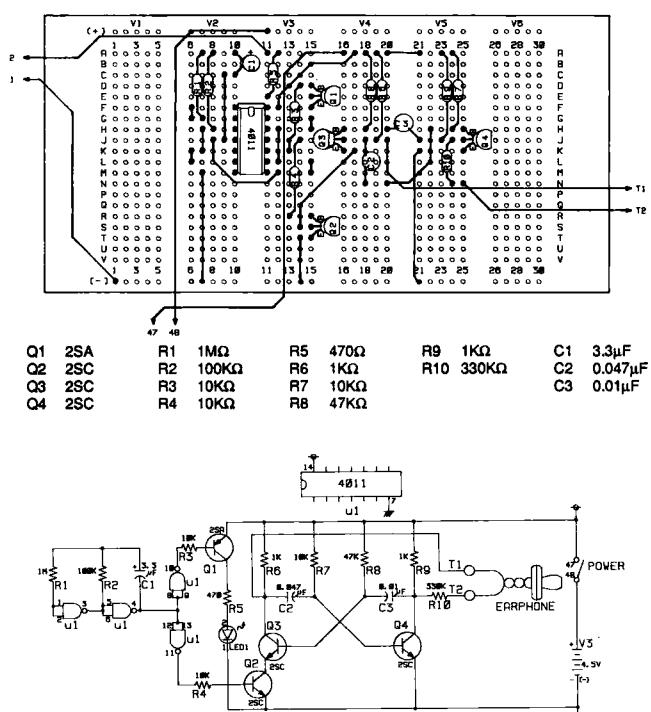
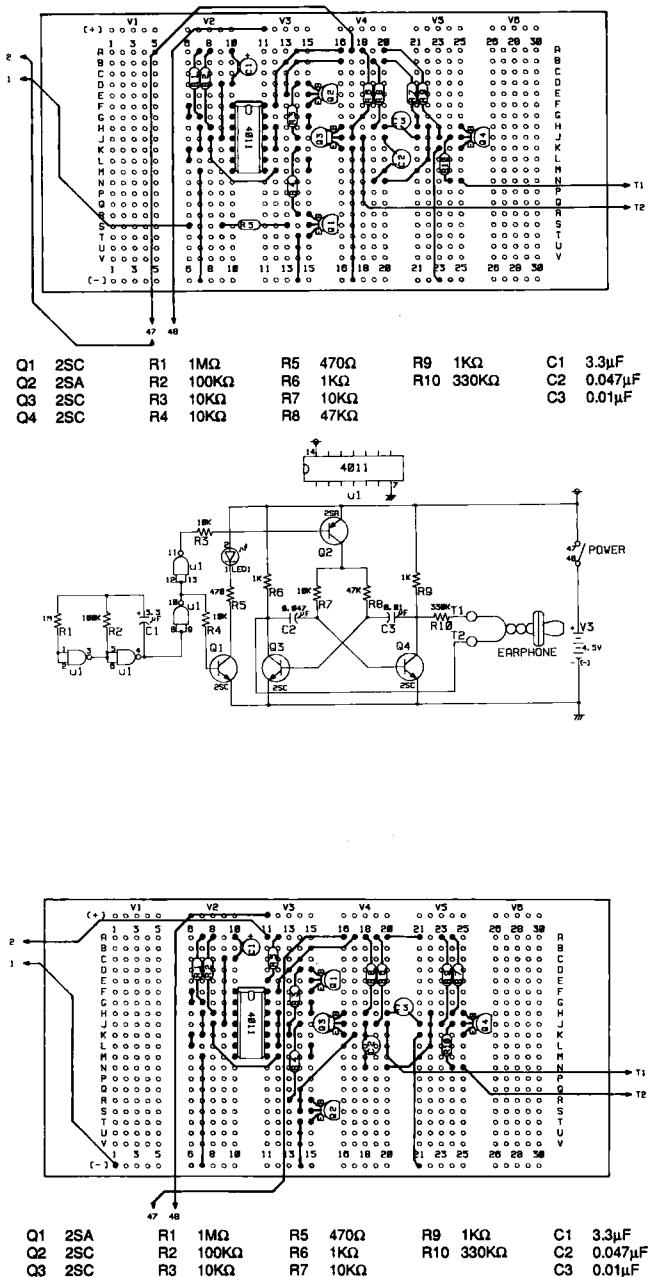
Carefully compare the schematic for this project with the schematic for the last project. They're alike in many way's, but there's an important difference. Can you spot what it is? Better still, can you tell what effect this difference has on the way this project works compared to the last one? Make your best effort to answer those two questions before building this circuits.

Connect the earphone to output terminals **1** and **2** and turn power ON. You'll see that **LED 1** light up, but you hear nothing in the earphone. But when **LED 1** goes out, then you hear sound in the earphone!

Try to figure out why this happened. When you think you have the answer, turn this Manual upside down and find out!

When the output of the NAND multivibrator is 0, **LED 1** won't light but a signal is applied to turn the NPN transistor on. The multivibrator can work, and you can hear the sound in your earphone.

two NAND gates output becomes 0, so the PNP transistor turns ON and current flow through LED 1 to light up but the transistor multivibrator won't work because the NPN transistor is OFF thus the transistor on the left side of multivibrator is OFF.



MONTAGE 272 : LA DIODE LED SE FAIT ENTENDRE

Voici un autre circuit qui utilise le multivibrateur transistorisé et le multivibrateur NON-ET. Ensemble, ils illuminent la diode **LED 1** tout en émettant un son via l'écouteur.

Une fois le câblage terminé, raccordez l'écouteur aux bornes, puis mettez le circuit sous tension. Vous entendez une impulsion dans l'écouteur chaque fois que la diode **LED** s'allume. Pouvez-vous deviner pourquoi? Voici un indice: supposez que la sortie du multivibrateur NON-ET possède la valeur 0. Suivez la sortie du multivibrateur NON-ET jusqu'au multivibrateur transistorisé. A votre avis, le fonctionnement du multivibrateur transistorisé est-il influencé par le multivibrateur NON-ET? (Si oui, comment?)

Essayez de remplacer le condensateur de $3,3\mu F$ du multivibrateur NON-ET par un autre condensateur de valeur différente et voyez l'influence qu'il exerce sur le fonctionnement du circuit. Essayez de jouer avec le multivibrateur transistorisé et voyez comment vous pouvez modifier son fonctionnement.

Dans ce montage, vous pouvez remplacer l'écouteur par le **haut-parleur**. Pour cela, vous devez utiliser les transistors PNP ainsi qu'une ou deux résistances pour la sortie du transformateur. Essayez donc d'ajouter le haut-parleur et n'oubliez pas de prendre des notes sur le circuit que vous obtiendrez.

MONTAGE 273: UNE AUTRE DIODE LED SE FAIT ENTENDRE

Comparez attentivement le diagramme schématique de ce montage avec celui du montage précédent. Ils sont pratiquement identiques mais présentent toutefois une différence essentielle. Laquelle? Mieux encore, pouvez-vous préciser l'influence qu'elle exercera sur le fonctionnement de ce montage par rapport à celui du montage précédent? Faites un effort et essayez de répondre à ces deux questions avant de réaliser le montage.

Raccordez l'écouteur aux bornes de sortie **1** et **2**, puis mettez le circuit sous tension. Vous constatez que la diode **LED 1** s'allume, mais vous n'entendez rien dans l'écouteur. Toutefois, quand la diode **LED 1** s'éteint, l'écouteur produit un son.

Comment cela est-il possible? Quand vous pensez avoir trouvé la clé du mystère, retournez ce manuel pour connaître la bonne réponse.

Quand la sortie du multivibrateur NON-ET prend la valeur 0, la série des deux sorties portes NON-ET prend la valeur 0, le transistor PNP se met en marche et permet au courant de circuler jusqu'à la diode LED1 pour l'éclairer. Le multivibrateur transistoreuse fonctionne toujours sous l'effet de l'auto-référence de l'amplificateur opérationnel. La tension d'entrée de l'amplificateur opérationnel est donc nulle et la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel est égale à la tension d'alimentation. La tension d'entrée de l'amplificateur opérationnel est donc nulle et la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel est égale à la tension d'alimentation.

PROJECT 272: ZOEMENDE LED

Hier heb je nog een circuit dat gebruik maakt van zowel een transistor- als een NAND multivibrator. Samen doen ze **LED1** branden en tegelijk zou je in de oortelefoon wat moeten horen.

Zodra de bedrading klaar is, sluit je de oortelefoon aan op de contactpunten en schakel je de stroom in. In de oortelefoon hoor je een impuls telkens wanneer de **LED** oplicht. Kun je raden waarom dat gebeurt? Een tip: stel dat de output van de NAND multivibrator 0 is. Volg die output vanaf de NAND multivibrator doorheen de transistor-multivibrator. Denk je dat de werking van de transistor-multivibrator wordt beïnvloed door de NAND multivibrator? (Zo ja, in welke zin?)

Probeer de condensator van $3,3\text{ }\mu\text{F}$ in de NAND multivibrator te vervangen en kijk wat daarvan de invloed is op de werking van het circuit. Probeer wat te spelen met de transistor-multivibrator en kijk hoe je de werking daarvan kunt wijzigen.

Bij dit project kun je ook de **luidspreker** gebruiken i.p.v. de oortelefoon. Je hebt dan de PNP transistors, de uitgangstransformator en misschien een paar weerstanden nodig. Probeer de luidspreker maar toe te voegen, en hou een aantekening bij van het circuit dat je uiteindelijk klaar krijgt.

PROJECT 273: ZOEMENDE LED JUNIOR

Vergelijk zorgvuldig het schema voor dit project met dat voor het vorige. Ze gelijken in heel wat opzichten op elkaar, maar er is een belangrijk verschil. Vind je het? Of nog beter: kun je zeggen welke invloed dat verschil heeft op de werking van het project, in vergelijking met het vorige? Gooi er niet met je pot naar, maar probeer goed te antwoorden voor je dit circuit opbouwt.

Verbind de oortelefoon met uitgang **1** en **2** en schakel de stroom in. Je zult zien dat **LED 1** brandt, maar je hoort niets in de oortelefoon. Maar wanneer **LED 1** dooft, hoor je wel iets!

Probeer uit te knobbelen waarom dat zo is. Als je het antwoord denkt te hebben, draai dit boekje dan ondersteboven en controleer het.

Wanneer de output van de NAND multivibrator 0 is, wordt de output van de NAND multivibrator 1 is, omdat de output van de wege overige NAND multivibrator 1 is, wordt de output van de wege overige NAND multivibrator 0 is. De multivibrator kan dan werken en je hoort het geluid schaken. De multivibrator hangt af van de NP-transistor in de uitgangschaakel. Maar de transistoren zijn niet omdat de NP-transistor uitgeschakeld is, en dus start de transistor aan de linie.

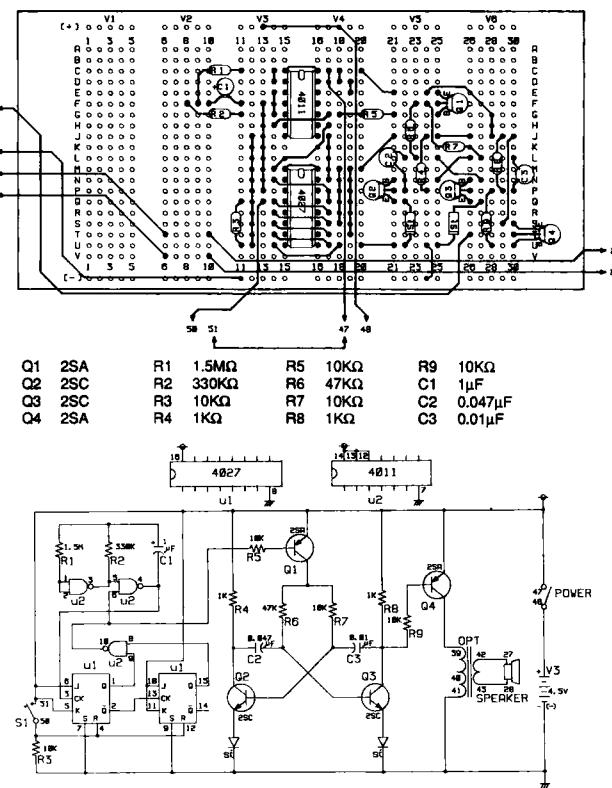
PROJECT 274 : SOUND OUT TIMER

Here's another circuit that lets you see how well you can anticipate whether a digital circuit is 0 or 1. If you guess right, you can turn off the sound from the **speaker**.

You'll notice that this project uses two multivibrators. The transistor multivibrator produces the pulses you hear from the **speaker**. The J-K flip-flop plays an important part in the circuit ... can you guess why? (Try reviewing your notes.) You change the output of the J-K flip-flop by pressing **S1**. If the output at Q is 1, the sound does not stop. If the output is 0, the sound stops.

To play this game, turn power ON and you'll hear a sound from the **speaker**. Press **S1**. Does the sound stop? If not, try pressing **S1** again and again until you finally manage to turn off the sound.

After you play the game a few times, you might suspect that there is some sort of pattern to pressing **S1** at the right moment to stop the sound. Keep careful notes of when you press **S1** and what happens - try using a clock or watch with a second hand to make your notes as accurate as possible. Is there really a pattern?



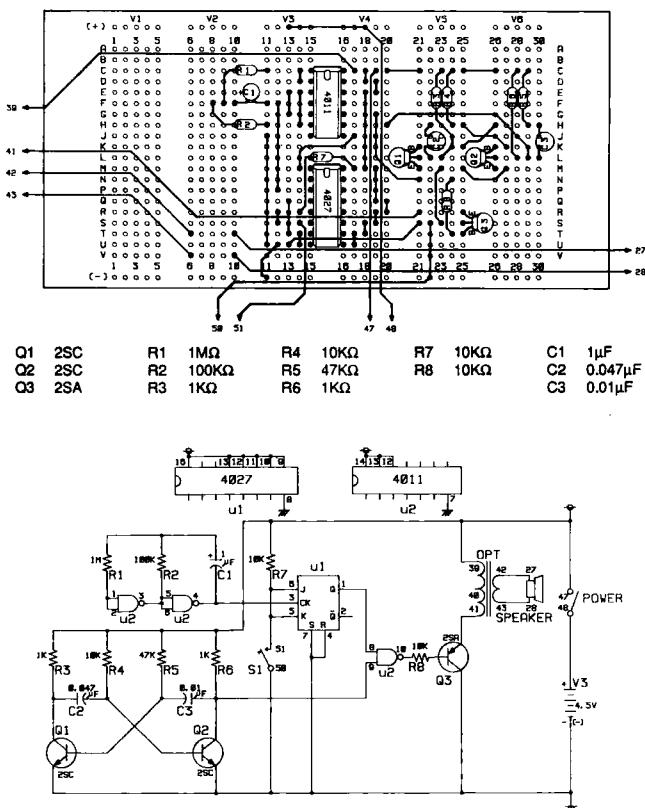
PROJECT 275 : SOUND STOP

Look closely at the schematic for this project - notice anything familiar about it? If not, check back to projects 205, 206 and 211. This circuit uses a divide by 4 counter just like those projects. That should give you a BIG hint how this circuit works before you build it!

Turn power ON when you finish wiring. You'll hear a sound from the **speaker**. Now press and release **S1**. The sound from the speaker stops ... only to resume a short time later!

You can easily spot the astable multivibrator in this project. You might have also spotted the multivibrator made up of NAND gates if you didn't, take a look back at project 186). Have any idea how these two multivibrators help this circuit operate? Here's a hint: when the Q output of both J-K flip-flops is 1, the NAND multivibrator stops working. And you can also see that the Q outputs of both J-K flip-flops also leads back to the transistor multivibrator through a NAND gate.

Try changing a 1 μ F capacitor in the NAND multivibrator circuit. What effect does this have on circuit operation? Did you expect this to happen?



MONTAGE 274 : MINUTERIE SONORE

Voici un autre circuit qui vous permet de voir si vous pouvez anticiper la valeur (0 ou 1) d'un circuit numérique. Si vous devinez correctement, vous pouvez couper le son produit par le **haut-parleur**.

Vous constatez que ce montage utilise deux multivibrateurs. Le multivibrateur transistorisé produit les impulsions que vous entendez dans le **haut-parleur**. La bascule J-K joue un rôle important dans le circuit ... Savez-vous pourquoi? (Essayez de relire vos notes.) Vous modifiez la sortie de la bascule J-K en appuyant sur **S1**. Si la sortie Q possède la valeur 1, le son continue d'être produit et si la sortie prend la valeur 0, le son s'arrête.

Pour jouer à ce jeu, mettez le circuit sous tension. Vous entendez un son dans le **haut-parleur**. Enfoncez **S1**. Le son s'arrête-t-il? Si ce n'est pas le cas, essayez d'enfoncer **S1** à plusieurs reprises, jusqu'à ce que vous parveniez à le couper.

Après avoir joué plusieurs fois à ce jeu, vous supposez qu'il existe un moyen d'appuyer sur **S1** au moment propice pour arrêter le son. Notez soigneusement le moment où vous appuyez sur **S1** ainsi que le résultat obtenu - essayez d'utiliser une horloge ou une montre qui indique les secondes afin de disposer de données aussi précises que possible. Existe-t-il réellement une règle?

PROJECT 274: KLANKTIMER

Hier nog een circuit waarmee je kunt nagaan hoe goed je kunt anticiperen op de 0 of 1 stand van een digitaal circuit. Als je juist gokt, kun je de klank van de **luidspreker** stilleggen.

Je zult opmerken dat dit project met twee multivibrators werkt. De transistor-multivibrator produceert de impulsen die uit de **luidspreker** hoort. De J-K flip-flop speelt een belangrijke rol in het circuit... weet je waarom? (Sla er eventueel je notities op na.) Door op **S1** te drukken wijzig je de output van de J-K flip-flop. Als de output bij Q 1 is, stopt de klank niet. Is de output 0, dan stopt hij wel.

Om dit spel te spelen schakel je de stroom in en je hoort de klank uit de **luidspreker**. Druk op **S1**. Stopt de klank? Zo niet, probeer dan opnieuw op **S1** te drukken, en nog eens... tot je erin slaagt de klank stil te leggen.

Als je het spel een paar keer gespeeld hebt, zou je kunnen vermoeden dat er een soort patroon is om **S1** op het juiste moment in te drukken en zo de klank stil te leggen. Leg zorgvuldig vast wanneer je **S1** indrukt en wat er dan gebeurt - gebruik een horloge met secondewijzer om je notities zo precies mogelijk te maken. Is er werkelijk een patroon?

PROJECT 275: KLANKSTOPPER

Bekijk heel zorgvuldig het schema voor dit project - komt het je niet bekend voor? Zo niet, sla er dan even project 205, 206 en 211 op na. Dit circuit maakt gebruik van een deel-door-4 teller, net als die projecten. Dat zou meteen een hele aanwijzing moeten zijn voor de werking van dit circuit, nog voor je het bouwt.

Schakel de stroom in zodra de bedrading klaar is. Uit de **luidspreker** komt geluid. Druk nu op **S1** en laat weer los. Het geluid valt stil... maar herbegint even later.

De veranderlijke multivibrator kun je in dit project vlot onderscheiden. Ook heb je misschien de multivibrator gezien die bestaat uit NAND poorten (zoniet, kijk dan nog eens bij project 186). Heb je er enig idee van hoe deze twee multivibrators bijdragen tot de werking van dit circuit? Een tip: wanneer de Q-output van beide J-K flip-flops 1 is, valt de werking van de NAND multivibrator stil. En je kunt ook zien dat de Q-outputs van beide J-K flip-flops eveneens teruggaan naar de transistor-multivibrator, via een NAND poort.

Probeer een condensator van 1 μ F in het NAND multivibratorcircuit te vervangen. Welke invloed heeft dat op de werking van het circuit? Had je verwacht dat dit zou gebeuren?

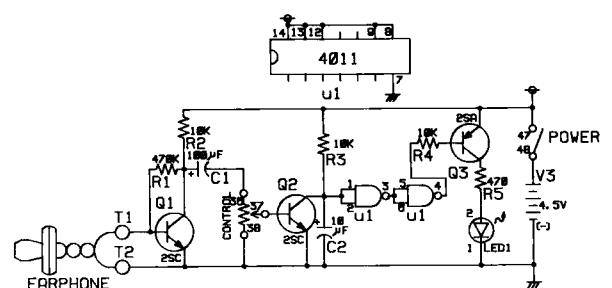
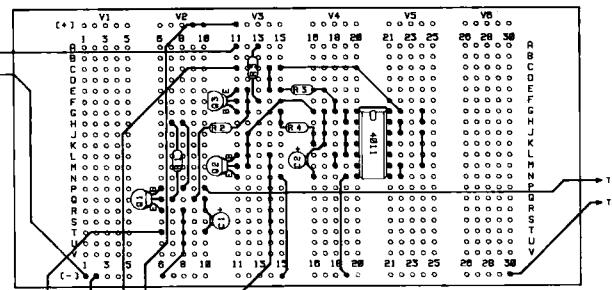
PROJECT 276 : BIG MOUTH!

Know someone's who's a big mouth? (Or have you been accused of being one?) This project lets you and your friends see who's got the loudest voice.

You can see how this project works by looking at the schematic. When you yell into the earphone your voices create electrical energy by ...

The electrical energy from the earphone is amplified by the two-transistor circuit. You'll notice the control ... that lets you control how much the signal from the earphone is amplified. Next come two NAND gates in series. They control whether or not **LED 1** lights. (Just to keep in practice, trace how the 0's and 1's change from input to output.)

To play this game, turn power ON and set the control to the middle of its range. Yell into the earphone and watch **LED 1**. It probably lights. Try turning the control counterclockwise to make it more difficult to light **LED 1**. (Try adjusting it just a tiny bit each time.) See how far you can reduce the gain of the amplifier and still light the **LED 1**.



PROJECT 277 : LIGHT OR SOUND

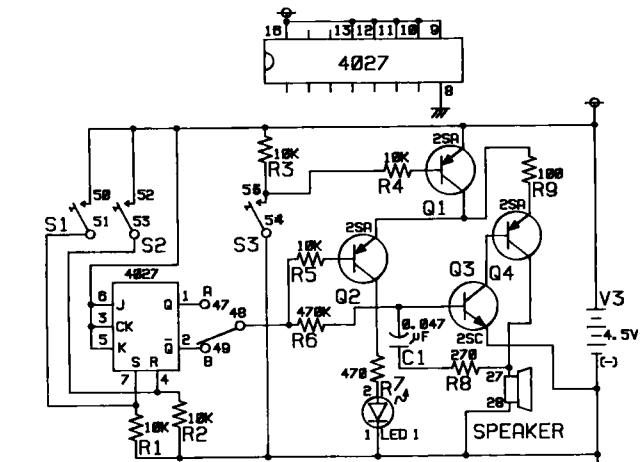
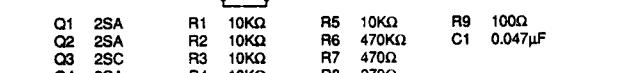
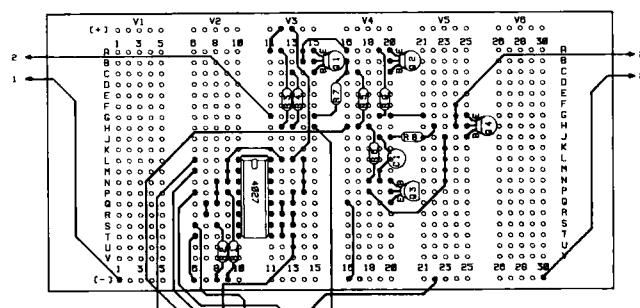
Flip-flop circuits can be used in game circuits since there's no way to tell if the flip-flop circuit is set or reset just by looking at it. Trying to outwit a flip-flop circuit can be frustrating ... as this project demonstrates.

You can see how this circuit works by looking at the schematic. You set or reset the flip-flop using **S1** and **S2**. The **Q** and **\bar{Q}** outputs are selected by the select switch. Depending on whether the two outputs are 0 or 1, either **LED 1** lights or the audio oscillator sounds when **S3** is pressed.

To play with this circuit, press **S1** or **S2**. Now set the **select switch** to either up or down position. Press **S3** - what happens?

You either got a sound from the **speaker** or **LED 1** lit. Continue to hold **S3** down and press **S1** or **S2**. You'll see the opposite now happen - if the **LED** is lit, it goes out and you'll hear a sound from the **speaker**.

This shouldn't be too much of a surprise to you ... as you can see on the schematic **S1** is the set input and **S2** is the reset input. You can use this project as a game by pressing **S1** or **S2**, and then trying to figure out whether the **LED** lights or a sound comes from the **speaker**. What are the combinations of **Q** and **\bar{Q}** levels (0 or 1) and **select switch** positions to let each happen?



MONTAGE 276 : AVEZ-VOUS DU COFFRE?

Connaissez-vous quelqu'un qui a du coffre? (Vous a-t-on déjà dit que vous en aviez?) Ce montage vous permettra d'affronter vos amis afin de savoir lequel d'entre vous possède la voix la plus forte.

Le diagramme schématique vous permet de comprendre le fonctionnement de ce montage. Quand vous criez dans l'écouteur, votre voix crée de l'énergie électrique par ...

L'énergie électrique de l'écouteur est amplifiée par le circuit à deux transistors. Vous constatez que la commande vous permet de commander l'amplification du signal produit dans l'écouteur. Vous trouvez ensuite deux portes NON-ET montées en série. Elles commandent l'illumination/extinction de la diode **LED 1**. (Pour ne pas perdre la main, suivez le chemin emprunté par les valeurs 0 et 1 entre l'entrée et la sortie.)

Pour jouer à ce jeu, mettez le circuit sous tension et réglez la commande sur la position médiane. Criez dans l'écouteur et examinez la diode **LED 1**. Elle doit en principe s'allumer. Essayez de tourner la commande vers la gauche afin de rendre plus difficile l'illumination de la diode **LED 1**. (Réglez-la chaque fois très minutieusement.) Voyez jusqu'où vous pouvez réduire le gain de l'amplificateur tout en réussissant à éclairer la diode **LED 1**

PROJECT 276: GROTE MOND!

Ken jij iemand met een "grote mond" (of heeft niemand je ooit vergeten dat je het zelf bent?). Met dit project kun je met vrienden samen nagaan wie het luidst kan roepen.

Hoe dit project werkt kun je afleiden uit het schema. Wanneer je in de oortelefoon roept, wekt je stem elektrische energie op door...

De elektrische energie uit de oortelefoon wordt versterkt door het circuit met twee transistors. Je zult ook de regelknop zien... waar mee je regelt hoeveel van het signaal uit de oortelefoon versterkt wordt. Daarna komen twee NAND poorten in serie. Die regelen of **LED 1** brandt of niet. (Om het niet te verleren: volg hoe de 0 en 1 van input naar output lopen.)

Om dit spel te spelen schakel je de stroom in en zet je de regelknop in zijn middelste stand. Roep in de oortelefoon en kijk naar **LED 1**. Allicht brandt hij. Draai de regelknop in tegenwijzerzin om **LED 1** moeilijker in brand te krijgen. (Draai telkens een heel klein beetje verder.) Kijk hoe ver je de versterking van de versterker kunt verminderen en toch **LED 1** nog doen branden.

PROJECT 277: KLANK OF LICHT

Flip-flop circuits kunnen in spelletjes gebruikt worden aangezien je door er gewoon naar te kijken niet kunt zien of het flip-flop circuit in- of teruggesteld is. Slimmer willen zijn dan een flip-flop circuit kan frustrerend werken... zoals uit dit project blijkt.

Hoe dit project werkt, zie je op het schema. Je stelt de flip-flop in of terug met behulp van **S1** en **S2**. De **Q** en **\bar{Q}** outputs worden gekozen door de keuzeschakelaar. Naar gelang de twee outputs 0 of 1 zijn, brandt ofwel **LED 1** ofwel weerklinkt de audio-oscillator wanneer je op **S3** drukt.

Om met dit circuit te spelen druk je op **S1** of **S2**. Zet nu de **keuzeschakelaar** omhoog of omlaag. Druk op **S3**, en wat gebeurt er?

Ofwel krijg je een geluid uit de **luidspreker**, ofwel brandt **LED 1**. Blijf **S3** ingedrukt houden en druk op **S1** of **S2**. Je ziet nu het omgekeerde gebeuren: als de **LED** brandde, dooft hij en hoor je geluid uit de luidspreker.

Dit zou je niet te sterk mogen verrassen... zoals je op het schema kunt zien is **S1** de instel-input en **S2** de terugstel-input. Je kunt dit project gebruiken als spelletje door op **S1** of **S2** te drukken en dan te proberen uit te maken of de **LED** brandt dan wel of een geluid uit de **luidspreker** komt. Welke combinatiemogelijkheden zijn er voor de niveaus van **Q** en **\bar{Q}** (0 of 1) en de standen van de **keuzeschakelaar** om elk van beide te laten gebeuren?

PROJECT 278 : BE YOUR OWN MULTIVIBRATOR

Notice anything familiar about the schematic for this project? If you get the feeling that you've seen this circuit before, you're right. Take a look back at the schematic for project 206 - you'll see that it's the same counter and line decoder circuit without the multivibrator. This project lets you be your own multivibrator.

As you can see from the schematic, each time you press **S1** you send a clock signal to the first flip-flop. The counter circuit is asynchronous since the Q output of the first flip-flop provides the clock signal for the second flip-flop. This project lets you be your own multivibrator.

Turn power ON and press **S1** a few times. You'll see LEDs 1 through 4 light up in order and then go off. This cycle is repeated a few times depending on how many times you press **S1**.

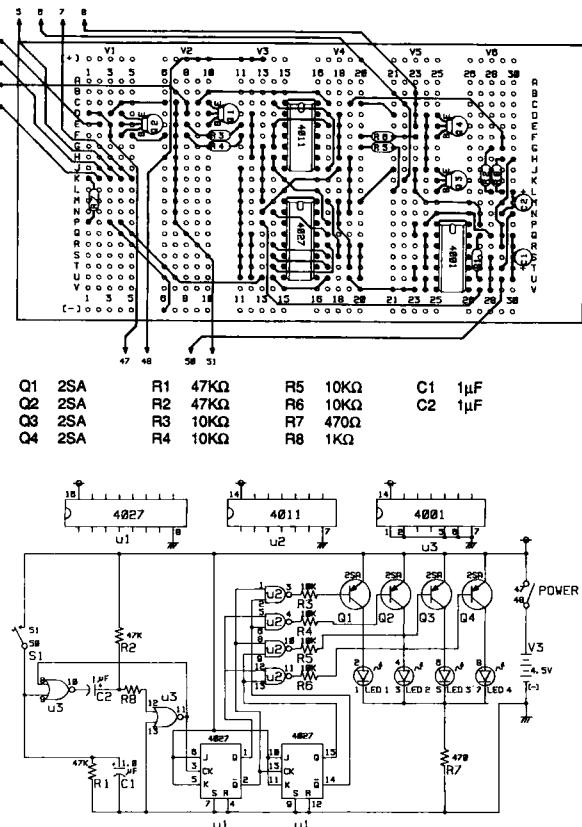
Of course, there's several ways to vary this circuit. You could supply the set or reset signal instead of the clock ... or you could let the multivibrator supply some of the inputs while you supply the others.

Back in project 211 we told you that you could substitute a **S1** for a multivibrator circuit in a counter. If you tried to do it, did your results look anything like this circuit?

NOTES :

1. When pressing **S1** don't do it too quickly (fast pressing might result in what we call switch "bounce" - which means very, very fast un-intentional switch action).

2. Be sure you're using fresh batteries (or you might end up with some strange results).



MONTAGE 278 : SOYEZ VOTRE PROPRE MULTIVIBRATEUR

Avez-vous remarqué quelque chose de familier sur le diagramme schématique de ce montage? Si vous avez l'impression d'avoir déjà vu ce circuit, vous avez raison. Examinez le diagramme schématique du montage 206. Vous constatez qu'il s'agit du même circuit compteur avec décodeur, mais sans multivibrateur. En effet, ce montage vous permet de jouer le rôle du multivibrateur.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, chaque appui de **S1** envoie un signal d'horloge à la première bascule. Le circuit compteur est un compteur asynchrone puisque la sortie Q de la première bascule fournit le signal d'horloge de la seconde bascule.

Mettez le circuit sous tension et appuyez plusieurs fois sur **S1**. Vous constatez que les diodes LED 1 à 4 s'allument successivement puis s'éteignent. Ce cycle se répète plusieurs fois en fonction de la fréquence d'appui de **S1**.

Bien entendu, vous pouvez modifier ce circuit de plusieurs façons. Vous pourriez fournir un signal de mise à 1/remise à 0 plutôt qu'un signal d'horloge. Vous pourriez aussi permettre au multivibrateur de fournir certaines entrées tout en produisant les autres vous-même.

Au montage 211, nous vous avons expliqué que vous pouviez remplacer **S1** par un circuit multivibrateur dans un compteur. Si vous l'avez fait, avez-vous obtenu un résultat semblable à celui de ce montage?

NOTES :

1. Evitez d'appuyer trop rapidement sur **S1** (sinon vous risquez de produire ce que nous appelons un "rebondissement" de la permutation, c'est-à-dire une action de permutation ultra-rapide involontaire).

2. Veillez à utiliser des piles neuves (sinon vous risquez d'obtenir un résultat pour le moins surprenant).

PROJECT 278: ZELF MULTIVIBRATOR SPELEN

Komt het schema voor dit project niet enigszins bekend voor? Als je het gevoel hebt dat je dit circuit al eens eerder hebt gezien, dan zit je goed. Bekijk het schema voor project 206 nog maar eens, en je ziet dat je te maken hebt met hetzelfde tel- en lineair decodeercircuit, maar zonder de multivibrator. In dit project mag je namelijk zelf voor multivibrator spelen.

Zoals je op het schema kunt zien, stuurt je met elke druk op **S1** een kloksignaal naar de eerste flip-flop. Het telcircuit is asynchronisch, aangezien de Q-output van de eerste flip-flop het kloksignaal voor de tweede levert.

Schakel de stroom in en druk enkele keren op **S1**. Je ziet LED 1 tot en met 4 achtereen volgens branden en doven. Deze cyclus wordt een paar keer herhaald, afhankelijk van het aantal keren dat je op **S1** drukt.

Uiteraard zijn er verschillende manieren om met dit circuit te variëren. Je zou het instel- of terugstelsignaal kunnen leveren i.p.v. de klok, of je kunt de multivibrator een deel van de inputs laten leveren en zelf de rest leveren.

Bij project 211 vertelden we je reeds dat je in een teller een multivibratorcircuit kon vervangen door een **S1**. Als je dat geprobeerd hebt, leken de resultaten daarvan dan enigszins op dit circuit?

OPMERKINGEN

1. Wanneer je op **S1** drukt, doe dat dan niet te snel (doe je dat wel, dan zou het kunnen gebeuren dat je een heel, heel snelle maar onbedoelde schakelaarwerking krijgt).

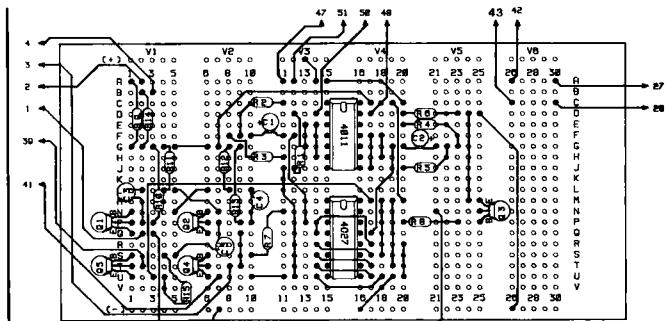
2. Zorg ervoor dat je nieuwe batterijen gebruikt (of je zou gekke resultaten kunnen krijgen).

PROJECT 279 : ANTICIPATION

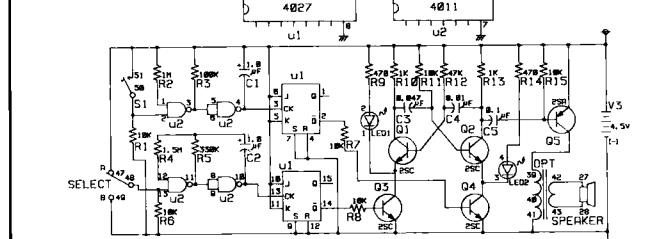
Think you have a good sense of timing? If you're not sure, here's a project that lets you quickly find out.

A quick glance at the schematic shows this project uses both a J-K flip-flop and an astable multivibrator. The astable multivibrator produces a sound from the speaker and you'll also notice **LEDs 1** and **2** light up at different rates. Both **S1** and **select switch** are used here to control the inputs to the J-K flip-flop circuits. Your job is to select that combination of switch settings that lets both **LEDs** light and also produce a sound from the **speaker**.

Set the **select switch** up to generate pulses for the J-K flip-flop. You see **LED 1** flicker but hear no sound. Set the **select switch** down: the **LED 1** stays in either condition, on or off. Now try press **S1**. You'll now see **LED 2** flicker. Release it, and the **LED 2** stays either on or off. If you manage to set the switches to the correct positions at the right time you'll light both **LEDs** and hear a sound from the **speaker**.



Q1 2SC	R1 10kΩ	R6 10kΩ	R11 10kΩ	C1 1μF
Q2 2SC	R2 1MΩ	R7 10kΩ	R12 47kΩ	C2 1μF
Q3 2SC	R3 100kΩ	R8 10kΩ	R13 1kΩ	C3 0.047μF
Q4 2SC	R4 1.5MΩ	R9 47kΩ	R14 47kΩ	C4 0.01μF
Q5 2SA	R5 330kΩ	R10 1kΩ	R15 10kΩ	C5 0.1μF



PROJECT 280 : SET/RESET MATCH

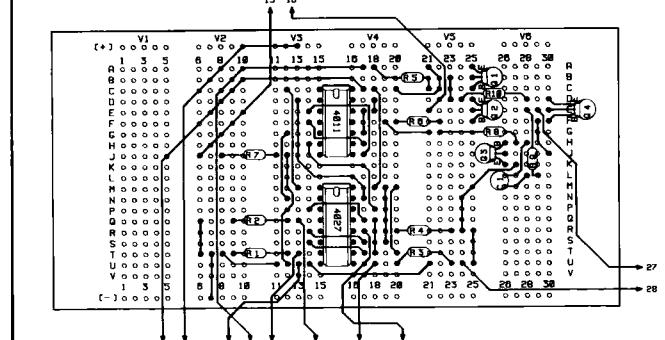
You can't tell if a J-K flip-flop is set or reset just by looking at it. This project takes that simple fact and makes a game out of it.

As you can see from the schematic for this project, you use **S2**, **S3**, **S4** and **S5** to set or reset both J-K flip-flops. You can use this circuit as a game for two people. First turn power ON. Next one player press **S2** or **S3**. The other player press **S4** or **S5**.

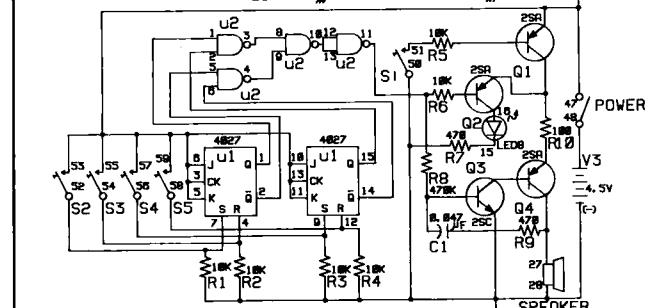
Then one player press **S1**. If both players managed to "match", "**LED 8**" lights. If not, a sound comes out of the **speaker**.

Be sure to play with this circuit a few times and find out whether the **LED** lights when both flip-flops are set or reset (or both). You can also use this circuit to "test" the compatibility of two people. If the **LED** light, the two people are compatible; if you hear sound from the **speaker**, then the people aren't compatible!

Try some variations of this basic circuit - see if you can add a multivibrator or the **select switch**, for example.



Q1 2SA	R1 10kΩ	R5 10kΩ	R9 470Ω
Q2 2SA	R2 10kΩ	R6 10kΩ	R10 100Ω
Q3 2SC	R3 10kΩ	R7 470Ω	C1 0.047μF
Q4 2SA	R4 10kΩ	R8 470kΩ	



MONTAGE 279 : ANTICIPATION

Pensez-vous avoir une bonne notion du temps? Si vous hésitez, ce montage vous permettra de le découvrir.

En examinant rapidement le diagramme schématique, vous constatez que ce montage utilise une bascule bistable et un multivibrateur astable. Ce dernier produit un son dans le haut-parleur. Vous constatez aussi que les diodes **LED 1** et **2** s'allument à des moments différents. **S1** et le **sélecteur** permettent de commander les entrées des circuits à bascule J-K. Votre rôle consiste à sélectionner la combinaison **S1**/sélecteur qui permet d'allumer les 2 diodes **LED** tout en produisant un son dans le **haut-parleur**.

Placez le **sélecteur** sur la position levée pour produire les impulsions de la bascule J-K. Vous voyez que la diode **LED 1** clignote mais vous n'entendez toujours rien dans le haut-parleur. Placez le **sélecteur** sur la position abaissée. La diode **LED 1** s'allume ou s'éteint. A présent, essayez d'enfoncer **S1**. Cette fois, la diode **LED 2** clignote. Relâchez **S1**. La diode **LED 2** demeure allumée ou éteinte. Si vous parvenez à placer **S1** et le sélecteur sur la position adéquate au moment opportun, vous parviendrez à allumer les 2 diodes **LED** tout en produisant un son dans le **haut-parleur**.

PROJECT 279: ANTICIPEREN

Hoe zit met je zin voor timing? Als je daar niet zeker van bent, dan zul je het met dit project gauw achterhalen.

Een snelle blik op het schema leert je dat dit project gebruik maakt van een J-K flip-flop en een veranderlijke multivibrator. Laatstgenoemde produceert geluid uit de luidspreker en je zult ook zien dat **LED 1** en **2** met een verschillende snelheid branden. Zowel **S1** als de **keuzeschakelaar** worden gebruikt om de inputs naar de J-K flip-flop circuits te regelen. Wat jij moet doen is: de combinatie van schakelaarstanden uitkiezen waarbij zowel beide **LED's** branden als de **luidspreker** geluid geeft.

Zet de **keuzeschakelaar** omhoog om impulsen naar de J-K flip-flop op te wekken. Je ziet **LED 1** flinkeren maar hoort niets. Zet de **keuzeschakelaar** naar beneden: **LED 1** brandt of is gedoofd. Probeer nu op **S1** te drukken. Je ziet **LED 2** flinkeren. Laat los, en **LED 2** blijft branden of is gedoofd. Als je de schakelaars op het juiste moment in de juiste stand krijgt, zullen beide **LED's** branden terwijl je geluid uit de **luidspreker** hoort.

MONTAGE 280 : ACCORD PARFAIT

Le simple examen d'une bascule J-K ne permet pas de savoir si elle est mise à 1 ou remise à 0. Ce montage nous a permis de créer un jeu basé sur cette simple constatation.

Comme vous le voyez sur le diagramme schématique de ce montage, vous utilisez les manipulateurs **S2**, **S3**, **S4** et **S5** pour mettre à 1 ou remettre à 0 les deux bascules J-K. Ce circuit peut servir de jeu pour deux personnes. Mettez d'abord le circuit sous tension. Pendant qu'un joueur enfonce **S2** ou **S3**, l'autre enfonce **S4** ou **S5**.

Ensuite, un joueur enfonce **S1**. Si les deux joueurs sont en accord parfait, la diode **LED 8** s'allume. Si ce n'est pas le cas, un son retentit dans le **haut-parleur**.

Jouez plusieurs fois à ce jeu et découvrez si la diode **LED** s'allume quand les deux bascules sont mises à 1 ou remises à 0 (ou les deux). Ce circuit vous permet aussi de "tester" l'entente entre deux personnes. Si la diode **LED** s'allume, les deux personnes sont en accord parfait. Par contre, si le **haut-parleur** produit un son, cela signifie qu'elles ne s'entendent pas!

Essayez de modifier le circuit de base de plusieurs façons: voyez notamment si vous pouvez ajouter un multivibrateur ou le **sélecteur**.

PROJECT 280: SAMEN IN, SAMEN TERUG

Als je gewoon naar een J-K flip-flop kijkt, kun je niet zeggen of hij ingesteld of teruggesteld is. In dit project maken we van dat simpele gegeven een spelletje.

Zoals je op het schema kunt zien, gebruik je **S2**, **S3**, **S4** en **S5** om beide J-K flip-flops in of terug te stellen. Je kunt dit circuit gebruiken als spel voor twee mensen. Schakel eerst de stroom in. Dan drukt de eerste speler op **S2** of **S3**. De andere drukt op **S4** of **S5**.

Daarna drukt een speler op **S1**. Als beide spelers "overeenkomen", brandt **LED 8**. Zo niet, dan hoor je een geluid uit de luidspreker.

Speel met dit circuit enkele keren en ga na of de **LED** brandt wanneer beide flip-flops in- of teruggesteld zijn (of beide). Je kunt dit circuit ook gebruiken om te "testen" of mensen bij elkaar passen: brandt de **LED**, dan is dat het geval; komt er geluid uit de **luidspreker**, dan passen ze niet bij elkaar!

Probeer dit basiscircuit wat te variëren - kijk b.v. of je een multivibrator of de **keuzeschakelaar** kunt toevoegen.

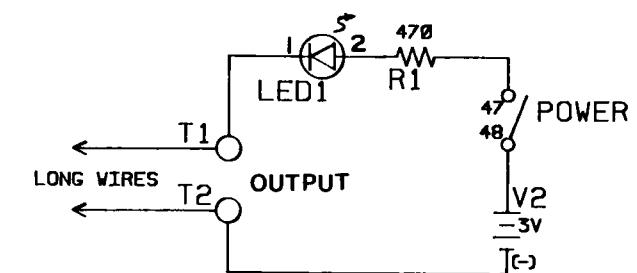
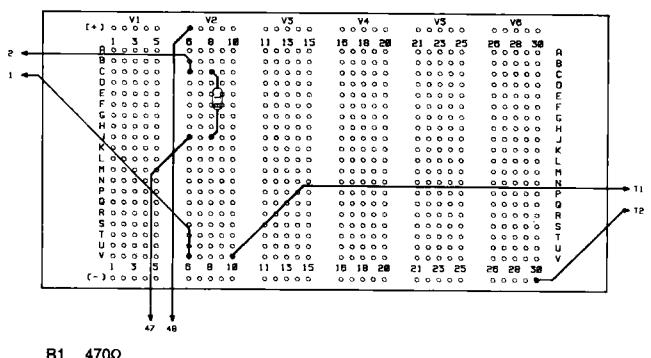
PROJECT 281 : CIRCUIT CONTINUITY CHECKER

We're now going to look at how we test electronic circuits. One of the simplest things we might want to find out is whether or not a part of a circuit is open or closed. This project is simple but it does the job.

Apparently you figured out how to use this project just by looking at the schematic. Turn power ON and place the two wires at opposite ends of the circuit part you want to test. If the electrons can flow through the circuit, the **LED** lights. If it does not light at all, you'll know the circuit portion is open.

This is an especially handy circuit for testing items such as insulated wire or cable. You can't tell if a plastic-covered wire can conduct electrons by looking at it - you have to use a tester like this. This device is also helpful in trying to find out if there's an electric current flowing along a path where it's not supposed to. (This is called a short circuit.)

You can use this circuit to check the conductivity of a wide variety of objects around your home. But don't use this project to check the conductivity of anything connected to a wall electric outlet (such as an electric range or record player).



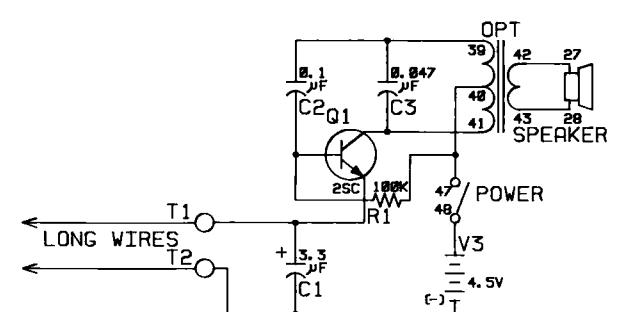
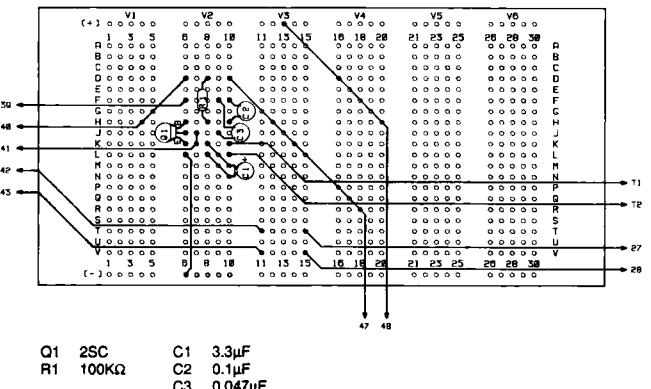
PROJECT 282 : ACOUSTIC OHMMETER

An ohmmeter is a device that measures the resistance of a circuit or a part (remember that resistance is measured in ohms). Most ohmmeters have a meter or **LED** display to indicate the resistance. This project is a bit different in resistance between various parts.

This project is actually a version of the audio oscillator circuit we've used in many other projects. When a resistance is connected across the two long wires, it provides negative feedback so the circuit can oscillate. After you finish the wiring connections, turn power On. Measure the resistance of several different resistors in your kit.

What differences in sound do you notice when you measure different value resistors? Is there a pattern to these changes? (You'll probably find it helpful here to review the notes you've made on audio oscillator projects.)

Try touching the end of the two long wire together. What do you hear now from the **speaker**? Can you explain why this happens?



MONTAGE 281 : TESTEUR DE CONTINUITÉ D'UN CIRCUIT

Nous allons à présent étudier comment tester les circuits électriques. La vérification la plus élémentaire est de savoir si une partie d'un circuit est ouverte ou fermée. Ce montage simple vous permettra de le savoir.

Apparemment, il vous suffit d'examiner le diagramme schématique de ce montage pour comprendre son fonctionnement. Mettez le circuit sous tension et placez les deux fils aux extrémités opposées de la partie du circuit que vous désirez tester. Si les électrons circulent dans le circuit, la diode **LED** s'allume. Si elle demeure éteinte, cela signifie que cette partie du circuit est ouverte.

Ce circuit est extrêmement utile pour tester des composants tels que des fils ou des câbles entourés d'isolant. Il est en effet impossible de déterminer si un fil plastifié est ou non conducteur d'électricité. Vous devez le tester pour le savoir. Ce circuit est aussi très utile pour déterminer si un courant électrique passe là où il ne devrait pas. (On parle alors de court-circuit.)

Ce circuit vous permet également de vérifier la conductivité d'un grand nombre d'objets domestiques. Ne l'utilisez cependant pas pour contrôler la conductivité d'un appareil raccordé à une prise secteur murale (notamment un appareil électroménager ou un tourne-disque).

PROJECT 281: CONTINUITÉ CONTROLEREN IN EEN CIRCUIT

Nu gaan we eens kijken hoe we elektronische circuits testen. Een van de eenvoudigste dingen die we daarbij willen achterhalen is: of een deel van een circuit open of gesloten is. Het is een eenvoudig project, maar daarom niet minder degelijk.

Allijk heb je gewoon door naar het schema te kijken al gezien hoe je dit project moet gebruiken. Schakel de stroom in en plaats de twee draden aan weerszijden van het circuit-onderdeel dat je wil testen. Als de elektronen door het circuit kunnen stromen, brandt de **LED**. Brandt de **LED** helemaal niet, dan weet je dat dit circuitgedeelte open is.

Dit is een bijzonder handig circuit om geïsoleerd snoer en dat soort dingen te testen. Door naar een in plastic gehulde snoer te kijken kun je niet zien of het geleidt of niet: je moet daarvoor een tester gebruiken, zoals deze. Dit toestel is ook nuttig om na te gaan of er elektrische stroom vloeit in een gedeelte waar dat niet zou mogen (wat we kortsluiting noemen).

Je kunt dit circuit gebruiken om het geleidend vermogen van een hele reeks huis-, tuin- en keukenvoorwerpen te controleren. Gebruik dit project echter niet om het geleidend vermogen te testen van toestellen die met een stopcontact verbonden zijn (b.v. een platendraaier of elektrisch fornuis).

MONTAGE 282 : OHMMETRE ACOUSTIQUE

Un ohmmètre est un appareil qui mesure la résistance d'un circuit ou d'une partie d'un circuit. (Vous vous souvenez certainement que l'unité de mesure de la résistance est l'ohm.) La plupart des ohmmètres sont équipés d'un affichage **LED** qui indique la résistance. Ce montage est un peu particulier car il vous fait entendre la différence de résistance entre diverses parties d'un circuit.

Ce montage est en réalité une variante du circuit oscillateur basse fréquence que nous avons utilisé dans de nombreux autres montages. Quand une résistance est raccordée entre les deux longs fils, elle produit une réaction négative qui entraîne une oscillation du circuit. Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension. Mesurez la résistance de différentes résistances fournies avec votre ensemble.

Quelle différence de son entendez-vous quand vous mesurez des résistances de valeurs différentes? Ces changements semblent-ils correspondre à une règle? (Il serait peut-être utile de relire les notes que vous avez prises au sujet des montages à oscillateur basse fréquence.)

Essayez de mettre en contact les extrémités des deux longs fils. Qu'entendez-vous à présent dans le **haut-parleur**? Pouvez-vous expliquer pourquoi?

PROJECT 282: AKOESTISCHE OHMMETER

Een ohmmeter is een toestel dat de weerstand van een circuit of een onderdeel meet (weerstand wordt immers uitgedrukt in ohm). De meeste ohmmeters hebben een **LED**-display waarop de weerstand af te lezen valt. Dit project gaat op een andere manier te werk.

Dit project is in feite een versie van het audio-oscillatorcircuit dat we in tal van andere projecten gebruikt hebben. Wanneer een weerstand wordt aangesloten tussen de twee lange draden, zorgt die voor negatieve terugkoppeling, zodat het circuit kan oscilleren. Na het aanleggen van de nodige draadverbindingen schakel je de stroom in. Meet de weerstand van verschillende weerstandjes in de projectdoos.

Welke geluidsverschillen stel je vast bij het meten van weerstanden van verschillende waarde? Vertellen die verschillen een zeker patroon? (Allijk komen je notities in verband met audio-oscillatorprojecten nu van pas.)

Probeer het uiteinde van de twee lange draden ook eens met elkaar te verbinden. Wat hoor je nu uit de **luidspreker**? Kun je ook verklaren hoe dat komt?

PROJECT 283 : AUDIO SIGNAL TRACER

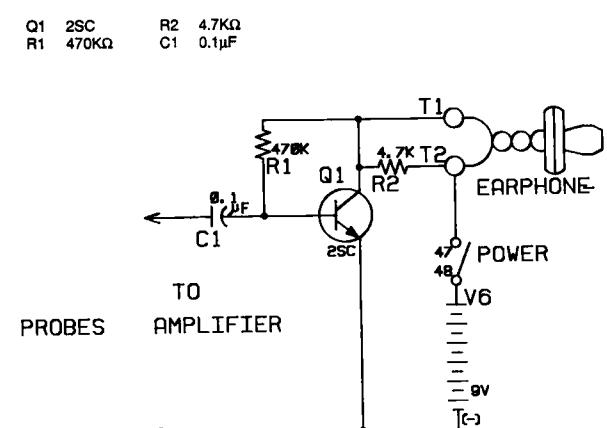
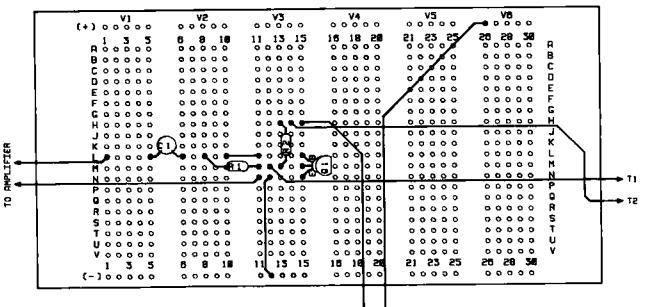
This project is a simple one transistor audio amplifier which is used as an audio signal tracer. With this amplifier you can troubleshoot transistor audio equipment. You do this by connecting the probes across the circuit from stage to stage until you find the stage or component which is not passing the signal along.

No **volume control** is used with this amplifier because you can use the **volume control** on the equipment being checked to adjust signal levels when necessary.

The $0.1 \mu\text{F}$ input capacitor blocks DC so you can probe around circuits without worrying about the effects of DC voltage on the circuit.

The amplifier circuit is the common-emitter type. The bias current is the self current type. That is, the bias current (through the $470\text{k}\Omega$) is obtained from the collector voltage, providing some stabilizing negative DC feedback. This is a very simple and popular circuit for silicon transistors such as the one in your kit.

Use the amplifier to probe around on any transistor radio or amplifier you have that needs fixing. You can also use this circuit to test some of the other projects in this kit. The only requirement is that they do not have any common components. Have fun!

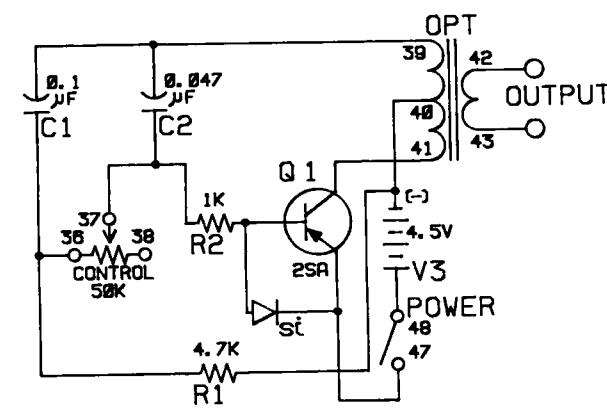
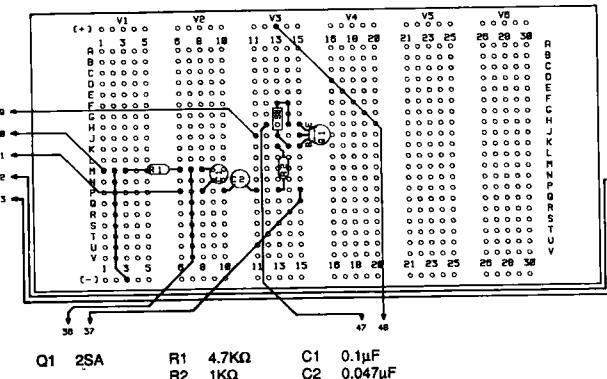


PROJECT 284 : AUDIO SIGNAL GENERATOR

Very often electronic technicians need an audio signal to test amplifiers, speakers, headphones, etc. This project is a simple audio signal generator that operates on the same principle as the ones used in professional electronics laboratories.

This circuit is an audio oscillator, and the output of this circuit is available at terminals **1** and **2**. Here you connect the circuit or component you want to have tested, like an amplifier or the **speaker**. You can adjust the tone of the audio signal using the **control knob**.

Audio signal generators are often used to adjust stereo equipment. They help make sure the tone that goes into a stereo amplifier is the same tone that comes out of the amplifier. If the amplifier changes the tone of the signal, this is called distortion.



MONTAGE 283 : ANALYSEUR ELECTRONIQUE BASSE FREQUENCE

Ce montage est un amplificateur basse fréquence à un transistor qui est utilisé comme analyseur électronique basse fréquence. Il vous permettra de dépanner n'importe quel appareil basse fréquence transistorisé. Pour cela, il vous suffit de raccorder les fils de sonde à différents endroits du circuit jusqu'à ce que vous découvriez l'étage ou le composant qui entrave le passage du signal.

Cet amplificateur n'utilise aucune **commande du volume** car en cas de nécessité, vous pouvez régler le niveau du signal à l'aide de la **commande du volume** de l'appareil testé.

Le condensateur d'entrée de $0.1 \mu\text{F}$ bloque le courant continu. Vous pouvez donc sonder n'importe quel circuit sans vous soucier de l'influence exercée par la tension CC.

L'amplificateur est un circuit de type émetteur commun. Le courant de polarisation est un courant de type autonome. Ce qui signifie qu'il est produit par la tension du collecteur (via la résistance de $470\text{k}\Omega$), fournit une réaction négative CC stabilisée. Il s'agit d'un circuit commun extrêmement simple pour les transistors au silicium semblables à ceux de votre ensemble.

Servez-vous de cet amplificateur pour repérer les éventuelles pannes de vos amplificateurs et de vos récepteurs radio à transistors. Vous pouvez également utiliser ce circuit pour tester d'autres montages de votre ensemble. La seule condition requise est qu'il ne peuvent pas posséder de composants communs. Bon amusement!

PROJECT 283: AUDIO-SIGAALSPEURDER

Dit project is een eenvoudige audioversterker met één transistor, die gebruikt wordt als audio-signalenpeurder. Met deze versterker kun je problemen opsporen in audio-apparatuur met transistors. Dat doe je door de testpennen aan weerszijden van elk stadium in het circuit te verbinden, tot je het stadium of onderdeel hebt gevonden waar het signaal niet doorheen gaat.

Voor deze versterker wordt geen **volumeregelaar** gebruikt, omdat je de **volumeregelaar** van het geteste toestel kunt gebruiken om indien nodig het signaalniveau aan te passen.

De inputcondensator van $0.1 \mu\text{F}$ blokkeert gelijkstroom, zodat je het circuit kunt afstellen zonder je zorgen te maken over de invloed van gelijkspanning op het circuit.

Het versterkercircuit is van het type met gemeenschappelijke emissor. De polarisatiestroom is van het zelfstroomtype. Dit wil zeggen dat de polarisatiestroom (via de $470\text{k}\Omega$) wordt verkregen uit de collectorspanning, waarbij enige stabilisatie negatieve gelijkstroomterugkoppeling aanwezig is. Dit is een heel eenvoudig en populair circuit voor silicontransistors, zoals die in deze kit.

Gebruik de versterker om hier en der te testen in een transistorradio of -versterker waaraan wat scheelt. Je kunt dit circuit ook gebruiken om enkele andere projecten uit deze kit te testen. De enige beperking is dat beide circuits geen gemeenschappelijke onderdelen mogen hebben. Veel pret!

PROJECT 284: AUDIO-SIGAALGENERATOR

Vaak hebben technici een audiosignaal nodig om versterkers, luidsprekers, koptelefoons enz. te testen. Dit project is een eenvoudige audiosignalgenerator die volgens hetzelfde principe werkt als die welke in professionele elektronicalabs worden gebruikt.

Dit circuit is een audio-oscillator, en de output ervan is beschikbaar bij contactpunt **1** en **2**. Hieraan verbindt u het te testen circuit of onderdeel, zoals een versterker of **luidspreker**. Je kunt de toon van het audiosignaal regelen met de **regelknop**.

Audiosignalgeneratoren worden vaak gebruikt om stereo-apparatuur af te stellen. Ze dragen ertoe bij dat de toon die een stereo-versterker binnenkomt, dezelfde is als die welke de versterker buitengaat. Als de versterker de toon van het signaal verandert, dan spreken we van "vervorming".

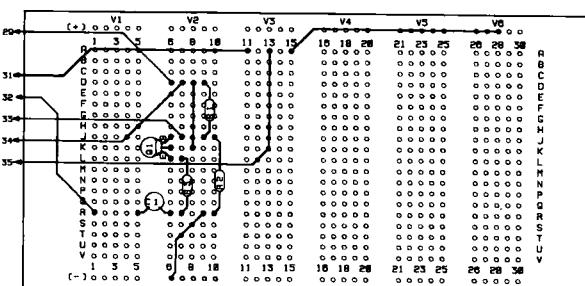
PROJECT 285 : METAL DETECTOR

This project is a demonstration of a metal detector. When it comes near to any metallic object, the coil of an oscillator changes the frequency of the oscillator to indicate the presence of metal. These types of metal detectors are used by people to locate lost treasures, buried pipes, hidden land mines and much more. During war time especially these have been used to save many lives by locating mines and booby traps set out by the enemy.

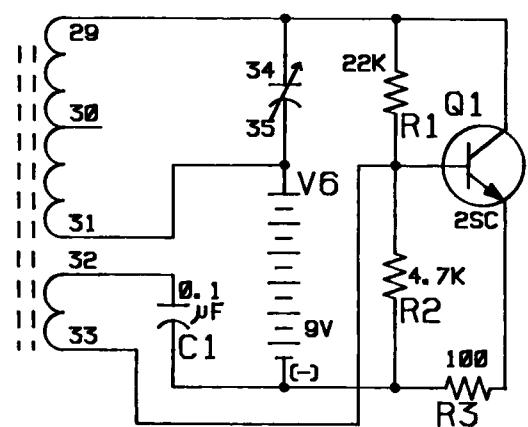
This circuit is a low distortion oscillator that draws only one milliamp from the 9V supply. Low power is desirable to allow the nearby metal to have maximum effect on oscillation frequency.

Jse a small transistor radio tuned to a weak AM broadcast station as the detector for this oscillator signal. Tune this oscillator until a low-frequency beat-note is heard. This beat-note is the difference between the broadcast station signal and this oscillator signal. Do not bring the radio closer than necessary. Just enough to obtain about the equal level on the two signals (the radio station and this oscillator). This is the best sensitivity setting.

Try using keys, plastic objects, coins, etc. as samples of what to expect when using a metal detector like this. Of course a real metal detector does not have a small ferrite coil like this. It is usually an air core coil which is shielded with an aluminum electrostatic shield called a "Faraday electrostatic shield". This project at least gets the point across.



Q1 2SC2257 R1 22K Ω
R2 4.7K Ω C1 0.1 μ F



MONTAGE 285 : DETECTEUR DE METAUX

Ce montage est un exemple de détecteur de métaux. La proximité d'un objet métallique par rapport à la bobine de l'oscillateur modifie la fréquence de ce dernier et signale ainsi la présence du métal. Ce genre de détecteur a été utilisé pour localiser des trésors perdus, des tuyaux enfouis sous terre, des mines enterrées, etc. Durant la guerre, ces détecteurs ont permis de sauver de nombreuses vies humaines en révélant la présence de mines ou de pièges dissimulés par l'ennemi.

Ce circuit est celui d'un oscillateur à faible distorsion qui ne consomme qu'un milliampère et qui est alimenté par une tension de 9 volts. Cette puissance réduite permet au métal d'affecter au maximum la fréquence d'oscillation.

Utilisez comme détecteur un petit poste de radio à transistor réglé sur une station radio OM de faible puissance. Réglez cet oscillateur de manière à obtenir une note de battement basse fréquence. Cette note représente la différence entre le signal d'une station radio et celui de l'oscillateur. Ne placez pas la radio trop près de l'oscillateur afin que le niveau des deux signaux (de la radio et de l'oscillateur) soient à peu près équivalents. Vous obtenez ainsi une sensibilité maximum.

Testez votre détecteur en lui soumettant des clés, des objets en plastique, des pièces de monnaie etc. Un véritable détecteur de métaux n'est bien entendu pas équipé d'une petite bobine métallique comme celle de ce montage. Il s'agit généralement d'un bobinage à air entouré d'un blindage électrostatique en aluminium appelé "écran électrostatique de Faraday". Ce montage s'en rapproche malgré tout.

PROJECT 285: METAAL DETECTOR

Dit project is een demonstratie van een metaaldetector. Wanneer hij in de buurt van een metalen voorwerp komt, verandert de spoel van een oscillator de frequentie van de oscillator om op de aanwezigheid van metaal te wijzen. Men gebruikt dit soort metaaldetectors om verborgen schatten, onzichtbare leidingen, ingegraven landmijnen enz. op te sporen. Vooral in oorlogstijd zijn ze dienstig om mensenlevens te sparen door mijnen en booby-traps op te sporen die de vijand heeft uitgezet.

Dit circuit is een oscillator met geringe vervorming, die van de 9V voeding slechts één milliampère verbruikt. Een laag stroomverbruik is wenselijk om ervoor te zorgen dat het metaal een zo groot mogelijke invloed heeft op de oscillatiefrequentie.

Gebruik een transistorradiootje dat je op een zwakke MG-zender hebt afgestemd, als detector voor dit oscillator signaal. Stem de oscillator af tot je een laagfrequente zweving hoort. Deze zweving is het verschil tussen het signaal van de radio-uitzending en het signaal van de oscillator. Breng de radio niet dichterbij dan noodzakelijk. Juist genoeg om ongeveer hetzelfde niveau te halen op beide signalen (de radiozender en deze oscillator). Deze gevoelighedsinstelling is optimaal.

Probeer sleutels, plastic voorwerpen, muntstukken enz. als voorbeeld van wat je met een dergelijke metaaldetector denkt te zullen vinden. Uiteraard heeft een echte metaaldetector niet zo'n kleine ferrietspoel zoals deze. Gewoonlijk is dat een luchtkernspoel die wordt afgeschermd met een aluminium "elektrostatisch schild van Faraday". Maar met dit project weet je in elk geval waar het over gaat.

PROJECT 286 : RAIN DETECTOR

One way to tell if it's raining is to stand outside without an umbrella... if you get wet, it's raining! Fortunately, there is a better way - our rain detector circuit.

After you finish the wiring for this project, carefully place the exposed ends of the two long wires side-by-side on a piece of plastic or wood. Place the two exposed ends as close as you can without having them touch. Use tape to hold the two long wire in place (make sure their exposed ends don't touch and that the exposed ends aren't covered by the tape.)

Using this project is a snap. Just turn power ON and place the two long wires wherever you want to detect rain or water. When water falls on the ends of the long wires, you'll hear a sound from the **speaker**.

You can use this project for more than just detecting rain, of course. You can use it to check if a faucet is dripping, or if the water in the bathtub or aquarium is getting too high.

This project works because water can conduct electrons, just like a wire. When we say something can "conduct" electrons, we mean electrons can flow through it. When water falls on the exposed ends of the two long wires, it "completes" the circuit and you hear a sound from the **speaker**. But water doesn't conduct electrons as well as a wire, which is why we have the exposed ends so close together.

But does all water conduct alike? Try this - remove the two long wires from the wood or plastic you taped them to. Get two glasses of water. In one glass dissolve as many spoons of salt as you can. In the fresh water glass place the exposed ends of the two long wires as far apart as you can. Move one long wire toward the other. Note when you hear a sound from the **speaker**. Now try the same thing with the glass of salt water. In which one did the detector sound with the wires farthest apart? That's the glass with the water that conducts electrons best!

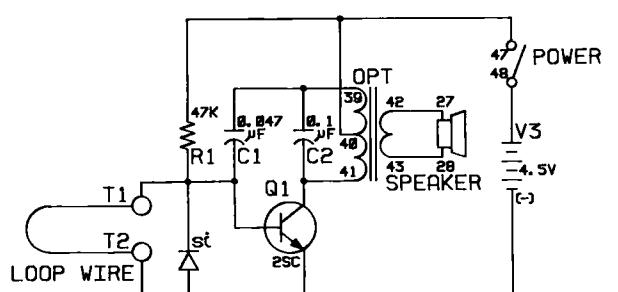
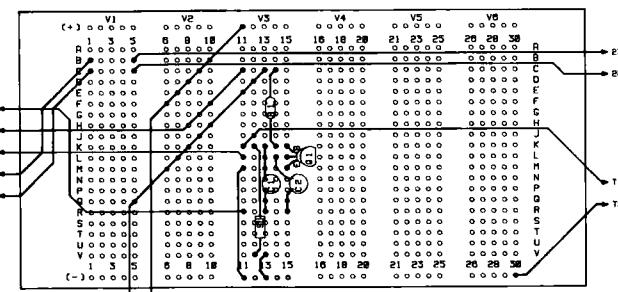
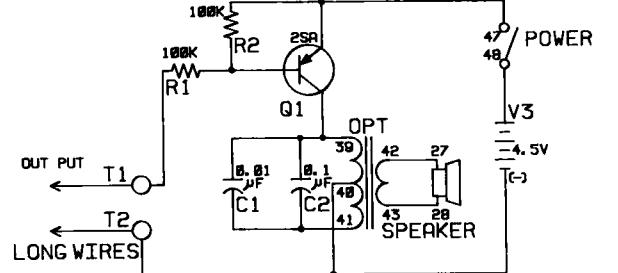
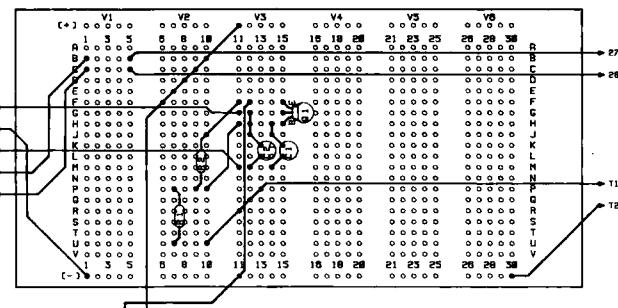
PROJECT 287 : BURGLAR ALARM

Here's a burglar alarm project that's really sneaky! You can locate it away from the object you want to protect - and no one can know about the alarm until after they've set it off.

This project uses the long length of wire included with your kit. Normally, this wire is used for an antenna in radio projects. But in this project it's used to trip the alarm.

Before using this project, make sure that the long green wire is connected between **T1** and **T2**. Now turn power ON, and pull the wire out of either **T1** or **T2**. What happens?

You probably got your ears blasted! Whenever the wire is disconnected, the alarm sounds. This means you could tape the green wire to a door, window or drawer so that the alarm would sound if one of those objects were moved, causing the wire to be pulled out of one of the two terminals. (Now you can find out who's been messing around your closet or drawers!)



MONTAGE 286 : DETECTEUR D'HUMIDITÉ

Pour savoir s'il pleut, vous pouvez bien entendu sortir de chez vous sans parapluie, puis vérifier si vous êtes trempé! Heureusement, il existe une autre méthode plus pratique : notre circuit détecteur d'humidité.

Une fois le câblage de ce montage terminé, disposez soigneusement les extrémités dénudées des deux longs fils côté à côté sur un morceau de bois ou de plastique.

Rapprochez les deux extrémités autant que possible en évitant toutefois de les mettre en contact. Fixez les fils au moyen d'un adhésif (en veillant à ce que les extrémités dénudées ne soient pas en contact et qu'elles ne soient pas recouvertes d'adhésif).

Ce montage est très facile à utiliser. Il vous suffit de mettre le circuit sous tension, puis de placer les deux longs fils à l'endroit où vous désirez détecter la présence de pluie ou d'eau. Quand l'eau tombera sur les extrémités des longs fils, le **haut-parleur** produira un son.

Les applications de ce montage ne se limitent pas à la détection de la pluie, bien entendu. Vous pouvez vous en servir pour savoir si un robinet coule ou si le niveau d'eau de la baignoire ou de l'aquarium est trop élevé.

Le principe de fonctionnement de ce montage repose sur le fait que l'eau est un conducteur d'électricité, au même titre qu'un fil. Un conducteur est un composant qui laisse passer le flux d'électrons. Quand l'eau tombe sur les extrémités dénudées des deux longs fils, elle "boucle" le circuit et vous entendez un son dans le **haut-parleur**. Toutefois, comme l'eau ne conduit pas les électrons aussi bien qu'un fil, les extrémités dénudées doivent être extrêmement rapprochées l'une de l'autre.

Tous les types d'eau conduisent-ils les électrons de manière identique? Tentez l'expérience suivante - Retirez les deux longs fils que vous avez fixés sur un morceau de bois ou de plastique. Prenez deux verres d'eau et diluez autant de cuillerées de sel que possible dans l'un d'entre eux. Ensuite, trempez les extrémités dénudées des deux longs fils dans le verre d'eau pure et les séparent autant que possible, puis déplacez une extrémité vers l'autre. Notez le moment où le **haut-parleur** produit un son. Ensuite, répétez la même expérience dans le verre d'eau salée. Dans quel verre les fils étaient-ils les plus éloignés l'un de l'autre quand le détecteur a retenti? Celui dont l'eau est meilleur conducteur d'électrons!

MONTAGE 287 : ALARME ANTIVOL

Voici une alarme antivol extrêmement discrète! En effet, vous pouvez la placer à l'écart de l'objet que vous désirez protéger - et personne ne remarquera sa présence avant de l'avoir déclenchée.

Ce montage utilise le long fil fourni avec votre ensemble. En principe, ce fil sert d'antenne dans les montages radio. Ici toutefois, il permettra de déclencher l'alarme.

Avant d'utiliser ce montage, assurez-vous que le long fil vert est raccordé aux bornes **T1** et **T2**. Ensuite, mettez le circuit sous tension, puis déconnectez le fil de la borne **T1** ou **T2**. Que se passe-t-il?

Vous avez probablement cru que vous alliez devenir sourd! En effet, dès que fil est débranché, l'alarme retentit. Vous pouvez donc fixer ce fil à une porte, une fenêtre ou un tiroir. Le déplacement de cet objet déconnectera le fil de l'une des deux bornes et fera ainsi retentir l'alarme. (Il ne vous restera plus qu'à attraper l'intrus!)

PROJECT 286: REGENDETECTOR

Om na te gaan of het regent kun je natuurlijk buiten gaan staan zonder paraplu: als je nat wordt, regent het! Gelukkig gaat het ook zonder nat worden, nl. met ons regendetectorcircuit.

Na het afwerken van de bedrading voor dit project leg je zorgvuldig de blote uiteinden van de twee lange draden naast elkaar op een stukje plastic of karton. Leg ze zo dicht mogelijk naast elkaar zonder dat ze elkaar raken. Met plakband hou je de twee draden op hun plaats (zonder dat de blote uiteinden elkaar raken en zonder ze af te dekken met plakband).

Niets eenvoudigers dan het gebruik van dit project. Gewoon de stroom inschakelen en de twee draden een plaatje geven waar je regen of water wil ontdekken. Wanneer er water terechtkomt op de uiteinden van de lange draden, hoor je een geluid uit de **luidspreker**.

Je kunt dit project nog voor andere dingen gebruiken. B.v. om na te gaan of een kraantje lekt of om een signaal te geven wanneer het water in de badkuip of het aquarium te hoog komt.

Dit project werkt omdat water elektronen geleidt, net als een snoer. Geleiden betekent "elektronen doorlaten". Komt er water terecht op de uiteinden van de twee lange draden, dan sluit dat water het circuit en hoor je geluid uit de **luidspreker**. Water geleidt echter niet zo goed als een snoer, en precies daarom hebben we de blote uiteinden zo dicht bij elkaar gezet.

Geleidt elk water even goed? Probeer dit: haal de twee lange draden van het stukje hout of plastic weg. Neem twee glazen water. In het ene los je zoveel mogelijk lepels zout op. In het water zonder zout steek je de twee draaduiteinden zover mogelijk van elkaar. Beweeg nu één draad naar de andere toe en let op wanneer je geluid hoort uit de **luidspreker**. Doe daarna hetzelfde met het glas zout water. In welk glas weerklonk de detector wanneer de draden het verst uit mekaar stonden? Het water in dat glas geleidt beter dan het andere!

PROJECT 287: INBRAAKALARM

Dit inbraakalarm is echt "smerig": je kunt het uit de buurt van het te beveiligen voorwerp plaatsen, zodat niemand het alarm in de gaten heeft... tot het afgaat!

Dit project maakt gebruik van het lange eind draad in je kit. Normaal gezien gebruiken we dat als antenne bij radioprojecten, maar hier doet het dienst om het alarm in werking te stellen.

Voor je dit project gebruikt moet je ervoor zorgen dat de lange groene draad verbonden is tussen **T1** en **T2**. Schakel nu de stroom in en trek de draad uit **T1** of **T2**. Wat gebeurt er?

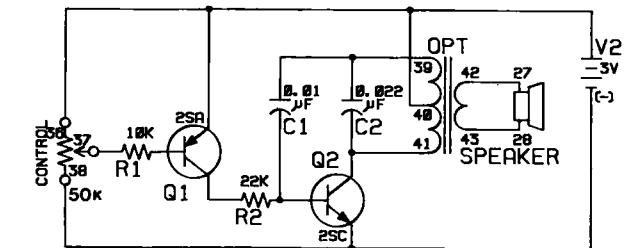
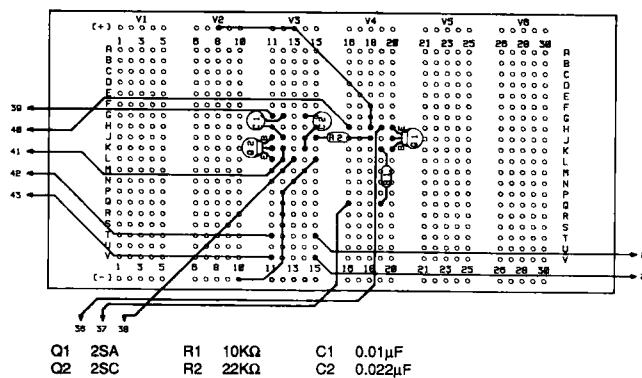
Hopelijk zijn je trommelfliezen niet gesprongen! Telkens wanneer de draad ontkoppeld wordt, weerklinkt het alarm. Dit betekent dat je de groene draad aan een deur, raam of lade kunt plakken, zodat het alarm weerklinkt indien het betrokken voorwerp verplaatst wordt (waardoor de draad uit één van beide contactpunten getrokken wordt). Zo kun je meteen gaan kijken wie er in je laden aan het rondneuzen is!

PROJECT 288 : TEMPERATURE-SENSITIVE AUDIO AMPLIFIER

This project demonstrates how transistor collector current depends on temperature, by using the leakage current of a transistor to control the frequency of an audio oscillator.

The NPN transistor operates as a pulse-type oscillator. The bias voltage is controlled by the series circuit made up of the 22k resistor and the resistance of the PNP transistor between collector and emitter. The base current and collector current of a transistor vary with the temperature.

Adjust the 50K control so that the **speaker** output is a low sound or pulses. Now warm up the PNP transistor by holding it between your fingers. You should hear the tone become higher as the transistor temperature is increased.

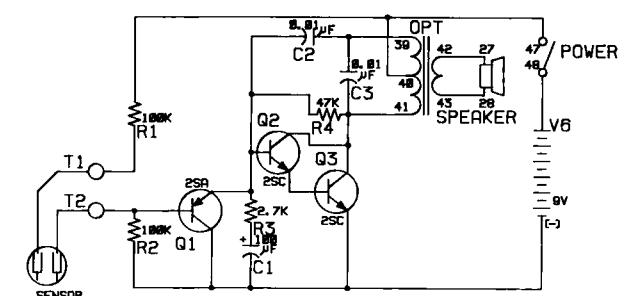
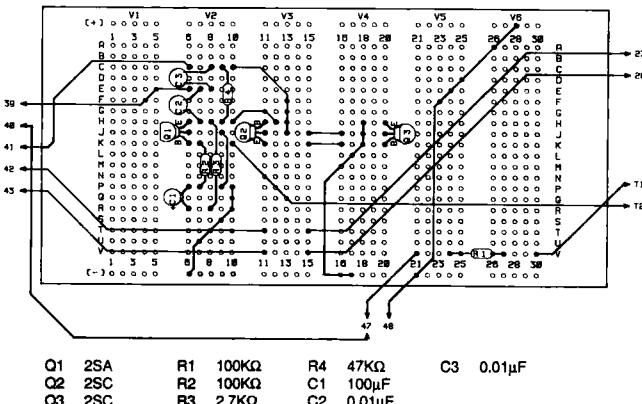


PROJECT 289 : WATER LEVEL DETECTOR

We're now going to make a water level detector that gives out a "beep" generated by Q2 and Q3 oscillator. This oscillator is controlled by switching transistor Q1, which turns ON and OFF by a water sensor.

When the wires from **T1** and **T2** do not contact any water, Q1 stays ON and Q2 and Q3 don't work. When the water contacts the wires, Q1 turns OFF and Q2 and Q3 begin working.

When you finish wiring, turn power ON and bring wires into contact with water. You'll hear a "pip" at this time. You might want to tape the wires to the bathtub so you don't have to worry if the tub is overflowing....



MONTAGE 288 : AMPLIFICATEUR BASSE FREQUENCE SENSIBLE A LA TEMPERATURE

En utilisant la fuite de courant d'un transistor pour commander la fréquence d'un oscillateur basse fréquence, ce montage vous permettra de découvrir comment le courant qui circule dans le collecteur d'un transistor réagit aux variations de température.

Le transistor NPN fonctionne comme un oscillateur à impulsions. La tension de polarisation est commandée par les circuits en série constitués de la résistance de 22 kohms et de la résistance située entre le collecteur et l'émetteur du transistor PNP. Le courant de la base et du collecteur d'un transistor varie en fonction de la température.

Réglez la commande de 50 kohms de façon à ce que la sortie du **haut-parleur** produise un son grave ou des impulsions. Ensuite, chauffez le transistor PNP en le tenant entre les doigts. Vous constatez que le son devient de plus en plus aigu au fur et à mesure que la température du transistor augmente.

PROJECT 288: TEMPERATUURGEVOELIGE AUDIOVERSTERKER

Dit project toont aan hoe de collectorstroom van een transistor afhangt van de temperatuur, door de lekstroom van een transistor te gebruiken om de frequentie van een audio-oscillator te regelen.

De NPN transistor werkt als oscillator van het impuls type. De voerspanning wordt geregeld door het seriële circuit dat bestaat uit de weerstand van 22k en de weerstand van de PNP transistor tussen collector en emissor. De basisstroom en collectorstroom van een transistor schommelen volgens de temperatuur.

Stel de regelknop van 50k zo in dat de **luidspreker** output uit een laag geluid of impulsen bestaat. Verwarm de PNP transistor nu door hem tussen je vingers te houden. De toon zou moeten verhogen naarmate de temperatuur van de transistor oploopt.

MONTAGE 289 : DETECTEUR DE NIVEAU D'EAU

Nous allons à présent réaliser un détecteur de niveau d'eau qui permet à l'oscillateur constitué de Q2 et Q3 de produire un signal sonore (peep). Cet oscillateur est commandé par le transistor de commutation Q1 qui se met en marche et s'éteint par l'intermédiaire du détecteur d'eau.

Quand les fils raccordés aux bornes **T1** et **T2** ne sont pas en contact avec l'eau, Q1 demeure en marche tandis que Q2 et Q3 sont arrêtés. Quand l'eau entre en contact avec les fils, Q1 s'arrête tandis que Q2 et Q3 se mettent en marche.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis mettez les fils en contact avec l'eau. Cette fois, vous entendez un autre signal sonore (pip). Si vous le souhaitez, vous pouvez fixer les fils à votre baignoire et vous serez ainsi certain qu'elle ne débordera jamais plus.

PROJECT 289: WATERPEILDETECTOR

Nu maken we een waterpeildetector met een "piep" die wordt opgewekt door de Q2 en Q3 oscillator. Deze oscillator wordt gestuurd door schakeltransistor Q1, die aan en uit springt op basis van de watervoeler.

Wanneer de draden vanuit **T1** en **T2** niet met water in contact komen, blijft Q1 aan en werken Q2 en Q3 niet. Wanneer het water de draden raakt, wordt Q1 uitgeschakeld en beginnen Q2 en Q3 te werken.

Zodra de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en breng je de draden in contact met water. Je hoort dan een "piep". Misschien kun je de draden in de badkuip vastplakken, zodat je geen zorgen hoeft te maken om overloopend water.

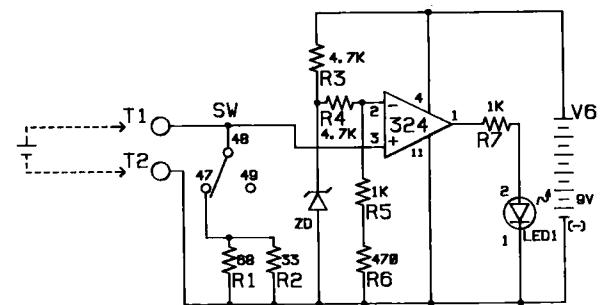
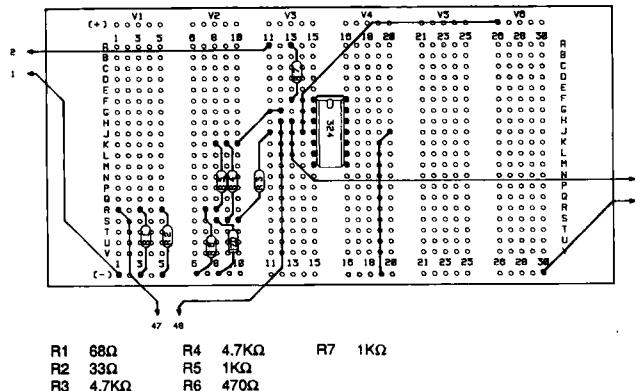
PROJECT 290 : BATTERY CHECKER

We all know that batteries are used in many different electrical equipment and devices, but can you tell fresh batteries from dead ones just by taking a look at them? You can, if you have a battery checker, and we're going to build it in this project. With this, you can immediately tell if a battery can still be used or should be replaced with a new one.

The battery checker shown in the schematic can check 1.5V batteries by rejecting any of them that shows a voltage of less than about 1.2V. By changing the **select switch** position, you can also check them in actual service condition.

To use this project, set the slide switch down and connect **T1** to the + and **T2** to - of the battery. If **LED 1** lights up, the battery is OK.

Set the slide switch up for about one second and then set it down again to judge the battery performance. The battery is still good if **LED 1** light up, defective if **LED 1** doesn't light up, and nearly dead if **LED 1** takes some time before lighting up.



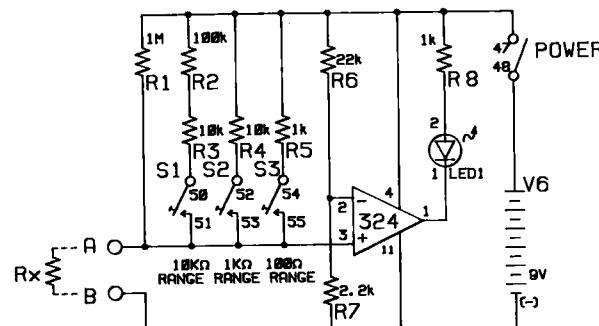
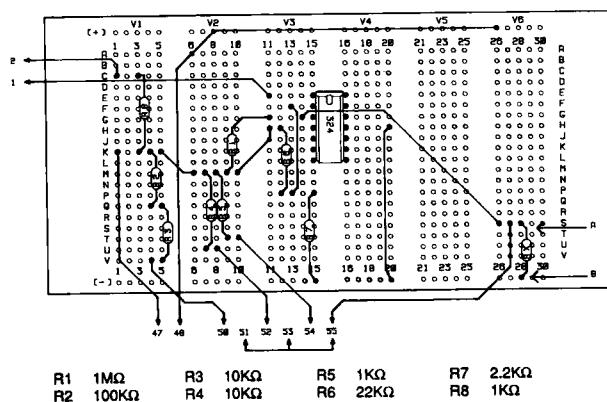
PROJECT 291 : CONDUCTIVITY TESTER

You can find the exact value of a resistance by reading the meter pointer, if you use a circuit tester. But when you just want to know the approximates value of resistance, there is a much simpler way, and that's what we're going to demonstrate in the project.

You'll see in the schematic that this conductivity tester converts resistance to electric current and compares that electric current with the comparator's reference current to tell you the approximate range of resistance. The comparator has a reference voltage of about 0.82 V.

To run this project, turn **S1 - S3** OFF and turn power ON. Connect the unknown resistance Rx to terminals A and B. If the **LED** lights at this time, Rx is smaller than 10 kilohms. If not, Rx is larger than 100 kilohms.

When the **LED** lights, turn **S1** ON and see if the **LED** stays ON or goes out. If it goes out, Rx is in the range of 10 - 100 kilohms. If it stays ON, turn **S1** OFF and **S2** ON. If this switching operation causes the **LED** to go out, it means that Rx is in the range of 1 - 10 kilo ohms. In case the **LED** doesn't go out even when **S2** is turned ON, switch **S2** OFF and **S3** ON. Did the **LED** go out? If it did, it means that Rx is in the range of 100 ohms - 1 kilohms. If it didn't, then Rx is smaller than 100 ohms.



MONTAGE 290 : TESTEUR DE PILES

Nous savons tous que les piles sont utilisées dans de nombreux appareils et dispositifs électriques, mais leur simple examen vous permet-il de déterminer si elles sont neuves ou à plat? Vous le pouvez si vous possédez un testeur de piles comme celui que nous allons réaliser dans ce montage. Il vous indique immédiatement si une pile peut encore être utilisée ou si elle doit être remplacée par une pile neuve.

Le testeur de piles illustré sur le diagramme schématique vous permet de tester des piles de 1,5 volt en rejetant toutes celles dont la tension est inférieure à environ 1,2 volt. La modification de la position du **sélecteur** vous permet également de tester l'état actuel des piles.

Pour utiliser ce montage, placez le sélecteur sur la position abaissée. Ensuite, raccordez **T1** au pôle positif (+) de la pile et **T2** à son pôle négatif (-). La diode **LED 1** s'allume quand la pile est en bon état.

Ensuite, placez le sélecteur sur la position levée pendant une seconde environ avant de le replacer sur la position abaissée pour évaluer le rendement de la pile. Cette dernière est encore en bon état si la diode **LED 1** s'allume. Elle est à plat si la diode **LED 1** demeure éteinte et enfin, elle est faible si la diode **LED 1** s'allume seulement après un certain temps.

PROJECT 290: BATTERIJCONTROLETOESTEL

We weten dat batterijen in tal van verschillende elektrische toestellen en apparaten gebruikt worden. Maar kun je nieuwe van lege batterijen onderscheiden door er gewoon naar te kijken? Met een batterijcontroletoestel kan dat, en dat gaan we nu maken. Hiermee kun je ogenblikkelijk uitmaken of een batterij nog kan worden gebruikt of moet worden vervangen.

Dit toestel (zie schema) kan batterijen van 1,5 V controleren en verwerpt elke batterij die een spanning van minder dan 1,2 V vertoont. Door de stand van de **keuzeschakelaar** te wijzigen kun je ze ook werkelijk aan het werk testen.

Om dit project te gebruiken zet je de schuifschakelaar omlaag en verbind je **T1** met de + en **T2** met de - van de batterij. Als **LED 1** brandt, is de batterij nog goed.

Zet de schuifschakelaar ongeveer een seconde omhoog en dan weer omlaag om de prestatie van de batterij te beoordelen. De batterij is nog goed als **LED 1** gaat branden, defect als **LED 1** niet brandt, en bijna leeg als het enige tijd duurt eer **LED 1** brandt.

PROJECT 291: GELEIDINGSTESTER

De exacte waarde van een weerstand kun je vinden aan de hand van de wijzeraanduiding van een circuittester. Maar als je slechts bij benadering de waarde van een weerstand wil weten, dan kan dat veel eenvoudiger. Dat gaan we met dit project aantonen.

Op het schema zie je dat deze geleidingstester weerstand omzet in elektrische stroom en die dan vergelijkt met de referentiesstroom van de comparator om je het benaderend weerstandsbezoek mee te delen. De comparator heeft een referentiespanning van ongeveer 0,82 V.

Om met dit project te werken schakel je **S1 - S3** uit en de stroom in. Sluit de onbekende weerstand Rx aan op contactpunten A en B. Als de **LED** nu brandt, is Rx kleiner dan 10 kilohm; zoniet, dan is Rx groter dan 100 kilohm.

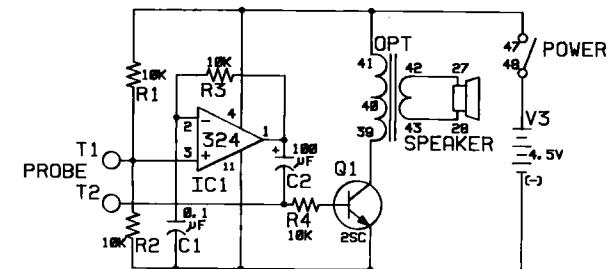
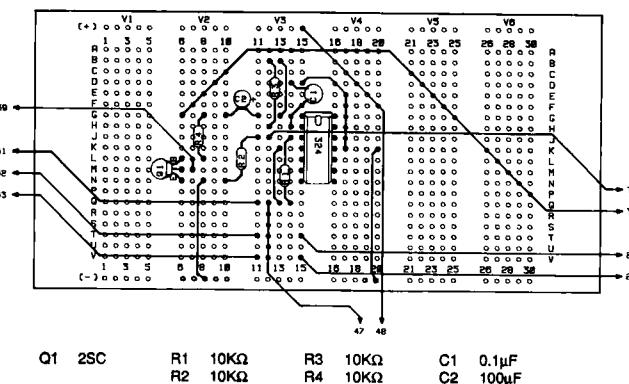
Wanneer de **LED** brandt, schakel je **S1** in om te zien of de **LED** blijft branden of niet. Dooft hij, dan ligt Rx tussen 10 en 100 kilohm. Blijft hij branden, schakel dan **S1** uit en **S2** in. Als daardoor de **LED** dooft, dan ligt Rx tussen 1 en 10 kilohm. Dooft de **LED** nog altijd niet met **S2** ingeschakeld, schakel dan **S2** uit en **S3** in. Ging de **LED** uit? Zo ja, dan ligt Rx tussen 100 ohm en 1 kilohm. Zoniet, dan is Rx kleiner dan 100 ohm.

PROJECT 292 : IC OSCILLATOR/COMPONENT TESTER

This project uses the IC as an oscillator, and allows you to test for resistance and capacitance. Equal values of resistance or capacitance produces the same pitch from the **speaker**.

Hook up the circuit and try placing the probes across any unused components. Do you see any correlation between resistance and frequency? Between capacitance and frequency? Try testing the **CdS cell** while changing the light level on the cell. There are many possibilities with this circuit.

By connecting the probes between a metal chair and table, you can play tunes as you move your hands over the table or move your body back and forth. This would make a fun party game!



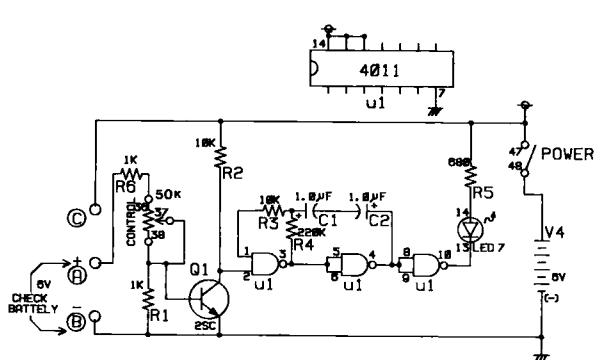
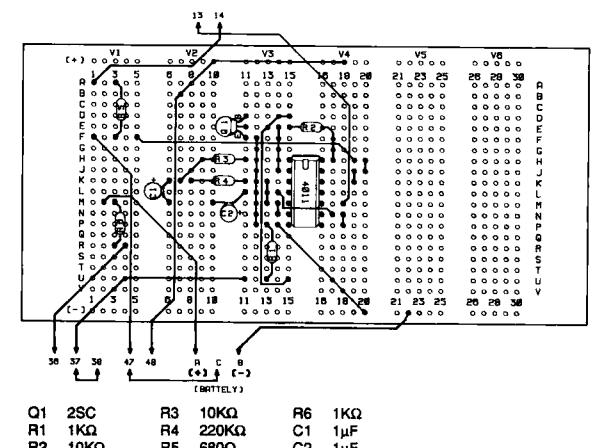
PROJECT 293 : VOLTAGE DROP ALARM

To keep any electronic device running using batteries, you ought to replace batteries before they become completely dead or too weak to power the device. We can make this battery replacement easily if we have an alarm that tells you of the voltage drop of any battery, and that's what we're going to build in this project.

Take a look at the schematic and you'll see that Q1 is used to detect the voltage drop. Q1 works as an electronic switch. When the voltage is at the normal level, Q1 stays ON and the astable multivibrator made up of a NAND gate does not oscillate, so the **LED** doesn't light up.

Connect A and C, rotate the **control** fully to the left (to raise the resistance to the maximum), and see what happens when you turn power on. The **LED** lights up. Now, turn the **control** slowly clockwise and you'll notice the **LED** go out at some point.

As you must have guessed by now, you are checking the battery used in this experiment. When this battery becomes weak and its voltage drops to less than 6 V, the **LED** flashes ON and OFF. If you disconnect A and C and use A and B instead, you can check the voltage drop of the other battery.



MONTAGE 292 : CI OSCILLATEUR/VERIFICATEUR DE COMPOSANT

Ce montage utilise le CI comme oscillateur et vous permet de tester la résistance et la capacité. Des résistances ou des capacités identiques produisent des sons de même intensité dans le **haut-parleur**.

Câblez le circuit et essayez de placer les fils de sonde à côté d'un composant inutilisé. Voyez-vous une relation entre la résistance et la fréquence? Entre la capacité et la fréquence? Essayez de tester la **cellule CdS** en modifiant la quantité de lumière qui lui parvient. Ce circuit possède de nombreuses applications.

Le raccordement des fils de sonde entre une chaise métallique et une table, par exemple, vous permet de jouer des airs en déplaçant les mains au-dessus de la table ou en avançant et en reculant le corps. Voici donc un jeu qui ne manquera pas de vous distraire!

PROJECT 292: IC OSCILLATOR/ONDERDEELTESTER

Dit project maakt gebruik van de IC als oscillator; hiermee kun je weerstand en capaciteit testen. Gelijke weerstand- of capaciteitswaarden produceren in de **luidspreker** dezelfde toonhoogte.

Schakel het circuit in en probeer tussen de testpennen ongebruikte onderdelen aan te sluiten. Zie je een relatie tussen weerstand en frequentie? Tussen capaciteit en frequentie? Probeer de **CdS-cel** te testen terwijl je de hoeveelheid licht die erop valt wijzigt. Met dit circuit heb je tal van mogelijkheden.

Door testpennen aan te sluiten tussen een metalen stoel en tafel, kun je deuntjes spelen als je je handen over de tafel beweegt of je lichaam heen en weer beweegt. Als dat geen leuk spelletje is voor een feestje!.

MONTAGE 293 : ALARME DE CHUTE DE TENSION

Pour utiliser en permanence un appareil électronique alimenté sur piles, vous devez remplacer celles-ci avant qu'elles soient à plat ou qu'elles deviennent trop faibles pour alimenter l'appareil. Le remplacement de ces piles devient un jeu d'enfant quand nous disposons d'une alarme comme celle de ce montage qui nous indique les chutes de tension de n'importe quelle pile.

En examinant brièvement le diagramme schématique, vous constatez que Q1 sert à détecter la chute de tension. En effet, il joue le rôle d'interrupteur électronique. Quand la tension demeure à un niveau normal, Q1 continue de fonctionner. Le multivibrateur astable constitué d'une porte NON-ET n'oscille pas et la diode **LED** ne s'allume donc pas.

Raccordez A et C, tournez la **commande** à fond vers la gauche (pour augmenter la résistance au maximum) et voyez ce qu'il se passe quand vous mettez le circuit sous tension. La diode **LED** s'allume. A présent, tournez lentement la **commande** vers la droite. Vous constatez que la diode **LED** s'éteint à un certain endroit.

Comme vous l'avez probablement deviné à présent, vous êtes en train de tester la pile utilisée dans ce montage. Quand elle s'affaiblit et que sa tension descend au-dessous de 6 volts, la diode **LED** clignote. Si vous débranchez A et C et si vous utilisez plutôt A et B, vous pouvez contrôler la chute de tension de l'autre pile.

PROJECT 293: VOLTAAGEDALINGSALARM

Om een elektronisch toestel op batterijen aan het werk te houden, moet je de batterijen vervangen voor ze volledig leeg zijn of te zwak worden om het toestel stroom te leveren. Wanneer dat moet gebeuren, kunnen we gemakkelijker aan de weet komen als we over een alarm beschikken dat ons vertelt wanneer het voltage van een batterij laag zakt. Zo'n ding gaan we nu maken.

Bekijk het schema en je zult zien dat Q1 wordt gebruikt om de dalings van het voltage te detecteren. Q1 werkt als elektronische schakelaar. Wanneer het voltage normaal is, blijft Q1 aan en oscilleert de uit een NAND poort bestaande veranderlijke multivibrator niet - zodat ook de **LED** niet brandt.

Verbind A en C, draai de **regelknop** helemaal naar links (om de weerstand zo groot mogelijk te maken), en kijk wat er gebeurt wanneer je de stroom inschakelt. De **LED** brandt. Draai nu de **regelknop** langzaam in wijzerzin en je zult vaststellen dat de **LED** op een bepaald punt dooft.

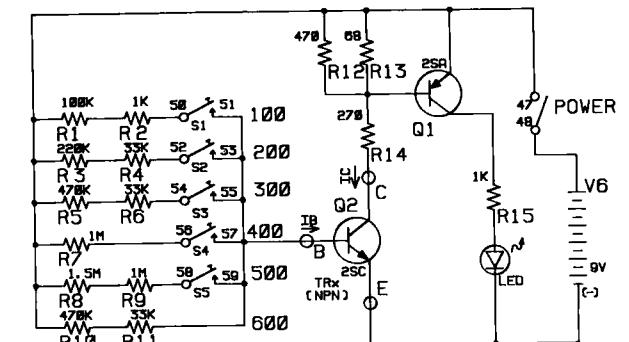
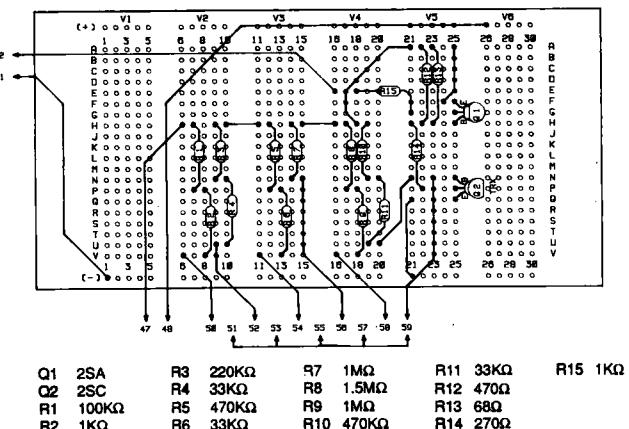
Zoals je onderhand zult geraden hebben, ben je de bij dit experiment gebruikte batterij aan het controleren. Wanneer ze verzakt en tot minder dan 6V daalt, knippert de **LED** aan en uit. Als je A en C losmaakt en A en B gebruikt, kun je de andere batterij controleren.

PROJECT 294 : TRANSISTOR CHECKER

We're now going to make a transistor checker for measuring the DC amplification factor (h_{FE}). When DC is supplied to the transistor base, it is amplified and sent to the collector. The direct current amplification factor is the ratio of this base current I_B to the collector current I_C .

In the project circuit shown in the schematic, the base current I_B is supplied for each range, and the collector current is checked by Q1 and displayed by the **LED** to test the h_{FE} .

Connect the NPN transistor to TRx, and turn power ON. If the **LED** light when **S1 - S5** are off, h_{FE} is larger than 600. If it doesn't light at this time, press the keys consecutively from **S5** to **S4**, **S3**... until **LED** lights up. You can find h_{FE} by the key that turns ON the **LED**; it is 500 - 600 for **S5**, 400 - 500 for **S4**, 300 - 400 for **S3**, 200 - 300 for **S2**, and 100 - 200 for **S1**. If the **LED** doesn't light when you press **S1**, then h_{FE} is smaller than 100.

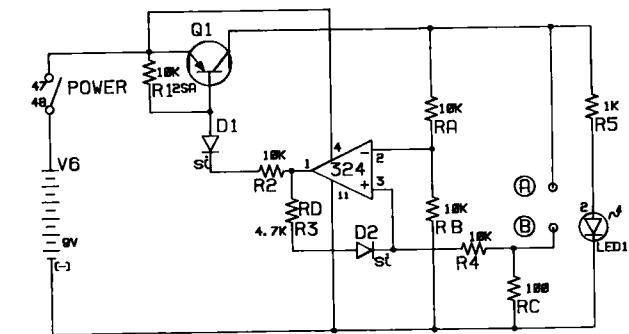
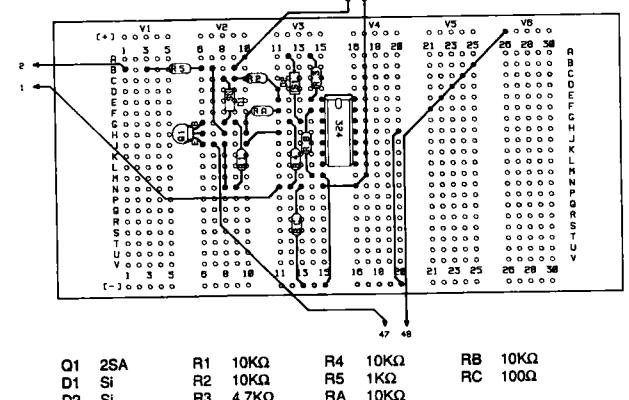


PROJECT 295 : CURRENT SHUT-DOWN CIRCUIT

It's possible that an ordinary electronic circuit breaks down when a large current flows through it as the result of an accident or some other reason. We're going to find out how this can be prevented.

In this experiment, we're going to protect the circuit shown in the schematic from breaking down in case a short occurs between terminals A and B. Turn power ON, and **LED 1** lights up. **LED 1** is considered as the pilot lamp of a power unit in normal service condition. Now, short-circuit A - B with a wire, and **LED 1** goes out. This indicates the circuit is OFF. You can reset the circuit by sliding the select switch up and back down.

This circuit works in the following way. When the current flowing through R_C increases, the voltage applied on both ends of R_C goes up. When this voltage rises beyond the reference voltage set by R_A and R_B , the IC detects the short and turns the transistor OFF.



MONTAGE 294 : VERIFICATEUR DE TRANSISTOR

Nous allons à présent réaliser un vérificateur de transistor qui mesure le facteur d'amplification CC . Le courant CC qui alimente la base du transistor est amplifié, puis envoyé au collecteur. Le facteur d'amplification du courant continu correspond au rapport entre le courant de la base I_B et le courant du collecteur I_C .

Dans le circuit illustré sur le diagramme schématique, le courant de la base I_B est fourni à chaque étage. Le courant du collecteur est contrôlé par Q1 et affiché par la diode **LED** qui teste le facteur d'amplification CC .

Raccordez le transistor NPN à TRx, puis mettez le circuit sous tension. Si la diode **LED** s'allume quand les manipulateurs **S1** à **S5** sont relâchés, le rapport d'amplification CC est supérieur à 600. Si ce n'est pas le cas, enfoncez successivement les manipulateurs en commençant par **S5**, puis **S4**, **S3**, etc. jusqu'à ce que la diode **LED** s'allume. Le manipulateur qui allume la diode **LED** indique la valeur du facteur d'amplification CC . **S5** correspond à une valeur comprise entre 500 et 600, **S4** à une valeur comprise entre 400 et 500, **S3** à une valeur comprise entre 300 et 400, **S2** à une valeur comprise entre 200 et 300 et **S1** à une valeur comprise entre 100 et 200. Enfin, si la diode **LED** ne s'allume pas quand vous enfoncez **S1**, le facteur d'amplification CC est inférieur à 100.

PROJECT 294: TRANSISTOR-CONTROLETOESTEL

Nu maken we een toestel om de gelijkstroom-versterkingsfactor ("hfe") van een transistor te meten. Wanneer gelijkstroom wordt aangelegd op de transistorbasis, wordt die versterkt en naar de collector gestuurd. De gelijkstroom-versterkingsfactor is de verhouding tussen deze basisstroom I_B en de collectorstroom I_C .

In het projectcircuit op het schema wordt de basisstroom I_B geleverd voor ieder bereik en wordt de collectorstroom gecontroleerd door Q1 en weergegeven door de **LED** om de hfe te testen.

Verbind de NPN transistor met TRx en schakel de stroom in. Als de **LED** brandt wanneer **S1 - S5** uit staan, is hfe groter dan 600. Brandt de LED niet, druk dan achtereenvolgens op **S5**, **S4**, **S3**... tot de **LED** brandt. Je vindt hfe aan de hand van de toets die de **LED** doet branden: voor **S5** is dat 500-600, voor **S4** 400-500, voor **S3** 300-400, voor **S2** 200-300 en voor **S1** 100-200. Als de **LED** ook niet brandt als je op **S1** drukt, dan is hfe kleiner dan 100.

PROJECT 295: STROOMAFSLUITCIRCUIT

Het kan zijn dat een gewoon elektronisch circuit uitvalt wanneer er als gevolg van een ongeval of een andere oorzaak een grote stroom doorheen gaat. Hoe we dat kunnen voorkomen, gaan we nu achterhalen.

In dit experiment gaan we het circuit op het schema beveiligen tegen uitvalen wanneer er een kortsluiting zou plaatsvinden tussen contactpunten A en B. Schakel de stroom in, en **LED 1** brandt. **LED 1** beschouwen we als verklipper voor de normale werkingstoestand van een toestel. Sluit nu A - B kort met een draad, en **LED 1** dooft. Dit geeft aan dat het circuit uitgeschakeld is. Je kunt het circuit terugstellen door de schuifschakelaar omhoog en weer omlaag te schuiven.

Dit circuit werkt als volgt. Wanneer de stroom die door R_C gaat vergroot, stijgt de spanning die is aangelegd op beide uiteinden van R_C . Wanneer deze spanning boven de door R_A en R_B ingestelde referentiespanning komt, ontdekt de IC de kortsluiting en schakelt hij de transistor uit.

MONTAGE 295 : CIRCUIT DE PROTECTION CONTRE LE COURANT

Un circuit électronique ordinaire peut se rompre quand il est traversé par un courant trop élevé causé par un accident ou toute autre raison. Ce montage vous permettra de découvrir comment éviter une telle rupture.

Ce montage vous permet d'empêcher le circuit illustré sur le diagramme schématique de se rompre en présence d'un court-circuit entre les bornes A et B. Quand vous mettez le circuit sous tension, la diode **LED 1** s'allume. Elle sert de témoin à une unité d'alimentation en état normal de fonctionnement. A présent, court-circuitez les bornes A et B à l'aide d'un fil. La diode **LED 1** s'éteint pour signaler que le circuit est fermé. Vous pouvez le réinitialiser en plaçant le sélecteur sur la position levée, puis en l'abaissant.

Voici comment fonctionne ce circuit. Quand le courant circulant dans R_C augmente, la tension appliquée à ses deux extrémités augmente également. Dès que cette tension dépasse la tension de référence définie par R_A et R_B , le IC détecte le court-circuit et coupe le transistor.

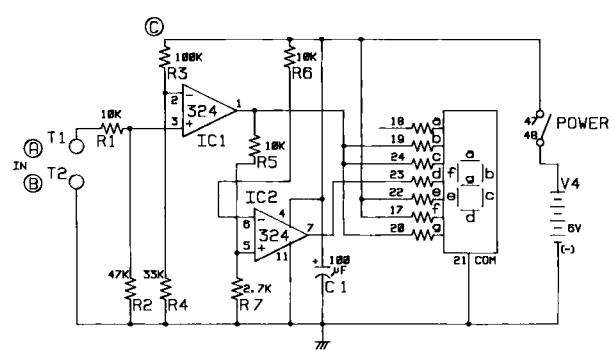
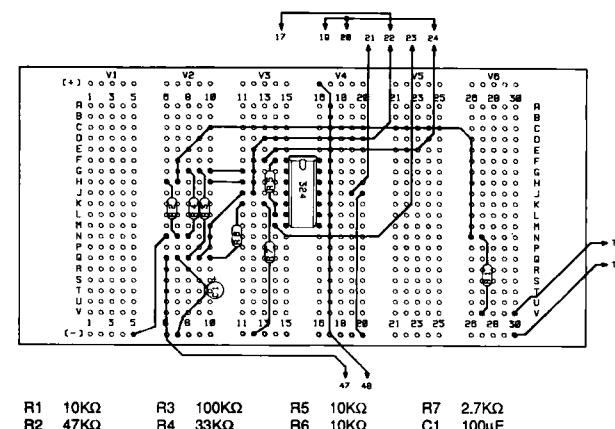
PROJECT 296 : LOGIC CHECKER

In many of the projects we've already built using logic circuits, you must have wondered if the circuit you used was at 1 or 0. You can easily find that out using the logic checker we're going to build in this project.

This logic checker shows the result of checking using the **LED display** that indicates the level directly by the letter "H" (for 1) or "L" (for 0).

Look at the schematic. IC1 and IC2 are both operational amplifiers functioning as comparators. The input to terminal A is +, and the input to terminal B is -. When the input is 1 (high level), the output from IC1 is at high level, so the letter "H" is displayed on the display. At this time, the output from IC2 is 0.

What do you think happens to the output when the input is 0 (low level)? Right! The output from IC1 is 0 and that from IC2 is 1, and the letter "L" appears on the display. When A and B are not connected to any part, the input is 0, and "L" is displayed.

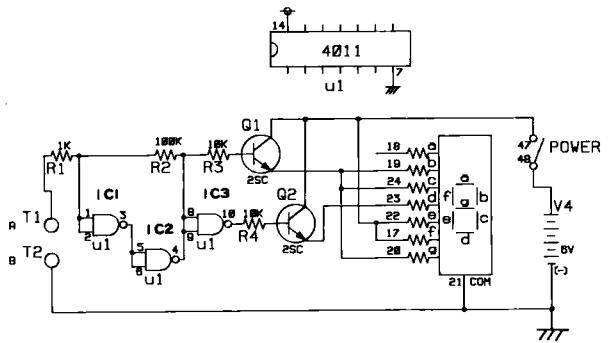
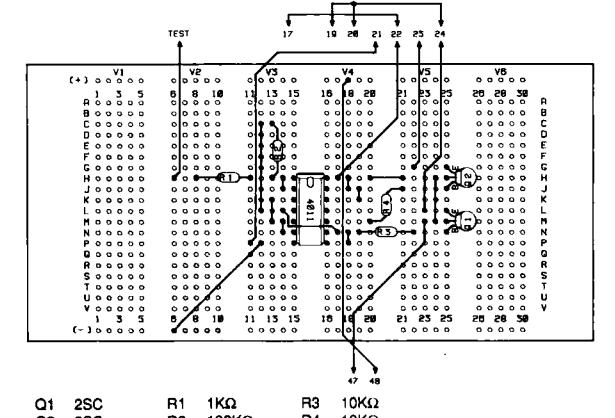


PROJECT 297 : LOGIC CHECKER II

In this project, we're going to make a logic checker that indicates the result of checking by the letter "H" or "L" using a NAND gate MOS IC and the **LED display**.

When you finish wiring, turn power ON and connect terminals A and B. Do you see the letter "L" on the display? Now connect terminal A to the + pole of the batteries. What happens this time? "H" is displayed, right? This is the basic function of logic checker.

When no input is applied to this logic checker, "H" is displayed. Use this project by applying a + input to terminal A and a - input to terminal B.



MONTAGE 296 : VERIFICATEUR LOGIQUE

Dans la plupart des montages que nous avons réalisés à l'aide de circuits logiques, vous vous êtes certainement demandé si le circuit utilisé possédait la valeur 1 ou 0. Pour le savoir, il vous suffit d'utiliser le vérificateur logique que nous vous proposons dans ce montage.

Le vérificateur logique indique le résultat du contrôle sur l'**affichage LED** qui fait directement apparaître la lettre "H" (pour la valeur 1) ou la lettre "L" (pour la valeur 0) selon le niveau obtenu.

Examinez le diagramme schématique. Les CI 1 et 2 sont des amplificateurs opérationnels qui jouent le rôle de comparateurs. L'entrée de la borne A est positive (+) tandis que celle de la borne B est négative (-). Quand l'entrée prend la valeur 1 (niveau élevé), le niveau de la sortie du CI 1 est élevé et la lettre "H" apparaît sur l'affichage. La sortie du CI 2 possède alors la valeur 0.

A votre avis, quelle est la valeur de la sortie quand l'entrée prend la valeur 0 (niveau bas)? Vous avez raison! La sortie du CI 1 possède la valeur 0 et celle du CI 2, la valeur 1. La lettre "L" apparaît donc sur l'affichage. Quand A et B ne sont raccordées à aucun composant, l'entrée prend la valeur 0 et la lettre "L" s'affiche.

PROJECT 296: 1 OF 0 TESTER

In heel wat projecten waar logische circuits aan te pas kwamen heb je je misschien afgevraagd of het gebruikte circuit op 1 of 0 stond. Dat kun je nu makkelijk achterhalen met de tester die we nu gaan bouwen.

Deze tester geeft het testresultaat weer op het **LED-display**: de letter "H" staat voor "1", de letter "L" voor "0".

Bekijk het schema. IC1 en IC2 zijn operationele versterkers die als comparator functioneren. De input naar contactpunt A is +, die naar contactpunt B -. Wanneer de input 1 is (hoog niveau), dan is de output van IC1 hoog, zodat de letter "H" verschijnt op het LED-display. De output van IC2 is dan 0.

Wat gebeurt er volgens jou met de output wanneer de input 0 is (laag niveau)? Inderdaad! De output van IC1 is 0 en die van IC2 1, en de letter "L" verschijnt op het display. Wanneer A en B niet met een onderdeel verbonden zijn, is de input "0" en krijg je een "L".

MONTAGE 297 : VERIFICATEUR LOGIQUE II

Ce montage vous permettra de réaliser un vérificateur logique qui indique le résultat du contrôle à l'aide de la lettre "H" ou "L" en utilisant un CI C-MOS porte NON-ET et l'**affichage LED**.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis raccordez les bornes A et B. Voyez-vous apparaître la lettre "L" sur l'affichage? À présent, raccordez la borne A au pôle positif des piles. Que se passe-t-il cette fois? La lettre "H" s'affiche, n'est-ce pas? Ce phénomène correspond à la fonction essentielle d'un vérificateur logique.

Quand aucune entrée n'est appliquée à ce vérificateur logique, la lettre "H" s'affiche. Utilisez ce montage en appliquant une entrée positive (+) à la borne A et une entrée négative (-) à la borne B.

PROJECT 297: 1 OF 0 TESTER II

In dit project gaan we een tester maken die het testresultaat weergeeft door de letters "H" of "L", met behulp van een NAND poort C-MOS IC en het **LED-display**.

Wanneer de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en sluit je contactpunten A en B aan. Zie je een "L" op het display? Sluit nu contactpunt A aan op de +kant van de batterijen. Wat gebeurt er? "H" wordt weergegeven, of niet? Dat is de basisfunctie van deze tester.

Wanneer geen input wordt toegevoerd, dan geeft deze tester een "H" op. Gebruik dit project door een + input aan te leggen op contactpunt A en een - input op contactpunt B.

PROJECT 298 : THREE-STEP WATER LEVEL INDICATOR

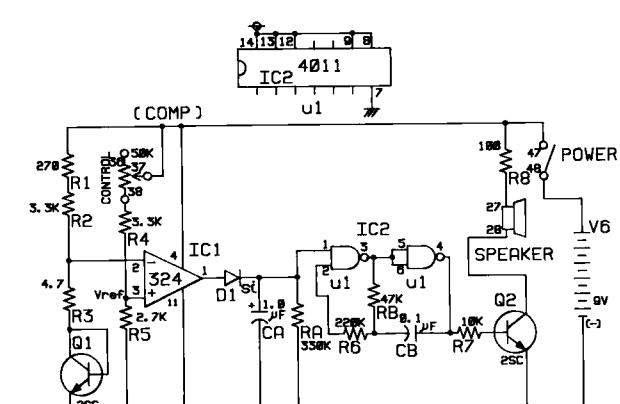
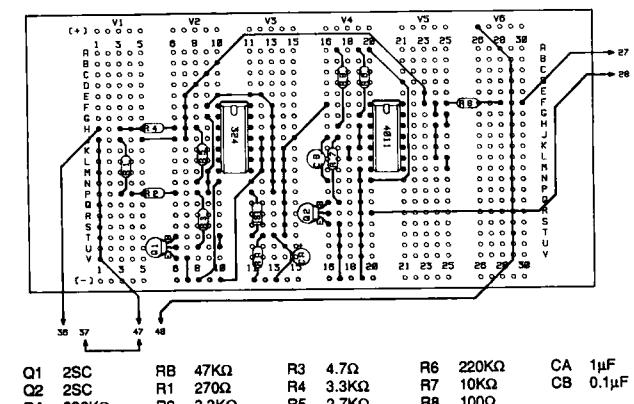
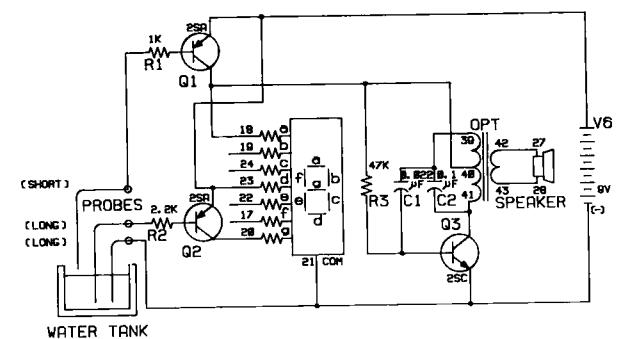
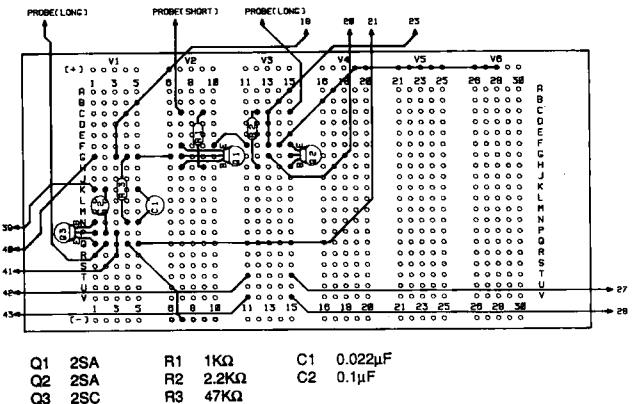
This project uses the **LED** and an audio oscillator alarm to indicate three different levels of water in a container. The water is used as a conductor to complete the circuits, and the water level is indicated.

When the water is below all three of the probe wires, only the bottom segment (D) of the **LED** turns on (indicating a low water level).

When the water rises to a level that touches the two long probe wires (but is below the short probe wire) base current is supplied to Q2 and the middle segment of the **LED** lights up (indicating a moderate water level).

If the water reaches a level high enough to touch all three probe wires, base current is supplied to Q1, and the top segment of the **LED** lights and the audio oscillator is activated (as a warning of a high water level).

A circuit like this could be used to show water levels and help prevent an overflow in anything from a home aquarium to a city's water reservoir.



PROJECT 299 : TEMPERATURE ALARM

Back in project 288 we learned transistors change their characteristics when the temperature goes up or down. In this project, we're going to make use of this function to use a transistor as a temperature sensor and build an alarm that gives out a sound when the temperature goes up.

The resistance of a transistors becomes smaller when the temperature goes up, and larger when the temperature goes down. The schematic lets you see that this change in resistance can be converted to a change in voltage by the comparator (IC1) to run the oscillator (IC2). You can set the alarm sounding temperature by rotating the **control**.

When you finish wiring, turn power ON and set the **control** to a position where the alarm stops sounding. Then, hold Q1 (temperature sensor) in your hand to raise temperature, and you'll soon hear the alarm giving out a sounding. If the project worked well, warm up Q1 with a hair drier, etc. and turn the **control** to sound an alarm at different temperatures.

MONTAGE 298 : TRIPLE TEMOIN DE NIVEAU D'EAU

Ce montage utilise la diode **LED** ainsi qu'une alarme à oscillateur basse fréquence pour indiquer trois niveaux d'eau différents dans un même récipient. L'eau fait office de conducteur pour fermer les circuits témoins de niveau d'eau.

Lorsque le niveau d'eau est inférieur aux trois fils de sonde, seul le segment inférieur (D) de la diode **LED** est allumé (indiquant que le niveau d'eau est bas).

Lorsque le niveau d'eau atteint les deux longs fils de sonde (tout en restant au-dessous du fil court), le courant de base enclenche le transistor Q2 et le segment central de la diode **LED** s'allume (indiquant que le niveau d'eau est moyen).

Si l'eau atteint un niveau suffisant pour immerger les trois fils de sonde, le courant de base alimente le transistor Q1 et le segment supérieur de la diode **LED** s'éclaire. De plus, le signal d'alarme généré par l'oscillateur basse fréquence retentit (indiquant ainsi que le niveau d'eau est élevé).

Ce type de circuit peut être utilisé pour indiquer le niveau de l'eau et empêcher tout débordement, qu'il s'agisse d'un aquarium ou d'un réservoir d'eau.

PROJECT 298: DRIETRAPS WATERPEILVERKLICKER

Dit project gebruikt de **LED** en een audio-oscillatoralarm om drie verschillende waterstanden in een recipiënt aan te geven. Het water wordt als geleider gebruikt om de circuits te sluiten, waardoor het waterpeil wordt aangeduid.

Wanneer het water onder de drie testpennen staat, brandt alleen het onderste segment (D) van de **LED**, wat op een laag waterpeil wijst.

Stijgt het water tot een peil waarbij het de twee lange testdraden raakt (maar nog niet tot aan de korte testdraad reikt), dan wordt de basisstroom geleverd aan Q2 en brandt het middelste segment van de **LED** - wat op een tussenliggend waterpeil wijst.

Als het water zo hoog komt dat het de drie testdraden raakt, wordt de basisstroom geleverd aan Q1 en brandt het bovenste segment van de **LED** en wordt de audio-oscillator geactiveerd (als waarschuwing voor een hoog waterpeil).

Een dergelijk circuit kan gebruikt worden om waterstanden aan te duiden en overstromingen te voorkomen, zowel in een aquarium als in een wachtkubekken.

PROJECT 299: TEMPERATUURALARM

In project 288 leerden we dat transistors hun eigenschappen veranderen wanneer de temperatuur stijgt of daalt. In dit project gaan we van die functie gebruik maken om een transistor te gebruiken als temperatuurvoeler, en daarmee een alarm maken dat een geluid produceert wanneer de temperatuur stijgt.

De weerstand van een transistor daalt wanneer de temperatuur stijgt en stijgt wanneer de temperatuur daalt. Op het schema zie je hoe die verandering van weerstand door de comparatator (IC1) kan worden omgezet in een verandering van spanning om een oscillator (IC2) te doen werken. Je kunt de alarmtemperatuur instellen door aan de **regelknop** te draaien.

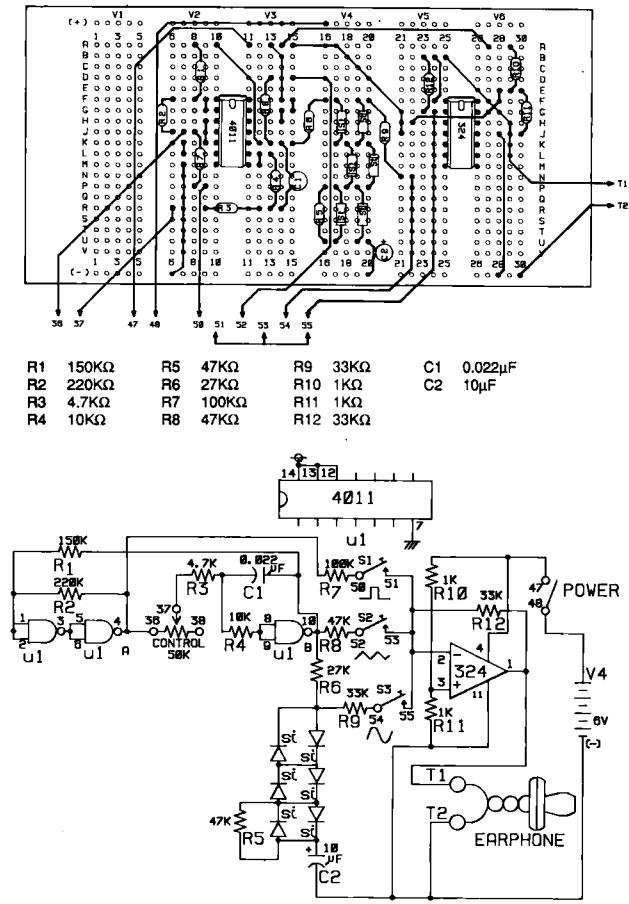
Wanneer de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en stel je de **regelknop** in op de stand waarbij het alarm niet meer klinkt. Hou dan Q1 (de temperatuurvoeler) in je hand om de temperatuur te doen stijgen; al gauw zal je het alarm horen. Als het project goed werkt, warm Q1 dan op met een haardroger enz. en draai aan de **regelknop** om het alarm bij verschillende temperaturen te laten afgaan.

PROJECT 300 : JUNCTION GENERATOR

function generator is an electronic device that can output different waveforms. In this project, we'll make a function generator that generates a square wave, sine wave and triangular wave.

You'll see from the schematic that this generator uses three NAND gates, and the frequency can be changed by rotating the **control**. You can obtain a square-wave output from A, and a triangular-wave output from B. To generate a sine-wave output, waveform shaping of a triangular wave must be made using Si diode and capacitor C2.

When you finish wiring, turn power ON and press **S1**. You'll hear the sound of a square-wave output. You can hear a triangular-wave output by pressing **S2**, and a sine-wave output by pressing **S3**. Listen to these sounds by turning the **control**.



MONTAGE 300 : GENERATEUR DE FONCTION

Un générateur de fonction est un dispositif électronique qui produit différentes formes d'onde. Ce montage vous permettra de réaliser un générateur de fonction qui produit une onde carrée, une onde sinusoïdale et une onde triangulaire.

Sur le diagramme schématique, vous constatez que ce générateur utilise trois portes NON-ET et que la fréquence peut être modifiée en tournant la **commande**. Vous pouvez obtenir une sortie en onde carrée à partir de A et une sortie en onde triangulaire à partir de B. Pour produire une sortie en onde sinusoïdale, vous devez constituer une forme d'onde triangulaire à l'aide de la diode Si et du condensateur C2.

Une fois le câblage terminé, mettez le circuit sous tension, puis enfoncez **S1**. Vous entendez le son d'une sortie en onde carrée. Pour entendre le son de la sortie en onde triangulaire, enfoncez **S2** et pour entendre celui de la sortie en onde sinusoïdale, enfoncez **S3**. Ecoutez ces sons en tournant la **commande**.

PROJECT 300: FUNCTIEGENERATOR

Een functiegenerator is een elektronisch toestel dat verschillende golfvormen kan uitzenden. In dit project maken we zo'n functiegenerator die een vierkantsgolf, een sinusgolf en een driehoeksgolf opwekt.

Aan de hand van het schema zie je dat deze generator drie NAND poorten gebruikt, en de frequentie kan worden gewijzigd door aan de **regelknop** te draaien. Een vierkantsgolf krijg je uit A, een driehoeksgolf uit B. Om een sinusgolf op te wekken, moet met behulp van een Si diode en condensator C2 de golfvorm van een driehoeksgolf bijgevormd worden.

Zodra de bedrading klaar is, schakel je de stroom in en druk je op **S1**. Je hoort het geluid van een vierkantsgolf-output. Door op **S2** te drukken hoor je het geluid van een driehoeksgolf-output, en dat van een sinusgolf-output hoor je door op **S3** te drukken. Beluister deze geluiden door aan de **regelknop** te draaien.

The experiments in this kit are designed to comply with
FCC rules as long as you follow the instructions and use
Only the components and materials supplied with this kit

MAXITRONIX ENTERPRISE LIMITED

4F-1, NO. 2, FU-JIN STREET,

TAIPEI, TAIWAN

TEL: (886-2)2718-6717

FAX: (886-2)2718-7098

Email: maxitron@ms21.hinet.net

Email: maxitron@netvigator.com

Homepage: www.maxitronix.com

© 2001 MAXITRONIX ENTERPRISE LIMITED, ALL RIGHTS RESERVED.
Maxitronix Lab ® and other related marks are registered trademark of Maxitronix Enterprise Limited

Printed in China, P.R.C.