

LOGITRONIK

02 

NÁVOD K POUŽITÍ

Výrobce: JESAN Jeseník p. m. p.

telefon: 2031-4

telex: 66 596

„Ahoj tati,

co tě neseš? Já, dvojka logitronik, ukaž mi ho, řekni co všechno umí, co se s ním dá dělat?

Jen pomalu a hezky popořádku.

Když ses učil poznávat předchůdce 02 - Logitronik 01, nechtěl jsi pochopit souvislost mezi hradlem a počítačem. Teď jsi mnohem zkušenější a víš, že možnosti takových strojů mají nesmírný význam ve všech oblastech lidské činnosti. Víš velmi dobře sám, jaké šance má tvoje myslivna proti bezvadně fungující logice kalkulačky v hodinách matematiky.

Ale, tati, s takovými problémy se může setkat každý!

Člověk ano, počítač, je-li správně naprogramován, ne.

Tati, a co je to vlastně počítač?

Název počítač nevystihuje tak docela činnost technických zařízení zvaných někdy vhodněji stroje na zpracování dat. Oč přiléhavější je označení výpočetní techniky ve francouzštině, která odedávna tvoří nové názvy logičtěji než mnohé jiné jazyky. Výpočetní technice tam od dob jejího vzniku říkají informatika a počítači říkají počítač (l'ordinateur).

Nechť již dáš přednost kterémukoliv označení elektronického zpracování informací - i výpočty jsou vlastně jen zvláštním případem zpracování informací, je zřejmé, že toto technické odvětví nabývá obdobný význam, jaký měla strojírenská technika po první průmyslové revoluci. Co byl tehdy parní stroj, tím se dnes stává mikro-počítač.

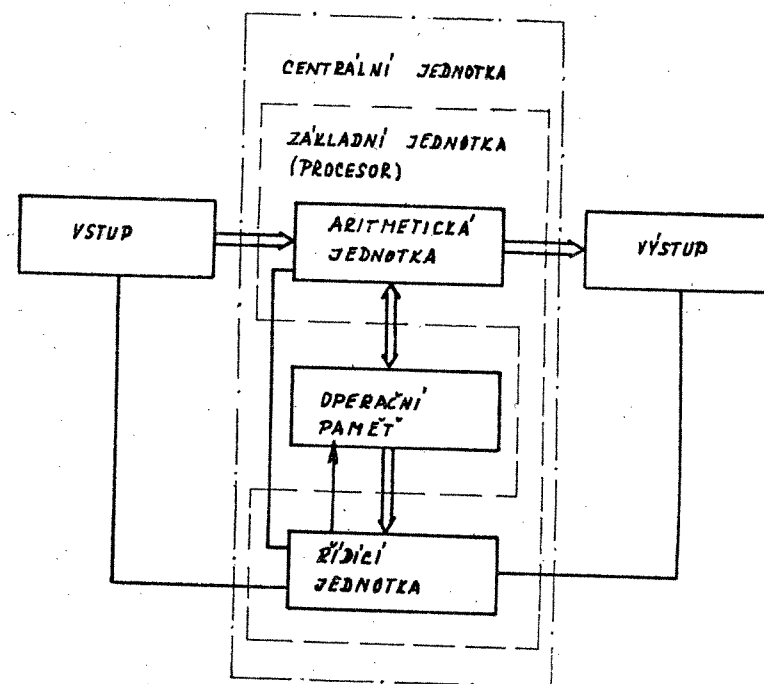
Teď i ty máš možnost uspokojení své technické zvědavosti i touhy zkusit něco nového, co zde doposud nebylo - zcela ve smyslu Einsteina výroku o vědě jako dobrodružství poznání.

Jak říká náš přední computerový odborník ing. Eduard Smutný: „Počítač je malý, spolehlivý i levný, ale sám o sobě je hloupější než šlapací autíčko.“ Můžeš ho však naučit téměř vše. Musíš mu však nejdřív rozumět. A neměj strach, že se ti to nepodaří. Ve stejné situaci jako ty, jsou tisíce a možná i milióny dětí na celém světě. A nemysli si, že počítač umí jen počítat, stejně ochotně pracuje nebo si hraje“. Rozhodující je program, který do něj vložíš a potom také jeho možnost komunikace s prostředím, to znamená, jakým způsobem potřebné informace získá a jak zpracované informace poskytně.

Kontrolní otázka č. 1:

Proč je vhodnější mluvit o strojích na zpracování dat než o počítačích?

Graficky si to můžeš namodelovat takhle:



Jistě, vypadá to jednoduše, ale to je také smysl blokových schémat! Jedno takové znázorňuje hlavní části samočinného počítače von Neumannova typu. A tvá stavebnice ti umožní pochopit funkci a tím i význam jednoduchých vstupních a výstupních jednotek pro samotnou centrální jednotku. Přímou na ni síly stavebnice nestačí, ale to také odpovídá jejímu určení - vyložit na příkladech číslicovou techniku jako základ techniky mikropočítačové a nezbytnost jejího osvojení pro další činnost v oblasti hardware elektroniky.

Tati, hard je pokud vím česky pevný a ware to je věc. Čili jaká je souvislost mezi pevnou věcí a číslicovou technikou?

Ózká - na co si můžeš u počítače sáhnout, je technické vybavení - hardware. To, co nenahmatáš, je programové vybavení - software. Kolébkou číslicové techniky je Amerika. Odtud se šířily jednotlivé výrazy do celého světa a pochopitelně anglicky. A tyto výrazy nevytvářeli jazykozpytci, ale technici. A ti si všude na světě

při své práci hledají nejpřiléhavější výrazy. Může se ti stát, že ani s pomocí běžného slovníku nezjistíš, jakou funkci obvodu vlastně jeho název charakterizuje.

Ing. Smutný vyslovil hlubokou pravdu, když řekl:

„Chtěl bych poradit vám, mladým, berte věci tak, jak jsou. Nikdy si o žádném zařízení nemyslete, že je moc dobré nebo moc špatné, prostudujte dokumentaci, rozeberte ji do co nejmenších detailů a poučte se. Možná, že při prvním prohlížení zjistíte, že nerozumíte ničemu – to je normální. Nevzdávejte se, čtete a studujete znovu další a další dokumentaci a ono to půjde. Na své cestě za dobrodružstvím zvané elektronika se setkáte s mnoha problémy, pramenícími z nepochopení a z nechuti riskovat od druhých nebo z vlastní neznalosti a podceňování rad zkušenějších; jednou však zjistíte, že něco umíte a pak se vám za dokumentací objeví člověk“.

A ještě něco. Nepodceňuj tužkul Až budeš řešit kontrolní otázky nebo uvažovat nad zdánlivě nepochopitelným obvodem – kreslí si! Takový postup sice představuje určité zpomalení, ale zato si osvojíš daný problém daleko důkladněji a podržíš jej trvale ve své paměti.

Ve zjednodušené formě ti umožní tento proces nejenom sestavit, ale i pochopit a ovládat obvody stovebnice, kterou máš před sebou.

Pro vstupní jednotku našeho pomyslného modelu se ti nabízí 4 typy snímačů vstupních impulsů:

1. Světelný – jeho základem je fototranzistor T1.
2. Zvukový – je zastoupen telefonním sluchátkem, které může zvuk nejen vydávat, ale i snímat.
3. Kontaktní – těch tu máš nejvíce. Jsou to přepínače A, B, C.
4. Dotekové – 4 kontaktní plošky.

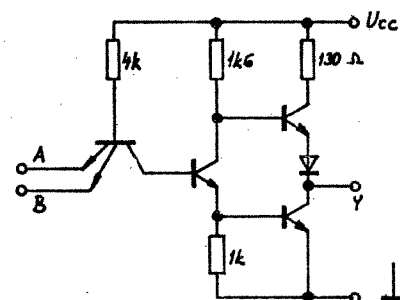
Logická jednotka – tvoří ji 2 integrované obvody, z nichž každý obsahuje 4 hradla NAND. Ale všimni si, že ten druhý je umístěn v patici a tudíž jej můžeš i lehce vyměňovat za jiné IO. Základní obvody TTL = Transistor – Transistor – Logic, mezi něž patří i MH 7400, se vyrábějí v několika modifikacích s různým počtem vstupů. První modifikace, vyráběná pod označením MH 7404 obsahuje 6 nezávislých invertorů negujících vstupní signál. Druhá modifikace MH 7400 obsahuje 4 nezávislé dvoustupňové logické čle-

ny NAND, další modifikace MH 7410, tři nezávislé třívstupové členy NAND. Čtvrtá modifikace MH 7420 obsahuje 2 nezávislé čtyřvstupové členy NAND a pátá MH 7430 jeden člen s 8 vstupy. Každý logický člen v těchto modifikacích má logický zisk 10, to znamená, že na výstup jednoho členu můžeš připojit 10 vstupů jiných logických členů TTL.

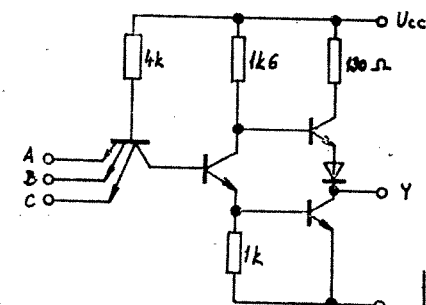
Na schématech vidíš, že vstupy jsou tvořeny emitery vstupních tranzistorů, to znamená, že je můžeš u příslušného hradla libovolně zaměňovat – $A \leftrightarrow B$.

MH 7400

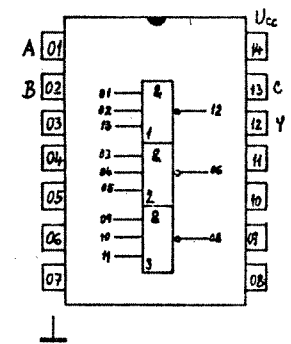
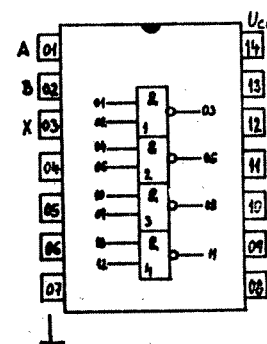
elektrické zapojení:



MH 7410



schématická značka:



Kontrolní otázka č. 2:

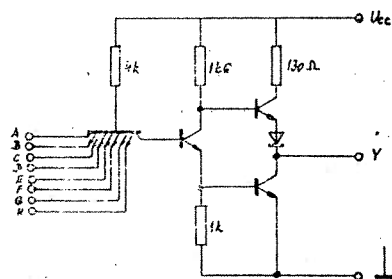
Jaký je rozdíl mezi hardware a software?

Kontrolní otázka č. 3:

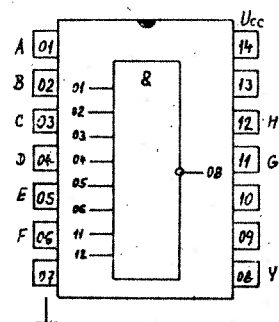
Kolik nezávislých log. členů obsahuje IO MH 7400?

MH 7430

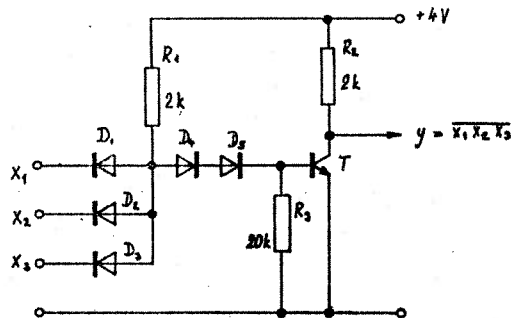
elektrické zapojení:



schématická značka:



V případě potřeby - nedostatečný počet vstupů, které máš k dispozici; si můžeš vypomoci diodami, kterých je ve stavebnici celkem 8, ale jako jednosměrné ventily budeš používat prakticky jen 4. Jedná se o křemíkové typy KA 206. Přesto, že toto řešení vychází z logiky DTL = Diode - Transistor - Logic, tak se jedná o řešení náhradní, protože na každé křemíkové diodě vzniká při průchodu proudu úbytek napětí asi 0,7 V a takový obvod by nemusel pracovat spolehlivě.



Diody D1, D2, D3 a odpor R3 tvoří jednoduchý obvod logického součinu zbývající část představuje invertor.

Tati, říkáš logické členy DTL a TTL, jsou i další?

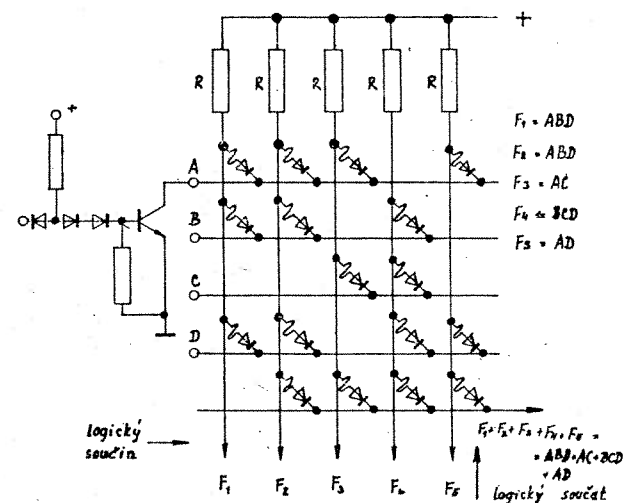
Jistě, ale ty jen ve zkratce, protože se jedná o zastaralé systémy:

- DCTL = Directly - Couplet - Transistor - Logic = přímo vázané členy.
- RTL = Resistor - Transistor - Logic = odporově vázaný transistorový člen.
- RCTL = Resistor - Capacitor - Transistor - Logic = odporově a kapacitně vázaný transistorový člen.

Ty máš však výhodu - začínáš již s obvody TTL, které tyto zastaralé systémy překonaly.

Než opustíme tuto část, rád bych se ti ještě zmínil o zvláštní skupině obvodů, vyráběných technologií DTL - jsou to integrované monolitické diodové matice, které spolu se základními obvody umožňují realizovat libovolné logické funkce, jednoduše řečeno, jsou to vlastně paměti.

Na tomto obrázku vidíš princip diodové matice s 5x5 diodami.



Jedná se o síť vzájemně izolovaných vodičů, které jsou propojeny uhlopříčně diodami, a ty mají takovou vlastnost, že se mohou trvale odpojit přivedením proudového impulsu do příslušného svislého a vodorovného vodiče, tím se přetaví tavná spojka a naprogramování jednoho bitu s úrovní log. 0 je hotovo.

Z toho plyne, že z log. 1 můžeš kdykoliv udělat log. 0, ale nikdy již ne naopak. Jde tu vlastně o princip paměti PROM = Programmable - Read - Only - Memory = programovatelná, pouze čtecí paměť. U každého výstupu máš vypsanou funkci, přesvědčit se o její pravdivosti můžeš překreslením do klasické podoby. Tyto rovnice ti samozřejmě zatím mnoho neříkají, tak je raději přeskočíme, a vrátíme se k našemu modelu. Tvůj zájem o elektronické paměti je totiž podezřelý. Ale buď si jist, že nejsi ani první ani poslední, kdo touží mít takovou věcíčku namontovanou někde v hlavě.

Výstupní jednotka - disponuje dvěma typy indikací - zvukovou tj. sluchátkem a světelnou tj. svítkami. Svítky jsou doporučený český název pro LED = Light - Emitting - Diode = světlo emitující dioda. Ale většina amatérů i profesionálů jí však neřekne jinak než dívčím jménem Lída. Všimni si, že všechny 3 svítky mají předřazený rezistor, a to ještě různých hodnot.

Proč, tati?

Toto řešení vyplývá z technologie výroby svítek. Aby mohla svítky produkovat světlo, musí jí procházet el. proud. Všechny tři svítky jsou jednotně napájeny proudem asi 10 mA. Ale doporučené provozní napětí má červená svítky 1,65 V, žlutá 2,5 V a zelená 3 V. Čili sám si můžeš odvodit z Ohmova zákona, který znáš ze školy, velikost předřazených rezistorů:

$$R = \frac{U}{I}$$

R - el. odpor	základní jednotka 1 Ohm - Ω
U - el. napětí	základní jednotka 1 Volt - V
I - el. proud	základní jednotka 1 Ampér - A

z toho plyne:

$$R = \frac{U_{cc} - U_F}{I_F}$$

U_{cc} - napájecí napětí
U_F - napětí diody v propustném směru
I_F - proud diody v propustném směru

Nikdy nesmíš přivést na svítku větší napětí než je její jmenovité.

Přesto, že je zdrojem světla studeného, dosáhla by při přivedení nepřipustného napětí na svorky teploty, o níž se konstruktérovi ani nesnilo. Vzápětí sice schladne, ale zato navždycky. V této souvislosti se jeví zvuková indikace sluchátkem mnohem méně náročnější na pracovní podmínky.

Kontrolní otázka č. 4:

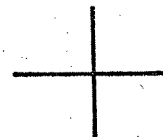
Jak se programuje paměť PROM?

A teď je řada na tom, seznámit tě se všemi ostatními součástkami stavebnice, tzv. pasívními - rezistory a kondenzátory, bez kterých by ty aktivní - IO, tranzistory a svítky - nemohly pracovat.

Pracovní plocha - všechny součástky jsou uchyceny pomocí pružinek na kartonové pracovní ploše. Pružinky jsou poměrně jednoduché, ale zato výhodnou pomůckou, mnohonásobným konektorem i kontaktem. Tomu odpovídá i jejich způsob používání: prstem jedné ruky vykloníš pružinku do té míry, až vzniklá mezera mezi závitky umožní vsunutí odizolovaného konce vodiče. Vodiče jsou obyčejné sdělovací a pokud se ti časem některý zatoulá, snadno jej doplníš zbytky z telefonních kabelů nebo zvonkových drátů.

Postup zapojování - většina schémat v tomto návodu je doplněna postupem zapojování, podle něhož propojuješ vodiči příslušné délky součástky, jejichž číselné značení kontaktů je odděleno pomlčkami. Kontakty, jejichž čísla jsou oddělena čárkami, nepropojuj! Pokud budeš chtít sestavit zapojení podle cizího schématu, pamatuj si, že kříží-li se dva vodiče nepropojené,

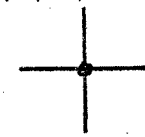
značí se takto:



Zdroj:



a jsou-li propojeny - takto:



K tomu, aby elektrickým obvodem procházel el. proud, je třeba, aby mezi jeho konci bylo el. napětí. Napětí získáš ve své stavebnici z tužkových článků, zapojených do série. Celkové napětí baterie těchto článků je 6 V. Do série se zdrojem je zapojena dioda D 5, na níž při průchodu el. proudem vzniká úbytek napětí asi 0,7 V. (5,3 V je horní hranice doporučeného napájecího napětí U_{cc} IO) Při částečném poklesu napětí zdroje způsobeném vyčerpáním kapacity nebo stářím baterie, tedy můžeš bez obav diodu D 5 přemostit nebo odebrat napětí U_{cc} ze svorky č. 77 namísto původní č. 76.

Kontrolní otázka č. 5:

Vypočti předřazený odpor pro svítky Y a Z zapojené do série.

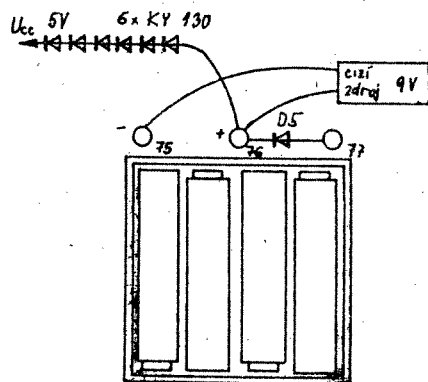
Tati, a když třeba tyhle tužkové monočlánky neseženu, nešlo by třeba použít něco jiného, třeba zvonkový transformátorek nebo zdroj z autodráhy?!

V podstatě ano, ale jen po určité úpravě: ke zvonkovému trafu bys musel připojit usměrňovač a vyhlazovací kondenzátor. Ke zdroji z autodráhy jen kondenzátor, protože kdyby si připojil zdroj nevyhlazeného tj. nevyfiltrovaného stejnosměrného napětí k číslicovému obvodu, asi by ses nestačil divit tomu, co se děje na výstupu.

Navrhnout a vyrobit spolehlivý napáječ, je složitá záležitost. V praxi se používá řada způsobů, jak poruchám zabránit a jako nejvhodnější řešení se ukázalo vybudování odděleného zdroje pro logickou jednotku a jiného zdroje pro výkonovou část zařízení. Ale pozor, při připojení stavebnice na cizí zdroj musíš zajistit, aby články baterie nebyly namáhány „nabíjecím“ proudem.

To znamená, že svorkové napětí cizího zdroje nesmí být vyšší než je svorkové napětí baterie. Máš vlastně v takovém případě dvě možnosti:

- a) napětí cizího zdroje je nižší než napětí baterie a pak nehrozí žádné nebezpečí při paralelním spojení těchto zdrojů.
- b) napětí cizího zdroje je vyšší, ale je odděleno od baterie diodou – v tomto případě bys však musel omezit napájení stavebnice několika do série zapojenými diodami, jak vyplývá z obrázku:



Kontrolní otázka č. 6:

Za jakých podmínek můžeš použít jako zdroj pro stavebnici zvonkový transformátorek 5 V.

Víš už, že na křemíkové diodě se při průchodu el. proudem vytváří úbytek napětí asi 0,7 V. Dvě diody sníží tedy napětí zhruba o 1,4 V, tři diody o 2,1 V atd. Pro toto opatření nemůžeš použít diody D1 až D4 ze stavebnice, protože ty jsou vyrobeny pro malé proudy a jejich aplikací v proudovém obvodu bys „vyrobil“ z polovodiče vodič – nejvhodnější jsou diody řady KY.

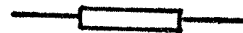
Nejspolehlivější je prostě tužkové články vyjmout a uložit na bezpečném místě – suché, chladné prostředí, bez nebezpečí zkratu.

Elektrický proud – značí se I a základní jednotka je ampér – A. Obvody, které budeš sestavovat ve své stavebnici, poteče proud o velikosti jen tisícin ampéru (tzv. miliampéry – mA) až setiny ampéru.

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$$

El. napětí – značí se U a základní jednotkou je volt – V.

Rezistory (starší název je odpory)



Máš jich ve stavebnici celkem 16, včetně jednoho s plynule proměnným odporem – potenciometrem. Mají různé hodnoty – velikosti odporu, a jsou určeny k řízení velikosti napětí nebo proudu, tekoucího obvodem, jehož jsou součástí. Čili obvodem s vřazeným velkým rezistorem prochází menší proud než obvodem s malým rezistorem i když jsou oba obvody napájeny stejným napětím. Rezistory spolu s jinými součástkami vytvářejí vhodné pracovní podmínky v obvodu (řízení velikosti napětí a proudu).

Tati, proč je napsáno například tady na pracovní ploše 470 R a na rezistoru K 47?

Rozdíl je dán tím, že velikost odporu rezistoru je znázorěna na pracovní ploše kódem a na rezistoru skutečnou hodnotou.

Kontrolní otázka č. 7:

Proč je mezi zdroj 6 V a integrovaný obvod nutno zapojit diodu D5.

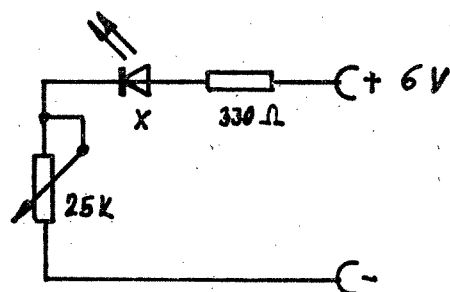
Příklady vyjádření jmenovité hodnoty písmenovým kódem:

Hodnota	Kód
0,1 Ω	R 10
0,332 Ω	R 332
1 Ω	1 R 0
3,32 Ω	3 R 32
10 Ω	1 0 R
33,2 Ω	33 R 2
100 Ω	100 R
332 Ω	332 R
1 k Ω	1 K 0

Hodnota	Kód
3,32 k Ω	3 K 32
10 k Ω	10 K
33,2 k Ω	33 K 2
100 k Ω	100 K
332 k Ω	332 K
1 M Ω	1 M 0
3,32 M Ω	3 M 32
10 M Ω	10 M
33,2 M Ω	33 M 2

Hodnota	Kód
100 M Ω	100 M
332 M Ω	332 M
1 G Ω	1 G 0
3,32 G Ω	3 G 32
10 G Ω	10 G
33,2 G Ω	33 G 2
100 G Ω	100 G
332 G Ω	332 G
1 T Ω	1 T 0

Tati, a jak takový potenciometr funguje?



Postup zapojení:

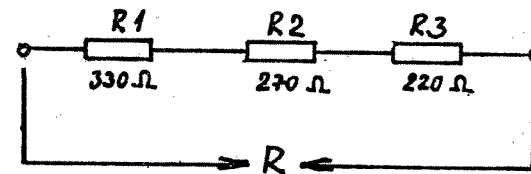
75 - 43 - 42, 41 - 88, 86 - 77,

Sestav si obvod podle schématu a během otáčení knoflíkem potenciometru sleduj svítilku. Vidíš, že svítilka plynule mění intenzitu svého svitu. Otáčením knoflíku pohybuješ jezdcem po odporové dráze potenciometru - změnou délky odporové dráhy měníš velikost proudu tekoucího obvodem.

Pro nastavení požadovaného odporu však můžeš použít ještě jiných běžně používaných metod, a to řazením rezistorů do série (za sebe):

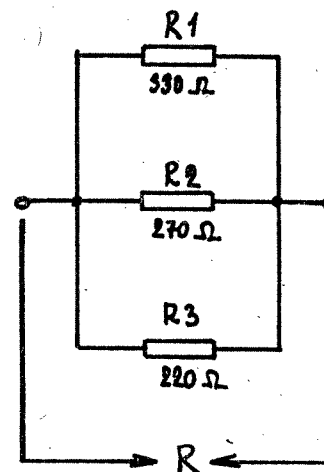
Kontrolní otázka č. 8:

Proč se v uvedeném zapojení spojuje střední a krajní vývod potenciometru.



$$R = R1 + R2 + R3 = 330 + 270 + 220 = 820$$

a paralelně (vedle sebe):



$$R = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} = \frac{1}{\frac{1}{330} + \frac{1}{270} + \frac{1}{220}} = \frac{1}{0,003 + 0,0037 + 0,0045} = \frac{1}{0,0112} = 89,3 \Omega$$

Je to tak, ale tati, vysvětli mi prosím tě ještě jednu věc: viděl jsem u tebe v dílně ležet vedle sebe 2 rezistory, na obou bylo napsáno 5K6, ale jeden byl tlustý jak tužka a druhý jak zápalka - proč?! Podívej, rezistory se po elektrické stránce liší ve dvou vlastnostech. Je to:

- elektrický odpor - ten jsem ti před chvílí vysvětlil
- ztrátový výkon - udává ti vlastně množství tepelné energie, kterou je schopen rezistor trvale snášet a odevzdávat okolí. Aby vůbec mohl zatěžovaný rezistor odevzdat do okolí teplo, vytvořené procházejícím proudem, musí mít dostatečně velkou plo-

Kontrolní otázka č. 9:

Vypočítej celkový odpor paralelně zapojených rezistorů 1K a 5K6.

chu. Proto jsou malé rezistory vytvořeny jen napařením odporové vrstvičky na keramické tělísko a rezistory konstruované pro velký ztrátový výkon jsou vinuty odporovým drátem, který snese vysoké teploty.

V logických obvodech, kde se výkon počítá na miliwaty, se s tímto problémem setkáš zřídka. Lze však jednoduše vypočítat ze vzorce:

$$P_z = U_r \times I_r$$

P_z = výkon ztrátový (watt - W)

U_r = napěťový úbytek na rezistoru (volt - V)

I_r = proud tekoucí rezistorem (amper - A)

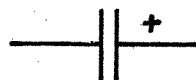
Základní jednotkou je 1Ω (ohm). Tato jednotka je poměrně malá a proto se častěji setkáš s jejími násobky.

Násobitel	1	10^3	10^6	10^9	10^{12}
Písmenový kód	R	K	M	G	T

Kondenzátory:



keramický



elektrolytický

Z jejich konstrukce plyne schopnost přijmout, uchovat a vydat el. náboj.

Ve stavebnici jsou použity 2 druhů kondenzátorů. Keramické a elektrolytické. Zásadní rozdíl spočívá v izolaci mezi oběma elektrodami - tzv. dielektriku.

Keramický kondenzátor tvoří keramická destička - dielektrikum na jejíž obou stranách je nanášena vodivá vrstva kovu - elektrody. Jejich plocha a vzájemná vzdálenost (tloušťka destičky) určuje velikost náboje, který jsou schopny udržet - je lhostejné, na který vývod přivedeš kladné nebo záporné napětí.

Na stejném principu pracují všechny kondenzátory, včetně elektrolytických, u nich však je dielektrikum nasyceno tekutým (tuhým) elektrolytem. Ten sice umožní radikálně zvýšit kapacitu, ale takový kondenzátor se nesmí „přepólovat“ - na elektrodu označenou znaménkem + musí být vždy připojena kladná část obvodu - jinak

hrozí v krajním případě exploze. A potom také při přepólování kondenzátor rychleji stárne (elektrolyt vysychá - kapacita se zvolna snižuje, svodový proud se zvětšuje). Základní jednotkou kapacity je 1 F (Farrad). Tato jednotka je však příliš velká - celá zeměkoule má pravděpodobně kapacitu jen několika Farradů. Proto se používá jednotek mnohem menších:

Násobitel	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1
Písmenový kód	p	n	μ	m	F

Například: $1000 \text{ pF} = 1 \text{ nF} = 0,001 \mu\text{F}$

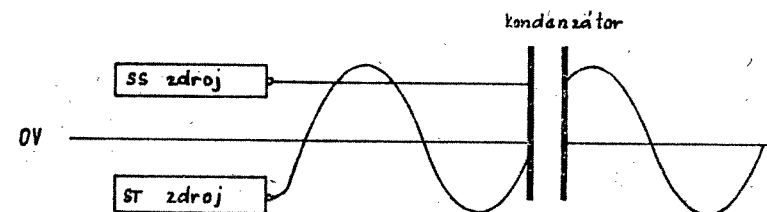
Příklady vyjádření jmenovité hodnoty kapacity písmenovým kódem:

Hodnota	Kód
0,1 pF	p10
0,332 pF	p332
1 pF	1p0
3,32 pF	3p32
10 pF	10p
33,2 pF	33p2
100 pF	100p
332 pF	332p

Hodnota	Kód
1 nF	1n0
3,32 nF	3n32
10 nF	10n
33,2 nF	33n2
100 nF	100n
332 nF	332n
1 μF	1 μ 0
3,32 μF	3 μ 32

Hodnota	Kód
10 μF	10 μ
33,2 μF	33 μ 2
100 μF	100 μ
332 μF	332 μ
1 mF	1m0
3,32 mF	3m32
10 mF	10m
32,2 mF	33m2

Jednou z vlastností všech kondenzátorů je schopnost propouštět střídavý proud - stejnosměrný nepropouští. Proto se neelektrolytických kondenzátorů s úspěchem používá k oddělení střídavé složky proudu od stejnosměrné.

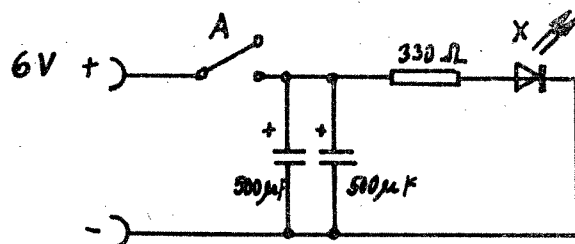


Kontrolní otázka č. 10:

Jaký je hlavní rozdíl mezi keramickým kondenzátorem a elektrolytickým.

Obrázek vychází z oscilografických křivek SS a ST napětí. Středem prochází nulová hladina (0 V), přerušená symbolicky deskami kondenzátoru. Nad nulovou hladinou je zaznamenána křivka proudu z SS zdroje (rovná čára), která za kondenzátorem nepokračuje protože SS proud kondenzátorem neprochází. Pod nulovou hladinou je umístěn zdroj ST proudu, jehož křivka periodicky střídá polaritu a kondenzátorem prochází.

To, že kondenzátor skutečně proud uchovává, si ověř na následujícím pokusu.



Postup zapojení:

88 - 75 - 56 - 54, 55 - 57 - 63 - 86, 64 - 77,

Můžeš se u kondenzátoru setkat se stejným případem, jaký jsi mi popsal u rezistorů 2 kondenzátory = stejná kapacita = různá velikost. Je to tím, že důležitou veličinou u kondenzátorů je pracovní napětí - čím vyšší je, tím musí být odolnější dielektrikum, a to se zpětně projeví na celkové velikosti kondenzátoru.

Při používání kondenzátorů si budeš muset čas od času vypomoci, stejně jako u rezistorů při chybějící vhodné kapacitě skládáním

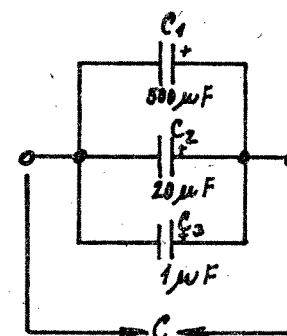
do série (za sebe):

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{1}{0,002 + 0,05 + 1} = \frac{1}{1,052} = 0,95 \mu F$$

Kontrolní otázka č. 11:

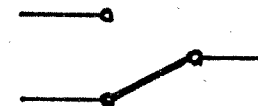
Proč neprochází SS proud kondenzátorem?

a paralelně (vedle sebe):



$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 500 + 20 + 1 = 521 \mu F$$

Přepínače:



Jsou ve stavebnici a nesou označení A, B, C. Budeš je používat jako vypínače, simulátory vstupních impulsů, informací a dat, i v řadě jiných funkcí. Činnost každého přepínače vyplývá z jeho schematického znaku, který je nakreslen u každého z nich. Při stisknutí tlačítka prochází přepínačem proud ze středního kontaktu na spínací kontakt, při uvolnění tlačítka ze středního na rozpínací kontakt.

Z této stručné charakteristiky vyplývá, že přepínač ovládá obvod mechanickým spojením vodivých kontaktních plošek. Jedná se tedy o galvanické spojení a rozpojení částí celého obvodu.

Zadrž tati, galvanika, to je mi nějak povědomé...

Této oblasti dal jméno italský přírodovědec pan Luigi Galvani, který pomocí žabích stehýnek objevil vznik el. napětí mezi dvěma elektrodami, spojenými kapalným vodičem. Ale aby jsi věděl, proč o tom hovoříme: Máš ve své stavebnici i spínače jiné. Žádný kontakt se v nich nepohybuje a přesto umí hodně. Jsou to tzv. spínače bezkontaktní.

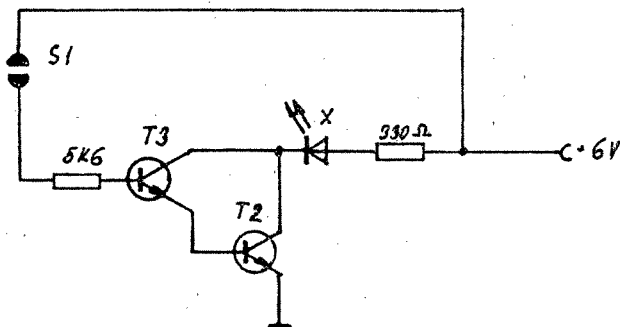
Kontrolní otázka č. 12:

Spočítej celkovou kapacitu 2 kondenzátorů zapojených do série je-li C_1 50 μF a C_2 20 μF .

Dotekové spínače:



Při rozeptnutí obvodu jejich pomocí nedochází ke galvanickému odpojení jednotlivých částí obvodu, což má své výhody (tichý chod, prakticky žádné opotřebení) i nevýhody (nízká odolnost proti poruchám, komplikovaná ochrana před nebezpečným napětím). V praxi se s ním setkáš třeba u našeho televizoru při volbě kanálů. Stačí přiložit prst na správné místo.



Postup zapojení:

72 - 95, 97 - 19, 18 - 98 - 88, 20 - 7, 73 - 86 - 77

Diody:



Zaujímají mezi všemi polovodičovými prvky významné postavení, protože byly předchůdci ostatních polovodičových součástek.

Technologií výroby je zajištěna charakteristická vlastnost diody - pracuje jako jednocestný ventil a propouští stejnosměrný proud pouze jedním směrem, přesněji řečeno propouští jej oběma, ale v tom druhém má tak vysoký odpor, že procházející proud je prakticky zanedbatelný.

Kontrolní otázka č. 13:

Proč nedochází u bezkontaktních spínačů k opotřebení?

Zvláštním druhem diod jsou svítivky, ale o těch jsem ti už povídal.



Jejich velká přednost spočívá v rychlé aktivaci světlo emitujícího přechodu. Za dobu, kdy klasickou žárovku připojíš na zdroj a její vlákno se teprve začíná rozžhacovat (plného svitu dosáhne za několik setin sekundy) svítivka se stačí rozsvítit a zhasnout více než 100x. A ještě v jedné věci vynikají nad žárovkami - jsou otřesuvzdorné a při správných provozních podmínkách mají téměř neomezenou životnost, nezávisle na počtu zapnutí a vypnutí. Je to tím, že nemá žádné vlákno, ale světlo je vyzařováno elektroluminiscencí přechodu PN dvojité struktury arzenidu galitohlinitého.

Tati, to zní jako zaklínadlo - co je to PN přechod?

Je to oblast polovodiče, ve kterém se mění el. vodivost jednoho typu (vodič) na druhý (nevodič) a opačně. Čili je to uměle vytvořené rozhraní polovodiče typu P a polovodiče typu N, což se v praxi projevuje jako schopnost propouštět proud jedním směrem z přechodu P na přechod N a přitom účinně přeměňovat el. energii na světelnou.

Při používání svítek pozor na provozní napětí!

Maximální povolené je u:

červené - 1,65 V

zelené - 3 V

žluté - 2,5 V

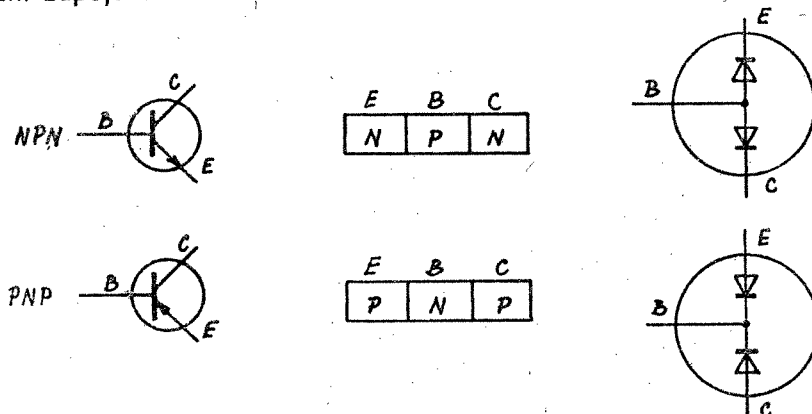
I malé překročení těchto napětí rychle zkracuje dobu života svítek. Velké překročení je nenávratně zničí.

Kontrolní otázka č. 14:

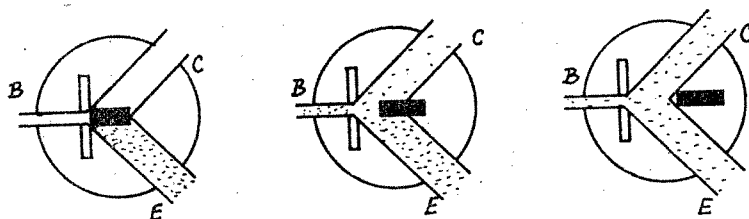
Proč svítí svítivka jen tehdy je-li na její anodě kladné napětí a katodě záporné?

Tranzistory:

Byly objeveny v roce 1938 americkými fyziky: J. Bordeenem a V. Bratlainem. U diod jsem ti řekl, že se jedná o součástky s jediným přechodem PN. Tranzistor je polovodičová součástka se dvěma přechody, a proto můžeš použít pro pochopení činnosti tranzistorů náhradní zapojení s diodami.



Zásodní rozdíl však spočívá ve schopnosti tranzistorů zesilovat signál, tzn. že malými změnami napětí řídicí elektrody způsobíš velké změny napětí na řízené elektrodě. Graficky je to znázorněno na obrázku, tranzistor je v zapojení se společným emitorem - v tomto zapojení má tranzistor maximální výkonové zesílení.



Báze napětí =
kolektor bez napětí =
tranzistor je uzavřen

Na bázi nízké napětí =
tranzistor zesiluje
částečně

Na bázi plné napětí =
tranzistor zesiluje
max. výkonem

Kontrolní otázka č. 15:

Jaká další zapojení tranzistoru znáš?

Pro napětí báze platí obdobné pravidlo jako při použití svítek. Plným napětím na bázi mezi emitorem a bází je myšleno napětí, při kterém má tranzistor největší zesílení tzn. že se vytvoří pracovní bod. Při napětí nižším klesá zesílení, při napětí vyšším stoupá proud báze a tranzistor je přetěžován nadměrným výkonem. Příklad takové regulace je uveden u světelného snímáče.

Zvláštní formou tranzistoru je fototranzistor.

Tati, to je ten, co má místo třetího fousu okýnko?

Řekl jsi to skutečně velmi stručně, ale výstižně. Zesílení tranzistoru je skutečně řízeno intenzitou světla dopadajícího průsvitným krytem na vrstvu P (fototranzistor je typu NPN).



Tento typ fotonky pracuje ve fotonapětěvém režimu, to znamená, že pro svou činnost potřebuje přiložit na své elektrody cizí napětí.

Na rozdíl od fotočlanků (u nás se vyrábí např. typ 1PP 75), který při osvětlení sám elektromotorickou sílu vyrábí - to je práce v tzv. režimu fotoelektrickém.

Sluchátko:

Pracuje jako elektroakustický měnič. Z obrázků vyplývá jeho složení.

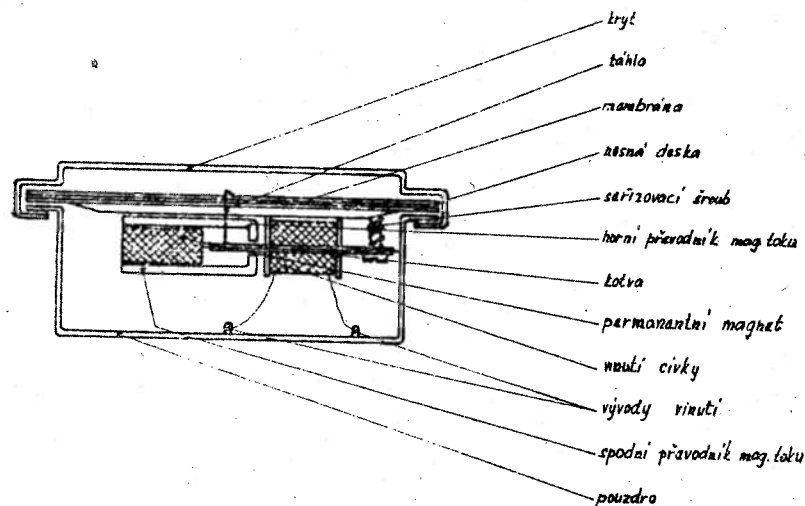
Tati, ale jak to vlastně funguje?

Podívej, napřed ti vysvětlím přeměnu el. proudu na zvuk. Základem sluchátka je cívka s jádrem - elektromagnetem. Jádro je táhlem spojeno se středem membrány - to je kotouč z tenkého plechu, který je po svém obvodu přichycen k tělísku sluchátka. Přivedeš-li

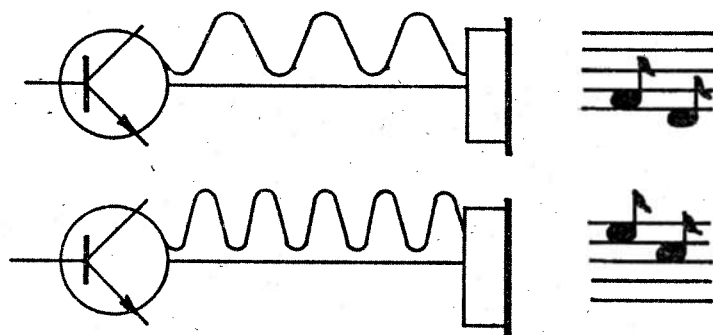
Kontrolní otázka č. 16:

Znáš nějaké další využití fotonek pracujících ve fotoelektrickém režimu?

do cívečky el. impulsy, vzniklá elektromagnetická síla přitáhne jádro které se chvěje v rytmu měnící se elektromagnetické síly (tento rytmus je modulován přenášeným tónem a chvění jádra se pomocí táhla přenáší na membránu. Ta se opírá o vzduch a vzniklé kmity se vzduchem přenáší jako zvukové vlny.



Při telefonování se neustále mění intenzita el. proudu v rytmu hlasu a tomuto rytmu odpovídá i chvění membrány. Hluboké tóny vznikají pomalými výkyvy membrány, vysoké rychlými.



Kontrolní otázka č. 17:

Co znamená v uvedené souvislosti výraz „modulace“?

Integrované obvody:

Dostali jsme se k jádru celé stavebnice a já bych ti chtěl místo úvodu citovat jeden výrok, týkající se těchto součástek: „Je to složitý způsob zjednodušování věcí“.

U součástek, které jsi zatím poznal, tvoří funkční část průměrně jen asi jednu desetinu celkového objemu. Zbytek tvoří část nosná a krycí. Proto se přikročilo (jakmile to technologie dovolila) k integraci. Na malé křemíkové destičce (čipu) jsou tyto součástky vytvořeny a pospojovány velmi složitým způsobem v několika vrstvách na ploše několika milimetrů čtverečných.

Tato destička je od okolí izolována zalévací hmotou a spojení obstarávají pouze kontakty na jednotlivých součástkách, ale celých obvodů. Toto řešení má množství výhod.

1. Malá spotřeba materiálu.
2. Nízká výrobní cena při velkých seriích.
3. Nízká spotřeba energie.
4. Otřesuvzdornost.

Tak, jak existují jednoduchá i složitá zapojení s diskretních součástek (rezistory, kondenzátory atd.) rozlišujeme u integrovaných obvodů stupeň integrace, který je měřítkem jejich složitosti. IO malé integrace SSI (Small - Scale - Integration) vykonávají stejné funkce jako klasické zapojení, které obsahuje maximálně 100 součástek.

IO středního stupně MSI (Middle - Scale - Integration - střední integrace) nahradí zapojení s asi 700 součástkami.

Obvody velkého stupně integrace LSI (Large - Scale - Integration - velká integrace) nahradí ještě složitější zapojení.

Nejsložitější stupeň integrace tvoří obvody VLSI (Very - Large - Scale - Integration - zvlášť velká integrace).

Rozeznáváme vzhledem k výstupnímu signálu dva základní druhy IO - lineární (analogové) a digitální (číslicové).

U lineárních IO se výstupní signál plynule mění. U číslicových se mění skokem.

Kontrolní otázka č. 18:

Jaké tavidlo můžeš použít při pájení IO?

Abychom mohli tyto dva stavy rozlišit, říkáme jednomu, který se na výstupu projevuje vyšším napětím (rozmezí 2,4 V až 5 V) logická 1 nebo-li úroveň „H“ z anglického high - vysoký. A druhému (který se projevuje na výstupu napětím 0 V až 0,7 V) říkáme logická 0, nebo-li úroveň „L“ z anglického Low - nízký.

Tati, řekni mi, prosím tě, proč mají obě úrovně tak podivná napětí.

To je tak. Pro jednoduchost obvodů nemůžeme řídicí napětí převyšovat napájecí (to je stanoveno u obvodů TTL na $5\text{ V} \pm 10\%$). Tím je dána horní hranice napětí logické 1. Z technologických podmínek vyplývajících při výrobě, byla stanovena i spodní hranice napětí, při kterém je obvod schopen rozlišit logickou 1, to je 2,4 V. Pak začíná zakázané pásmo a pokračuje až ke hranici 0,6 V. Už z názvu vyplývá, že se nesmí v zařízení vyskytnout bit o napětí v rozmezí 0,7 až 2,4 V. V tomto rozmezí jsou zahrnuty tolerance vznikající při výrobě i jiné odchylky dané různými výrobci. Jednotlivé IO mohou totiž impulsy na této úrovni zpracovat různě - buď jako log. 0 nebo log. 1. A dostali jsme se k napěťové úrovni, vymezující log. 0. Na tu zbylo 0,7 V až 0 V. Log. 1 nebo log. 0 jsou nejmenší informace, které může číslicový obvod poskytnout, zkráceně se jim říká bit (anglicky binary digit - dvojková číslice). Abys mohl pomoci těchto dvou úrovní vyjádřit informaci nebo číslo, musíš je sestavit do správné kombinace (podobným způsobem sestavil pan Morse svou nesmrtelnou abecedu). Čili z písmen (bitů) složit slovo v kódu BCD (Binary - Codet - Decimal - dvojkový kódovaný desítkově). Slovo, které má 4 písmena (bity) se nazývá nibble. Slovo, které má 8 písmen (bitů) se nazývá byte (čti bajt). Obvod použitý v této stavebnici je přímým ekvivalentem obvodu SN 7400 americké firmy Texas Instruments, která první na světě uvedla na trh obvody řady 74. Od této řady je odvozena též řada Teclat MH 74. Mimo našeho výrobce ji do svého výrobního programu převzali i ostatní světoví výrobci integrovaných obvodů. Jako příklad ti můžu uvést firmu Philips a její řadu FJ.

Tento obvod není výrobcem opatřen žádnou ochranou proti chybnému připojení napájecího napětí Ucc. Proto je v tvé stavebnici připojen IO 1 pod pracovní plochou vodičem se záporným pólem zdroje. Pokud připojíš kladný pól zdroje vodičem chybně na svorku č. 7,

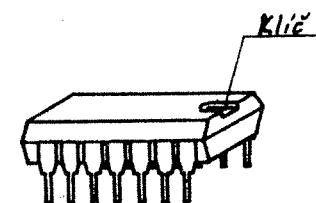
nehrozíš IO, ale zdroj, který začne pracovat do přímého zkratu a diodu D5, která se prorazí, pokud jsou monočlánky čerstvé. Zkratový proud baterie čtyř tužkových monočlánků je asi 5 A!

Takto zabezpečena není patice IO 2, protože u některých IO, které si můžeš v patici vyměnit, je nulový potenciál obvodu vyveden na jiný vývod.

Tati, a které další číslicové obvody můžu ještě použít?

Brzy bude v prodeji sada logických obvodů s návody a potom tě s nimi seznámím blíže.

Ale už teď bych tě chtěl upozornit na jednu důležitou věc - Při výměně IO se řiď tzv. klíčem (nazývá se tak malá prohlubeň v celé horní plochy pouzdra). Vývody IO jsou číslovány při pohledu shora - na rozdíl od vývodů tranzistorů, které jsou značeny při pohledu ze spodu.



A na závěr několik dobrých rad, kterými bych chtěl šetřit tvou nevýdělečnou kapsu:

1. Při propojování rozlišuj vodiče podle barvy - usnadní ti to orientaci v sestaveném obvodu.
2. Před připojením obvodu ke zdroji celou sestavu zkontroluj!
3. Do obvodu připoj vždy zdroj jako poslední (kontakt č. 76).
4. Při rozpojování začni vždy tímto kontaktem.
5. Před přestávkou delší jako týden vyjmi baterie z držáku a ulož na suché a chladné místo.
6. Nenechávej obvod pracovat bez dozoru - průvodním jevem baterie sešlé věkem nebo přetížené zkratem je prosakování elektrolytu, který působí agresivně na okolí - kontakty korodují a pracovní plocha se stává nevábnou.

Kontrolní otázka č. 19:

Kolik bitů může jeden logický člen NAND současně

- a) přijmout
- b) poskytnout

Kontrolní otázka č. 20:

Jak se jednoduchým způsobem přesvědčíš o tom, že dioda D5 není prorazena (nevede proud oběma směry)

7. Pokud se stane, že připájený IO budeš muset vyměnit, pracuj s páječkou opatrně a rychle. Jednotlivý vývod smíš zahřívát nejdéle 4 sec. Pamatuj si, že přehřátí IO znamená často jeho zničení – mezi pájením jednotlivých vývodů dělej přestávky.
8. Nesnaž se zvýšit jas svítek vynecháním předřazených rezistorů – bezprostředně ohrožíš nejen svítku, ale i hradlo IO (je-li použito).
9. Totéž platí o tranzistorech – dodržuj přesně návod i pracovní postup.
10. Před realizací obvodu podle vlastního návrhu si polož tyto otázky:
 - a) zachoval jsem správnou polaritu součástek?
 - b) nepřekročím někde hranici maximálního napětí nebo proudu?

Logické systémy:

Všechny číslicové logické obvody, od nejjednodušších hradel a inventů až ke složitějším mikroprocesorům, jsou vytvořeny v podstatě se vzájemně propojených kombinací jednoduchých obvodů, které modelují základní logické funkce.

Pět základních je označeno NOT (Ne), AND (I), OR (NEBO), NAND (NE I), NOR (NE NEBO).

Všechny uvedené logické členy mohou být rozšířeny na členy s více než 2 vstupy. Tak například výstupní hodnota členu AND s n vstupy bude log. 1 právě když všechny vstupní hodnoty budou log. 1. Činnost logických členů lze vyčerpávajícím způsobem popsat určením výstupní hodnoty pro každou možnou kombinaci vstupních hodnot – tzv. pravdivostní tabulkou.

Je důležité si uvědomit, že stav na výstupu závisí pouze na současném stavu na vstupu a nikoliv na předchozích stavech. Pořadí řádků v tabulce je tedy libovolné a výstupní signál je vždy určen pouze kombinací vstupních signálů v tomto řádku.

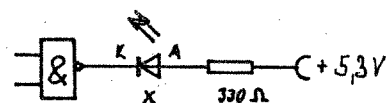
Je pro osvěžení průpravy, kterou ti poskytl Logitronik 01, je uvedena takulka č. 5.

Kontrolní otázka č. 21:

Které součástky stavebnice můžeš především ohrozit nedodržením uvedených zásad a čím?

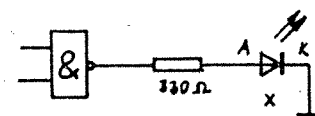
Uvedená náhradní zapojení jednotlivých logických členů budeš muset doplnit při aplikacích obvody vstupu a výstupu. A tady pozor, pro správnou funkci není důležitý způsob získání informace (tlačítko stlačeno popřípadě nestlačeno, svítkva svítí, popřípadě nesvítí), ale úroveň logického signálu – log. 1 nebo log. 0.

Svítkva svítí při Log. 0

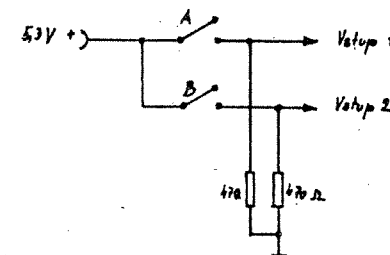
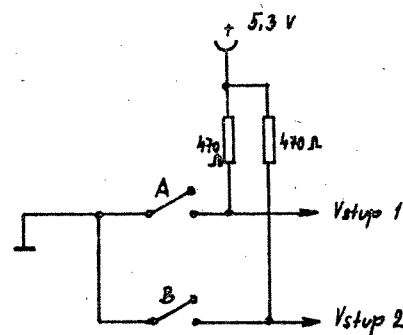


Napětí ve svítkve s rezistorem
 $U = U_{cc} - U_{il} = 5,3 - 0,7 = 4,6 \text{ (V)}$

Svítkva svítí při Log. 1



Napětí ve svítkve s rezistorem
 $U = U_{cc} = 5,3 \text{ (V)}$



Kontrolní otázka č. 22:

Jak jsou tvořeny číslicové logické obvody?

Najčastěji používaná logická hradla

ASA značení	ČSSR značení	Logická funkce	Pravdivostní tabulka	Znak hradla ONT 34 55 35	Znak hradla ASA	Náhradní zapojení s hradly NAND	Poznámka															
YES	AND	$f = A$ Čti: f se rovná A	<table><tr><td>A</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	f	0	0	1	1				nelineární převodník									
A	f																					
0	0																					
1	1																					
NOT	NE	$f = \bar{A}$ Čti: f se rovná NE A	<table><tr><td>A</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	f	0	1	1	0				invertor									
A	f																					
0	1																					
1	0																					
AND	I	$f = A \cdot B$ Čti: f se rovná A a B	<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	f	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1				logický součin (konjunkce)
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
NAND	NE I	$f = \overline{A \cdot B}$ Čti: f se rovná NE A a B	<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	f	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0				nagovaný logický součin
A	B	f																				
0	0	1																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				
OR	NEBO	$f = A + B$ Čti: f se rovná A nebo B	<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1				logický součet
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	1																				
NOR	NE - NEBO	$f = \overline{A + B}$ Čti: f se rovná NE A nebo B	<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	f	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0				nagovaný logický součet
A	B	f																				
0	0	1																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	0																				
EXCLUSIVE OR	VÝJIMEČNĚ NEBO	$f = A \bar{B} \oplus \bar{A} B$ Čti: f se rovná A a NE B nebo NE A a B	<table><tr><td>A</td><td>B</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0				non ekvivalence
A	B	f																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				

Kombinační obvody: Logická funkce je realizována velmi rychle, obvod nemá paměť, hodnoty vstupních signálů jednoznačně určují hodnoty výstupních signálů. Typickým představitelem jsou převodníky kódů.

Sekvenční obvody: Jsou pomalejší než kombinační, logické hodnoty výstupních signálů jsou určeny nejen okamžitou hodnotou vstupních logických hodnot, ale závisí i na dřívějších logických stavech. Patří sem počítače, klopné obvody, paměti, posuvné registry.

Hranice mezi kombinačními a sekvenčními obvody není přesně vymezena, protože soustava kombinačních logických členů představuje celek postačující k tvorbě logického obvodu, tedy i sekvenčního.

Chceš-li si „postavit“ nějaký číslicový logický systém, budeš vycházet z toho, co tento systém má dělat, jakou má mít funkci, zkrátka formuluješ chování, které vyjádříš v nějaké vhodné podobě např. pravdivostní tabulkou, grafem, logickou rovnicí apod. Výsledkem této činnosti jsou tedy podklady struktury odpovídající požadovanému chování. V další etapě musíš vytvořit logické schéma, zobrazující obvod požadovaných vlastností. Přitom je třeba respektovat vlastnosti všech prvků obvodu. Aby se ti nestala syntéza logických obvodů pouhým tápáním a intuitivním hledáním vyhovujícího řešení, je nutné, používat správné termíny a osvojit si metodu práce v dvouhodnotové logice.

Funkce elektrických obvodů je určena jistou množinou fyzikálních veličin (napětí, proud, odpor atd.) a vztahy mezi nimi. Některé veličiny přitom můžeš považovat za vstupní, jiné jsou veličiny výstupní. Veličiny, které nejsou ani vstupní ani výstupní, označujeme jako vnitřní proměnné. Vstupní a výstupní veličiny daného systému mohou obecně nabývat nejrůznějších hodnot. My budeme uvažovat pouze takové systémy, u nichž vstupní a výstupní veličiny mohou nabývat pouze dvou hodnot. Takový fyzikální systém budeme nazývat logickým obvodem.

Logický obvod - je druh fyzikálního systému, který se vyznačuje tím, že každá veličina v tomto obvodu nabývá v ustáleném vztahu pouze dvou hodnot, jež patří do dvou vzájemně se nepřekrývajících množin.

Logický signál - je druh fyzikálního signálu, který nabývá pouze hodnot patřících do dvou vzájemně se nepřekrývajících množin. Tyto množiny značíme symboly 0 a 1 a nazýváme je logická nula a logická jednička (nebo L a H - úroveň L úroveň H). Potom odpovídá u číslicových integrovaných obvodů log. 0 napětím menším než 0,7 V a log. 1 napětí většímu než 2,4 V.

Logický člen - je součástka nebo přístroj, jímž se realizují logické funkce. Tvoří základ pro stavbu logických obvodů.

Logický systém - je ucelený soubor logických členů a pomocných zařízení, kterými se realizují logické obvody. Každý ucelený logický systém se skládá z jednotlivých členů umožňujících:

- a) získat vstupní informaci - činnost logického obvodu závisí na stavu zařízení, které ovládá a na požadavcích obsluhy. Patří sem snímače log. signálů a ovládací a nastavovací prvky.
- b) Zpracovat informaci - funkční část
- c) Využít informaci - výstupní obvody
- d) Přenést informaci - zařízení pro přenos informace

BOOLEOVA ALGEBRA

Je založena na pojmu pravdivosti nebo nepravdivosti jevu. Jsou definovány tři různé stavy (vztahy) mezi jevy.

Jsou to:

- logický součet
- logický součin
- negace

Logické proměnné vztahy mezi nimi lze zaznamenat několika způsoby:

- algebraický zápis
- pravdivostní tabulka
- grafický zápis (Vennův diagram, mapa)

Je-li výrok pravdivý, přiřadíme mu log. 1, je-li výrok nepravdivý přiřadíme mu log. 0. Pravdivost nebo nepravdivost výroku je tedy logickou proměnnou. Jednoduchý výrok je buď pravdivý nebo ne-

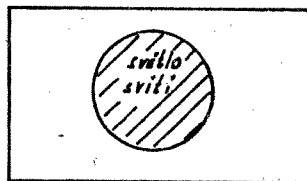
Kontrolní otázka č. 23:

V čem spočívá rozdíl mezi kombinačními a sekvenčními obvody?

Kontrolní otázka č. 24:

S kolika hodnotami pracuje Booleova algebra?

pravdivý. Například výrok „Světlo svítí“. Vennův diagram je na obrázku:

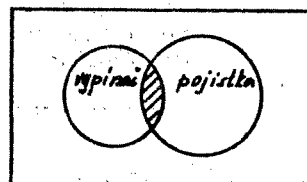


Vidíme, že obsahuje 2 plochy odpovídající pravdivosti nebo nepravdivosti výroku. Logická proměnná tohoto výroku je 1, je-li výrok pravdivý a 0, je-li nepravdivý. Třetí možnost nemůže nastat.

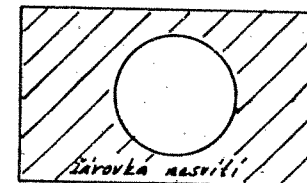


Druhý výrok zní „Televize hraje“. Složený výrok je např. „El. spotřebič je zapnutý“. Spojme nyní výroky: „Když svítí světlo nebo hraje televize, je zapnutý el. spotřebič“. Je zřejmé, že složený výrok je pravdivý, je-li pravdivý alespoň jeden z výroků základních. Takovéto logické funkce říkáme logický součet. Na obrázku představuje vyšrafovanou část.

Logický součin – základní výroky – „pojistka je dobrá“, „Vypínač je zapnutý“, složený výrok – „žárovka svítí“. Spojíme výroky: Je-li dobrá pojistka a vypínač je zapnutý, pak žárovka svítí.“ Složený výrok je pravdivý jen tehdy, jsou-li pravdivé oba základní výroky současně. Taková logická funkce se nazývá logický součin. Vennův diagram je na obrázku, kde vyšrafovaná část představuje logický součin.



Negace – všimni si blíže vztahu mezi výroky „Žárovka svítí“ a „Žárovka nesvítí“. Pravdivosti obou výroků jsou právě opačné, je-li pravdivost prvního výroku 1, je pravdivost druhého 0 a naopak. Můžeš říct, že jeden výrok neguje druhý. Vennův diagram pravdivosti výroku „Žárovka nesvítí“ je na obrázku, kde vyšrafovaná část je log. 1 pro výrok „Žárovka nesvítí“.



Při promýšlení předchozích řádků používej jako pomůcky obvody popsané v tabulce č. 5 nebo zapojení ve stavebnici Logitronik 01.

Milý synu, šedivá je teorie, zelený je strom života. Vraťme se k našemu modelu. Pokud jsi zodpověděl všechny předchozí otázky úspěšně, můžeš přikročit k realizaci zajímavých zapojení.

Začneme snímači – odborně řečeno periferní jednotkou, která nám umožňuje styk s logickou částí systému.

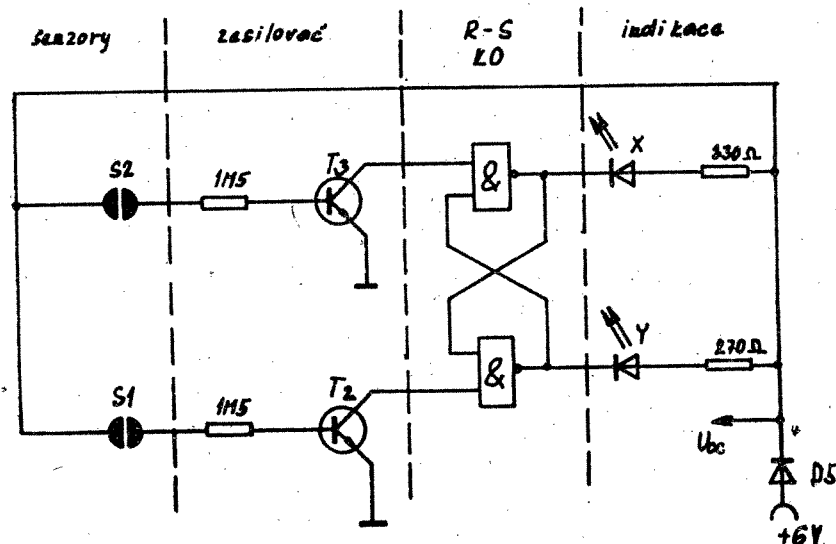
Dotekové snímače:

Používají se v zabezpečovací technice, zdravotnictví, v energetice, slouží jako ovladače moderních komunikačních přístrojů, prostě všude tam, kde je potřeba rychlé, pohotové a přitom nenáročné obsluhy bez složitého přepínání a manipulování s přístrojem.

Kontrolní otázka č. 25:

Uveď algebraické formy zápisu uvedených funkcí: logický součin
logický součet
negace

Zapojení se senzorem:



Postup zapojování:

senzory: 72 - 39, 74 - 37,
KO R - S: 10 - 6, 8 - 4,
indikace: 6 - 88, 4 - 91,
zesilovač: 40 - 19, 18 - 9, 38 - 96, 98 - 5,
napájení: 97 - 7 - 20, 14 - 73 - 86 - 89 - 76,

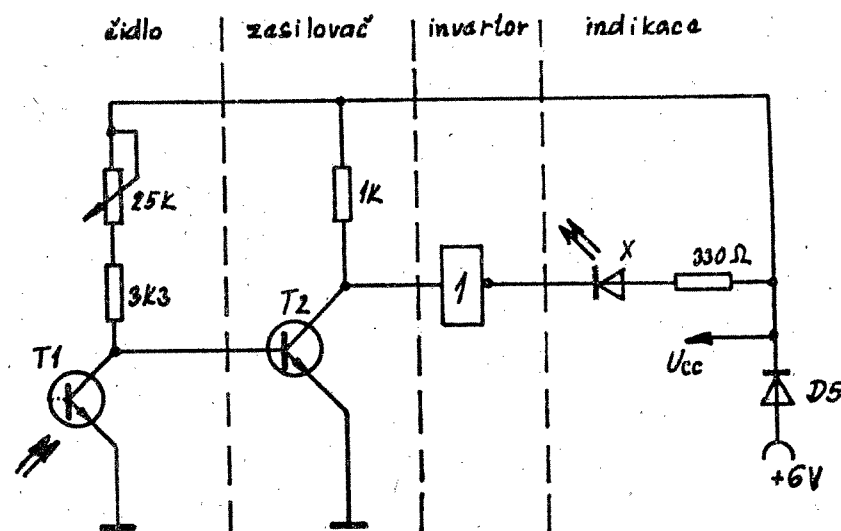
Spojením obou plošek prstem (kůže má odpor řádu megaohmů) přivedeš velmi malé kladné napětí na řídicí elektrodu tranzistoru (někdy je třeba pomoci prstu navlhčením), který je zapojen jako zesilovač výkonu. Je-li toto napětí dostatečné, tranzistor se otevře a na jednom vstupu hradla KO R - S se objeví impuls - log. 0. Obě větve snímačů jsou zapojeny identicky. Proto si na výstupu udržel klopný obvod indikaci bitu, který přišel na jejich vstup jako poslední i po skončení činnosti senzorů až do chvíle, než přijde bit následující.

Kontrolní otázka č. 26:

Lze otevřít sensorový spínač i jiným způsobem než dotekem?

Světelný spínač:

Jeho použití je velmi rozmanité - šetří energii při zapínání veřejného osvětlení v závislosti na intenzitě slunečního svitu, bezkontaktním způsobem zjišťuje obrátky motorů (zpracovává světelné impulsy z odrazných plošek umístěných na kotouči, který se otáčí spolu s hřídelí), řídí natáčení tepelných kolektorů za sluncem, hlídá dveře výtahů, snímá tvary součástí v NC strojích, čte děrnou pásku počítače atd.



Postup zapojování:

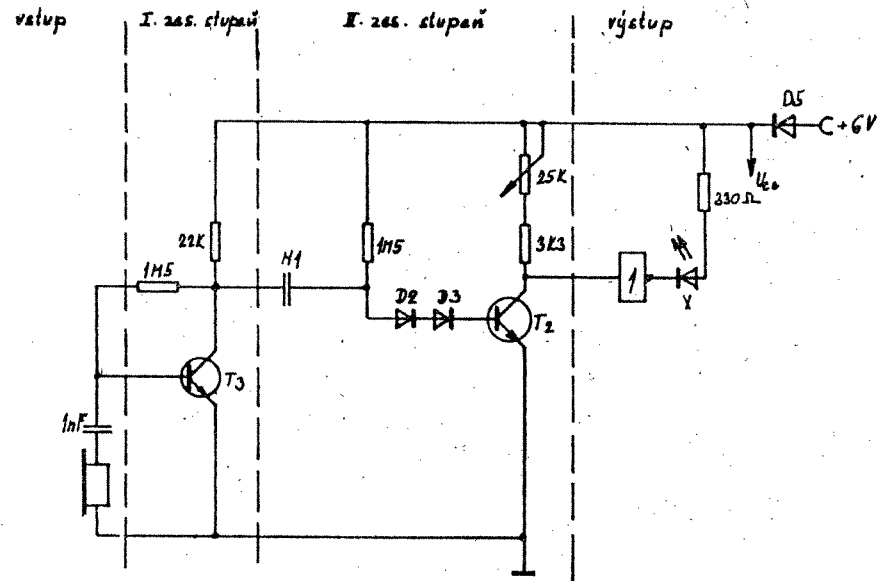
čidlo: 28 - 16 - 19, 27 - 41,
zesilovač: 18 - 9 - 10,
indikace: 8 - 88,
napájení: 7 - 20 - 15, 17 - 42 - 43 - 14 - 86 - 76,

Kontrolní otázka č. 27:

Jak rychle se šíří signál, který je schopen světelný snímač zaznamenat?

Zvukový snímač:

Je určen ke snímání intenzivních zvuků, mechanického chvění apod. V praxi jeho použitelnost stoupá v kombinaci s kmitočtovými filtry (snímač pak snímá jen úzké kmitočtové pásmo).



Postup zapojení:

vstup: 100 - 52, 40 - 53 - 96, 98 - 34 - 39 - 45,
II. stupeň: 37 - 44 - 79, 78 - 82, 83 - 19, 28 - 43, 42 - 41 - 18,
výstup: 18 - 9 - 10, 8 - 88,
napájení: 99 - 97 - 107 - 7 - 20, 33 - 27 - 38 - 14 - 86 - 76,

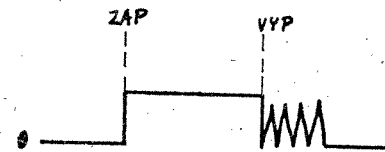
Tlak vzduchu, vyvolaný zvukem, vychýlí membránu sluchátka, která je přes táhlo spojena s jádrem cívky. Pohyb kotvy v cívce vyvolá slabý el. impuls, který je přes oddělovací kondenzátor přiveden na bázi zesilovacího tranzistoru T3, ten vybudí zesilovací tranzistor ve II. stupni. Intenzita proudového impulsu je na výstupu z tohoto stupně již na takové úrovni, že je možné ji zpracovat logickým obvodem (tzv. napěťový rozkmit).

Kontrolní otázka č. 28:

Pracoval by zvukový snímač v kosmickém prostoru?

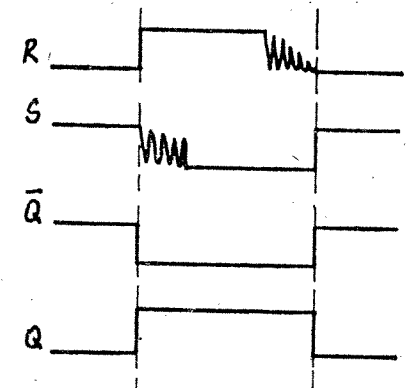
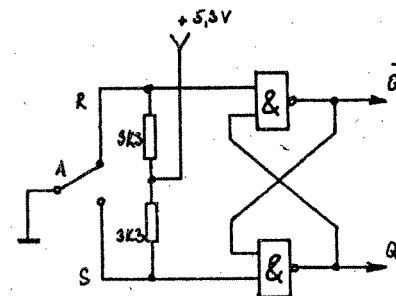
Kontaktní snímače:

Patří mezi ně různé typy koncových, vačkových, plovoucích, vibračních aj. spínačů. Všechny typy spínačů tohoto druhu mají jednu společnou nevýhodu - zákmit. (Spojení a především rozpojení kontaktů je provázáno sérií el. zákmitů, způsobených částečně třením různě vodivých plošek kontaktů po sobě a částečně i ionizací plynů. Na obrazovce osciloskopu by se ti zapnutí a vypnutí tlačítka jevílo asi takto:



R	S	Q	\bar{Q}
0	0	1	1
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	0	0

Z oscilografu je zřejmé, že všechny zákmity by se v číslicovém obvodu projevíly jako rušivé, přechodové děje. Proto se vždy impuls z kontaktního zdroje zpracovává tvarovacím obvodem, obvykle R - S.



Je-li přepínač A v klidové poloze (viz. obr.) mají výstupy úroveň $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$. Po překlacení přepínače do opačné polohy se přeplopi také klopný obvod ($Q = 0$, $\bar{Q} = 1$).

Kontrolní otázka č. 29:

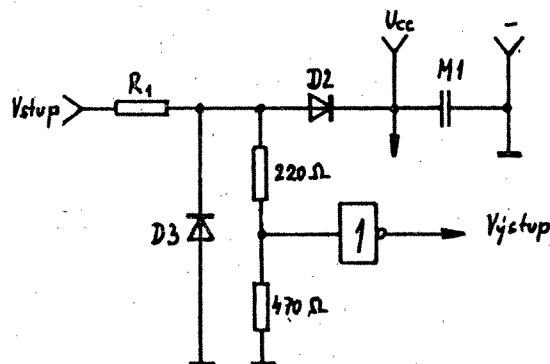
Poč rušivým impulsům odolává klopný obvod R - S?

Na příkladu kontaktních senzorů vidíš, jak je důležité dodržovat pro správnou činnost číslicového zařízení pravidla určená pro vzájemné propojování těchto prvků mezi sebou. Jde tu také o problém rozvodu napájecího napětí a rozvodu logických signálů. Např. délka nejdelších vodičů ve tvé stavebnici (25 cm) není samoúčelná, ale je maximální povolenou délkou volného vodiče při rozvodu logického signálu. Strmost hran impulsů je u řady MH 74 v oblasti 15 nanosekund (15 tisíciny vteřiny). To se rovná desítkám MHz, což je pásmo VKV – jsou tedy problémy spadající do oblasti přenosů VF signálů po vedení.

VSTUPNÍ OBVODY PRO PŘÍZPŮSOBNOST SIGNÁLŮ:

Převodníky vstupních signálů (napětí):

Každý číslicový systém je ovládán vnějšími signály. V předchozí kapitole jsi se seznámil s případy, kdy těmito ovládacími prvky byly světelný, zvukový a dotekový senzor (čidlo). Vstupní signály do logického systému však musí být použitelné pro další zpracování. Realizátor systému musí v praxi vždy samostatně posoudit, jak toto zabezpečení provést. Druh zabezpečení se musí řídit povahou technického okolí systému, rychlostí přenosových cest atd. Při napojování vstupních signálů často nemá vstupní signál napěťovou úroveň vhodnou k přímému napojení. Proto je nutná úprava pomocí převodníku. Podle velikosti vstupní amplitudy se pak řídí velikost vstupních odporů. Musíš mít vždy na paměti, že integrované obvody jsou citlivé na překročení mezních napětí na svých vstupech. Proto musíš tato zapojení používat s rozvahou. Příklad obvodu pro zpracování impulsů o vyšší úrovni než 5 V vidíš před sebou:



Amplituda vstupního impulsu se omezuje diodou D2 tak, aby při napájecím napětí 5 V nepřesáhla hodnota napětí za odporem R1 velikost 5,7 V. Velikost odporu R1 odvodíš podle velikosti vstupního napětí (z Ohmova zákona)

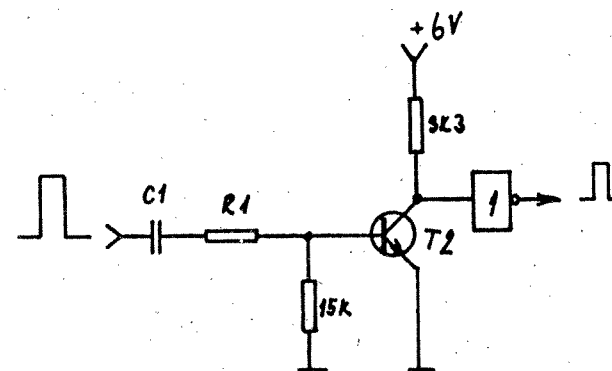
$$R = \frac{U_1 - U_2}{I}$$

Hodnota I se mění – pro log. 0 je menší než 40 μA, pro log. 1 je menší nebo rovno 1 mA, – budeš tedy samozřejmě uvažovat proud I pro log. 1.

Dioda D3 chrání vstup invertoru proti záporným impulsům (při jejich výskytu na R1 jsou pomocí D3 svedeny na zem). Napájení integrovaného obvodu je vhodné vždy blokovat kondenzátorem 50 až 100 nF, protože vstupní signály mohou mít poškozenou strmost hran a u těchto inventur tak stoupají spínací ztráty, které by svými proudovými špičkami mohly rušit další logické členy.

Pro přenosy ze vzdálenějších míst je výhodnější použít vstupní obvod s tranzistorem, který je odolnější na překročení mezních podmínek. Jde především o stavy, kdy se do vedení indukují rušivá napětí o velkých amplitudách. To znamená, že vhodným zapojením tranzistorů dosáhneš i značné šumové imunity.

Obvod pro převod vstupních kladných impulsů:

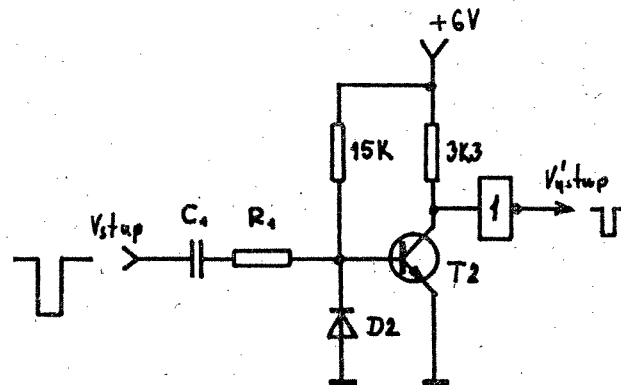


Kontrolní otázka č. 30:

Na jaká napětí jsou integrované obvody zvlášť citlivé?

Přijde-li signál kladné polarity, zvýší se napětí báze a přes rezistor R1 (nutno vypočíst odpor) začne procházet nabíjecí nebo vybíjecí proud kondenzátorem C1 (druh proudu záleží na tom, jaké stejnosměrné předpětí má generátor proti zemi).

Obvod pro převod vstupních záporných impulsů:



Tranzistor je trvale buzen přes rezistor 15 k. V okamžiku, kdy přijde záporný impuls, poklesne napětí báze a tím je odbuzen tranzistor a impuls se přenesne na vstup hradla.

Obě uvedená zapojení mají tu výhodu, že generátor impulsů může mít stejnosměrné předpětí proti zemi vstupu. Této vlastnosti můžeš s výhodou použít tam, kde generátor není spojen se zemí vstupního obvodu. Odpory R1 omezují proud a můžeš je vypustit. Kondenzátory C1 tvoří s odpory časovou konstantu, kterou je omezena šířka přenášeného impulsu.

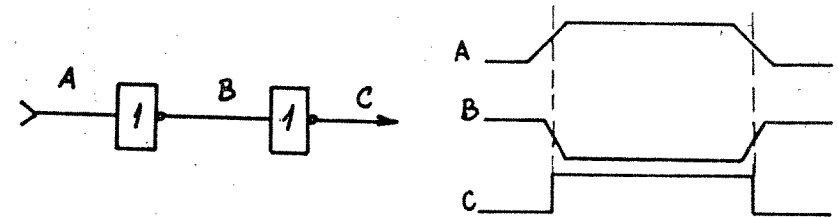
Tvarovací obvody:

Signály, které získáš z převodníku napětí, obvykle nemají příliš strmé hrany. Ty je nutno obnovit, protože impulsy se zaoblenými hranami (vzájemný úhel je větší než 90°) mohou být chybně zpracovány. Záleží hlavně na tom, jak značně je signál deformován. Podle toho pak použiješ vhodně zapojený tvarovač. Při svých po-

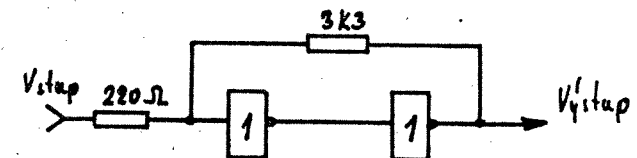
Kontrolní otázka č. 31:

Proč je tranzistor odolnější rušivým impulsům víc než logický člen, na jehož vstupu je v podstatě také tranzistor?

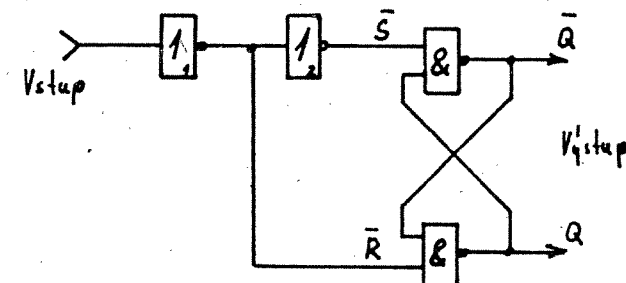
kusech musíš vystačit s experimentováním, v praxi se tvar impulsů zjišťuje pamětovým osciloskopem. Nejjednodušším tvarovacím obvodem je zapojení kaskády inventurů:



Zapojení si můžeš vylepšit úpravou podle následujícího obrázku zavedením kladné zpětné vazby rezistorem, která urychlí přechod vstupu hradla přes rozhodovací úroveň (hranu). Tím se nutně stávají hrany strmější než u předešlého zapojení.



Oba popsané obvody se hodí pro úpravu hran vstupních signálů, pokud nejsou hrany delší než 400 ns. Při větší délce se objevují zátky na hranách impulsů, což je zapříčiněno pomalým přechodem vstupních signálů hradla přes rozhodovací úroveň. K tvarování signálů s delšími hranami je vhodný následující obvod:



Kontrolní otázka č. 32:

Popiš nejjednodušší způsob úpravy hran impulsů.

Obvod využívá vlastností klopného obvodu RS. Vstupní invertor 1 částečně vytváří vstupní signál a zároveň může sloužit jako vstup z dlouhého vedení. Invertor 1 vytváří spouštěcí impuls S, zatímco výstup invertoru 1 vytváří impuls R. Signály R a S jsou vždy časově posunuty o zpoždění vzniklé na invertoru 2 a tím nemůže dojít k jejich současnemu vybavení.

Výstupní obvody:

Každé zařízení musí mít nějakým způsobem zajištěn styk s řízeným objektem, popřípadě informovat okolí o svých vnitřních stavech. K předávání informací jsou ve většině případů potřebné vyšší energetické úrovně, než které jsou schopny dodat samostatné logické členy (malou výjimkou jsou svítivky).

Používané výstupní prvky:

- tranzistor
- tyristor
- triak

Pomocí těchto prvků je možno ovládat i jiné druhy energie než je elektrická. Příklad:

- tranzistor - el. motorek
- tyristor - el. mag. ventil - solenoid
- triak - žárovka

Tatí, tranzistor už tak trochu znám, ale tyristor a triak jen z doslechu. Co umí?

Pro realizaci pokusů s těmito součástkami si budeš muset opatřit výkonový modul, který se bude prodávat jako doplněk stavebnice a obsahuje:

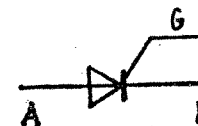
- výkonový tranzistor pro proudy do 1 A
- tyristor 1 A
- elektromagnet

Zatím tedy jen heslovitě:

Kontrolní otázka č. 33:

Proč je nutno používat výstupní obvody?

Tyristor

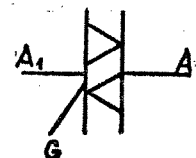


Říká se mu taky řízená dioda - mimo katody a anody má ještě jednu elektrodu zvanou řídící (značí se G). Zapojíš-li tyristor do obvodu, chová se v obou směrech jako rezistor s velkým odporem, otevřít jej musíš kladným impulsem, přivedeným na řídící elektrodu. Po otevření se chová jako dioda, to znamená, že při připojení na zdroj střídavého napětí propouští jen polovinu sinusovky. Vhodnou volbou řídicích impulsů lze dosáhnout časového zpoždění při průchodu proudu tyristorem v propustném směru. Tohoto jevu se využívá při výkonové regulaci spotřebičů (např. topné spirály vařiče).

Jeho uzavření je však poněkud komplikované, v zásadě to můžeš uskutečnit třím způsobem:

- 1) Odpojením napětí od řídící elektrody (na to ale reaguje tyristor jen tehdy, je-li zatížen činným odporem např. žárovkou. Pokud máš v řízeném obvodu zapojenu zátěž kapacitního nebo induktivního charakteru - tyristor nevypíná)
- 2) Krátkodobým přivedením kladného impulsu na katodu tyristoru (na okamžik tím vyrovnáš rozdíl napětí na anodě a katodě, tím zamezíš průtoku proudu a tyristor se uzavírá).
- 3) Přerušením toku proudu vypínačem umístěným v anodové nebo katodové větvi.

Triak:

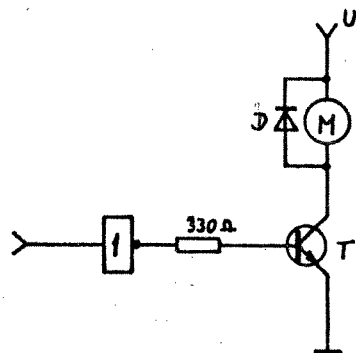


Kontrolní otázka č. 34:

Uveď použití tyristorů.

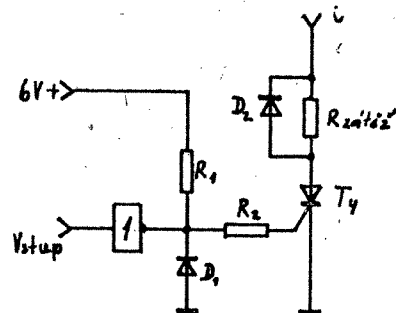
Chová se obdobně jako dva antiparalelně zapojené tyristory se společnou elektrodou. Protože však propouští proud oběma směry (střídavý) neoznačují se jeho vývody katoda a anoda, ale jako výkonové elektrody A1 a A2. Od tyristorů se ještě triaky liší v tom, že do vodivého stavu je můžeš uvést signálem libovolné polarity a uzavřít prostým odpojením napětí od řídicí elektrody.

Buzení tranzistoru invertorem:



Logický signál z invertoru je rezistorem $330\ \Omega$ přizpůsoben proudu báze tranzistoru. Dioda D má za úkol při sepnutém tranzistoru omezit napěťové špičky vznikající ve vinutí motorku samoindukcí.

Buzení tyristoru invertorem:



Kontrolní otázka č. 35:

Může triakem procházet stejnosměrný proud?

Funkce součástek:

D1 - omezuje záporné impulsy na výstupu hradla

D2 - omezuje induktivní napěťové špičky

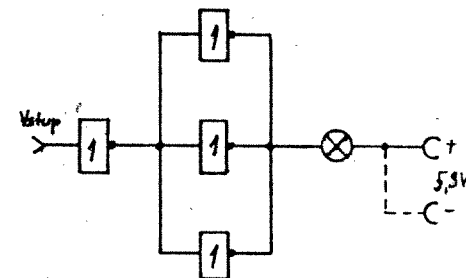
R1 - zajišťuje předpětí řídicí elektrody tyristoru

R2 - upravuje proud řídicí elektrody

Ovládání triaku je obdobné.

Pro ovládání nenáročných spotřebičů se vyrábějí výkonové logické členy (např. MH 7437), jejichž logický zisk je vyšší - v případě MH 7400 je logický zisk $N = 10$, tzn. že z jednoho výstupu hradla NAND můžeš napojit až 10 vstupů jiných hradel NAND.

V jistých případech, kdy potřebuješ odebrat vyšší výkon než na jaký stačí výkon jednoho log. členu a přidávat další prvek (např. tranzistor) je neekonomické, můžeš postupovat tak, že členy zapojuješ jako invertory vedle sebe. V uvedeném zapojení lze zvýšit N (log. zisk) 3x (ztrátový výkon stoupne z 10 mW, na 30 mW).



Při tomto druhu zapojení však musíš zvážit tato fakta:

- 1) Bude žárovka indikovat log. 0 nebo log. 1 - to závisí na připojení výstupu žárovky na kladný nebo záporný pól zdroje. Výstupní proud je u jednoho hradla při log. 1 asi 8 mA, při log. 0 asi 20 mA.
- 2) Odpor studeného vlákna je mnohonásobně nižší než odpor vlákna žhavého (na který se vztahují údaje uvedené na žárovce).

Kontrolní otázka č. 36:

Co je to logický zisk?

Multiplex a demultiplex:

Multiplexní zapojení se používá pro sériový přenos informací z jedné části systému do druhé. Jeho výhoda spočívá ve velké úspoře přenosových cest a charakterem činnosti je zvláště vhodný pro logické systémy. Vzdáleně připomíná dvojitý mnohapólový přepínač. Dvojitý proto, že jedna část je zapojena v obvodu informace vysílající a druhá část s tou první synchronizovaná, je zapojena v obvodu informací přijímajícím - pracujícím jako demultiplex. Zdroje a přijímače informací jsou řízeny stejným taktem z jednoho generátoru tak, aby postupné testování jednotlivých zdrojů informací proběhlo relativně jako celek v čase zaručeně kratším než jaký obnáší zpracování jedné informace z jednoho zdroje. Typickým příkladem je kalkulačka - její klávesnice nebo displej.

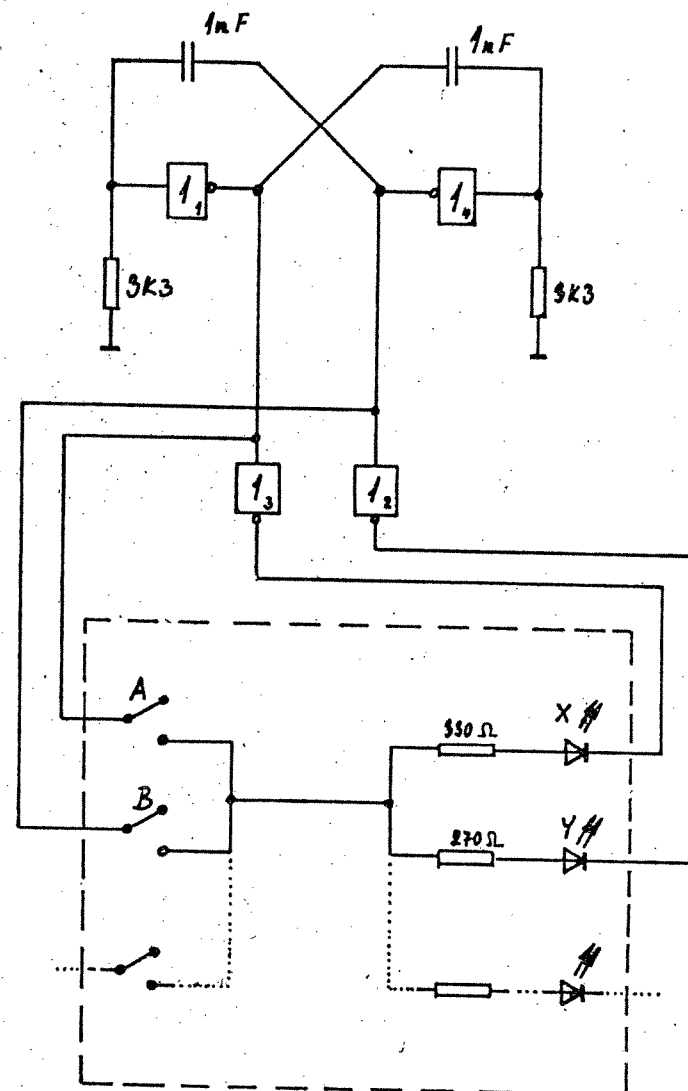
Tak vidíš, tati, a mě se zdál ten můj skřítek po otevření nějaký ošizený - 45 tlačítek a jen 14 vývodů!

To je proto, že tlačítka nejsou napevno a stále připojena k systému, ale i ve chvíli, kdy je kalkulačka zapnuta, ale nepočítáš s ní, jsou přes multiplexer neustále postupně všechna po dobu několika desítek ns připojována a vzápětí odpojována od systému.

Jedno velmi jednoduché zapojení je na obrázku. V praxi by jsi přidal 1 vodič a tím ušetřil celou elektroniku, ale pro názornost je důležité to, co obsahuje rámeček. Další aplikace můžeš najít ve stavebnici Logitronik 01 na straně 21 až 22.

Postup zapojování:

multiplexer: 30 - 50 - 113 - 112, 28 - 52 - 101 - 102,
67 - 49 - 103 - 104 - 105, 64 - 53 - 111 - 110 - 109,
108 - 88, 106 - 91,
multiplexovaný obvod: 63 - 66 - 86 - 89,
napájení: 107 - 7 - 27 - 29, 114 - 76,



Kontrolní otázka č. 37:

Proč multiplexní zapojení snižuje počet propojovaných vodičů?

Poloviční sčítačka:

Provádět aritmetické operace je základním úkolem číslicových zařízení a elementárním úkolem je provádět součet dvou binárních řádů. K tomu se používá člen, který se nazývá poloviční sčítačka. Tento obvod musí sečíst 2 binární řády a odvodit signál přenosu do dalšího řádu.

Postup zapojování:

vstup: 22 - 9 - 5 - 63, 24 - 10 - 13 - 66,

AJ: 8 - 12 - 1 - 2 - 4, 11 - 13, 6 - 112, 111 - 104 - 105, 3 - 102 - 101

výstup: 106 - 91, 103 - 88,

napájení: 107 - 7 - 21 - 23, 14 - 114 - 64 - 67 - 86 - 89 - 76,

Ahoj tati, podívej co jsem sestavil - a šlapalo mi to hned na poprvé.

Hm. Tak mi k tomu něco pověz!

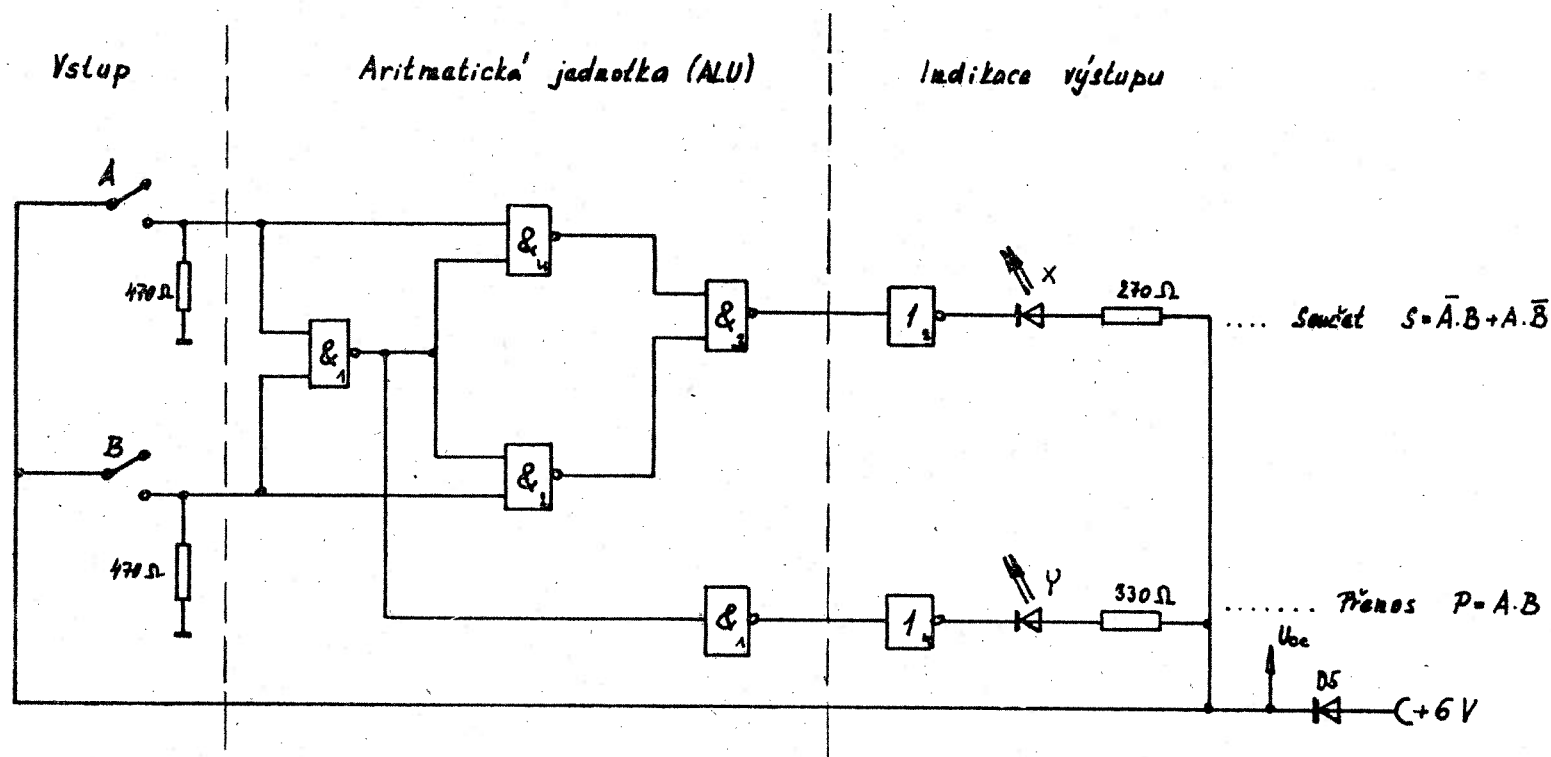
To je přece jednoduché. Když stisknu tohle tlačítko, tak mi to svítí tady, když to první pustím a stisknu druhé svítí mi to zase tady.

No a dál?

Co dál?

Kontrolní otázka č. 38:

Sestav pravdivostní tabulku.



Tak já se tě po kusím doplnit. To co jsi vytvořil je významný obvod. Umožňuje totiž strojům poskytnout lidem informace početní formou, která je nám nejbližší – desítkovou soustavou. Moderní počítačí stroje totiž pracují jinak než lidé. Mohou mít prakticky neomezenou paměť, jsou nepředstavitelně rychlé a přitom jsou sestaveny z polovodičových součástek, které mají určitou toleranci.

Už si vzpomínám, jednou jsi mi povídal o číselných systémech, ale když už jsme u desítkové soustavy a dekodéru proč třeba konstruktéři celou věc nezjednoduší a nepřidělí třeba matematické jedničky impuls o napětí 1 volt, dvojce napětí 2 V, atd.!?

Žádný konstruktér by za současných podmínek nedokázal sestavit složitější obvod na principu jaký navrhuješ ty. A ani toho není zapotřebí. Převod do potřebné soustavy obstará kodér, převod zpět dekodér. Já vím, například letos ti bude devět let, pamatovat si toto číslo jako dvojkové by bylo hrozné – 1001. Ale zkus se podívat na celý problém z odstupu. Pravidla desítkové aritmetiky se učíš už tři roky. Abys mohl sečíst jakékoliv dvě desítková čísla, musíš znát z paměti řadu dalších číselných vztahů, jako je $1 + 1 = 2$, $2 + 3 = 5$, $5 + 5 = 10$.

Usmíváš se, je to jednoduché, ale jen proto, že jsi se to předtím naučil. Desítkový systém je ti blízký proto, že se s ním každý den setkáváš. Ale raději se už nebudu zmiňovat o stovkách pravidel, které si budeš muset pamatovat při dělení, násobení a odčítání. Jejich osvojení potrvá řadu let. Pravidla dvojkové (binární) aritmetiky můžeš zvládnout za několik minut! Platí zde jen několik málo pravidel. Tady jsou například všechna pro dvojkové sečítání:

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 0 \end{aligned}$$

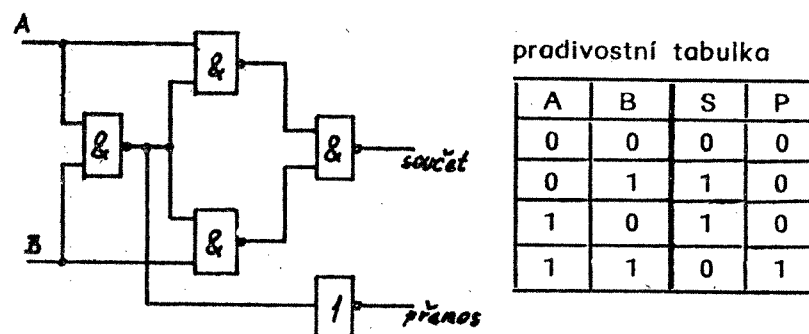
A přesnost do dalšího řádu: $1 + 1 + 1 = 10 + 1 = 11$

Ale tati, mám dojem, že o těchto exkluzivních rovnicích jsme si povíдали nedávno, a to jsi slíbil, že se k nim vrátíš.

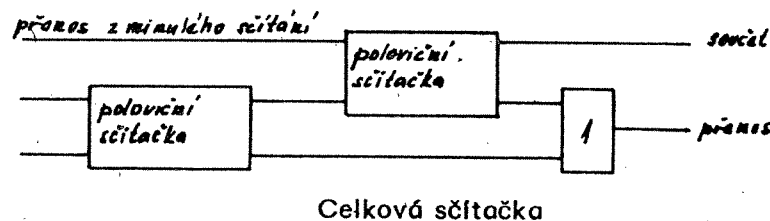
Kontrolní otázka č. 39:

Překryj výsledky pravidel pro dvojkové sečítání a samostatně si proveď vztahy, které ti utkvěly v paměti!

Máš pravdu, je to vlastně pravdivostní tabulka hradla EXCLUSIVE-OR (výjimečné – nebo). Tehdy jsme si řekli, že na výstupu je úroveň log. 1 pouze tehdy, je-li na prvním, nebo druhém vstupu úroveň log. 1. V ostatních dvou případech je na výstupu log. 0. To je stejné jako u zákonů pro sečítání ve dvojkové soustavě s tou výjimkou, že bychom potřebovali při sečítání $1 + 1$ získat ještě jeden bit s úrovní log. 1 jako přenos do dalšího řádu. A všimni si na obrázku, že můžeš vytvořit takový obvod velice snadno.



Tento užitečný obvod se nazývá poloviční sčítačka a pomocí něj můžeš sečíst jakýkoliv ze dvou dvojkových bitů. K tomu aby jsi doplnil zákony dvojkového (binárního) sečítání potřebuješ obvod nazývaný celková sčítačka a princip je na obrázku:



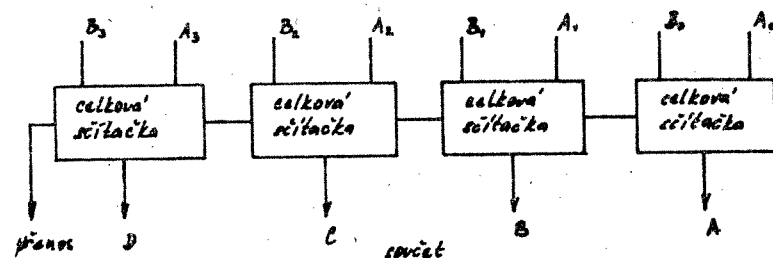
Kontrolní otázka č. 40:

Jaké početní operace můžeš provádět s polosčítačkou?

Vidíš, že se vlastně skládá ze dvou sčítaček a obvodu OR.

Ze sčítaček můžeš vytvořit řetězec, tzv. dvojkovou sčítačku, která je schopna sčítat čísla zakódovaná mnohanásobnými bity.

Pokud se chceš přesvědčit – máš možnost. Na obrázku je čtyřbitová sčítačka, která dovede sečíst dvě čtyřbitová čísla, která přivedeš na vstup:



Příklad:

1101	slovo A ($A_3A_2A_1A_0$)
+ 0101	slovo B ($B_3B_2B_1B_0$)

10010	(přenos a DCBA)

Tati, ale když já nevím co jsem vlastně spočítal. Neboj, to zvládnem.

Podívej, tak například desítkové číslo 365 můžeš rozepsat – $300 + 60 + 5$. Pozice každé číslice v čísle 365 určuje kolika násobkem deseti ta, či ona číslice je.

$$\begin{array}{r} 365 = 3 \times 10^2 = 300 \\ 6 \times 10^1 = 60 \\ 5 \times 10^0 = 5 \\ \hline 365 \end{array}$$

Kontrolní otázka č. 41:

Sečti dvojková čísla: a) 1101 b) 1111 c) 0001 d) 0001
 0111 0001 1111 1100

Dvojková čísla můžeš rozšířit použitím téže metody – a pak zase přeměnit na jejich desítkové protějšky. Dvojková soustava má pouze dva bity, a pozice bitu ve dvojkovém čísle je určena mocninou čísla 2.

$$\begin{array}{r} \text{Tak například: } 1001 = 1 \times 2^3 = 1000 \\ 0 \times 2^2 = 0000 \\ 0 \times 2^1 = 0000 \\ 1 \times 2^0 = 0001 \\ \hline 1001 \end{array}$$

Chceš-li přeměnit binární číslo 1001 na jeho desítkový ekvivalent, změníš jak mocniny dvou na jejich desítkové hodnoty a sečteš výsledek.

$$\begin{array}{r} 1001 = 1 \times 8 = 8 \\ 0 \times 4 = 0 \\ 0 \times 2 = 0 \\ 1 \times 1 = 1 \\ \hline 9 \end{array}$$

Převod dvojkového čísla na desítkové vypadá takto:

sestaviš vzestupnou řadu mocnin dvou z každého bitu v čísle, počínaje zprava (od nejméně významného bitu) pak sečteš mocniny dvou nad každým bitem a nevěšíš si těch dvou, které jsou nad nulovými bity.

Příklad: převed' dvojkové číslo 1100110 na desítkové. Postupuj v pořadí ABCD.

B – nadepiš mocniny (od konce)	64	32	16	8	4	2	1
A – rozepiš čísla	1	1	0	0	1	1	0
C – přepiš mocniny nad jedničkovými bity	64	+ 32	+ 0	+ 0	+ 4	+ 2	+ 0
D – sečti zbylé mocniny							= 102

Převod desítkového čísla zpět na dvojkové je stejně rychlý jako elegantní. Vtip spočívá v opakovaném dělení desítkového čísla dvěma. Zbytky každého dělení, které budou vždy 0 nebo 1 se stanou tímto dvojkovým číslem. Ukážu ti teď, jak převést před chvílí získané číslo 102 na dvojkové při použití této metody:

102:2 = 51 zbytek 0
51:2 = 25 zbytek 1
25:2 = 12 zbytek 1
12:2 = 6 zbytek 0
6:2 = 3 zbytek 0
3:2 = 1 zbytek 1
poslední zbytek 1
1100110 = 102

Tati, to jsou kouzla, už z toho mám hlavu jako špalek, fakt, neříkal jsi náhodou, že máš dnes ještě hodně práce?!

Skutečně, pro dnešek toho necháme, ale ty si ověříš svoje znalosti v kontrolní otázce.

Kontrolní otázka č. 42:

Převeď z desítkové soustavy do dvojkové tato čísla: 4, 8, 13, 26, 52, 100.

Převodníky kódů:

Slouží ke vzájemnému převodu kódů mezi sebou. Jejich použití je velmi rozmanité.

Každý kód má určité vlastnosti, které jej předurčují pro specifické použití a proto je někdy výhodné v jednom číslicovém zařízení použít i několik kódů. Převodníky kódů jsou kombinační sítě, proto musíš při jejich návrhu dávat pozor (pokud se s nimi budeš chtít seznámit blíže) na možné hazardní stavy na výstupech těchto dekodérů.

Tati, co jsou to hazardní stavy?

Jsou to situace, při nichž je ohrožena správná funkce logického obvodu a nastává tehdy, mění-li se hodnota logických proměnných na vstupech jednoho logického členu současně. Nejde však v pravém slova smyslu o poruchu, protože všechny součástky plní svou funkci správně. Tyto stavy se dají odstranit úpravou zapojení, vyplývající ze tří typů hazardu – statického, dynamického a podstatného.

Převodníky kódů provádějí v zásadě 3 druhy operací:

1. Převody čísel 1 z n na čísla binární.
2. Převod čísel binárních na 1 z n.
3. Vzájemné převody čísel binárních a B, C, D.

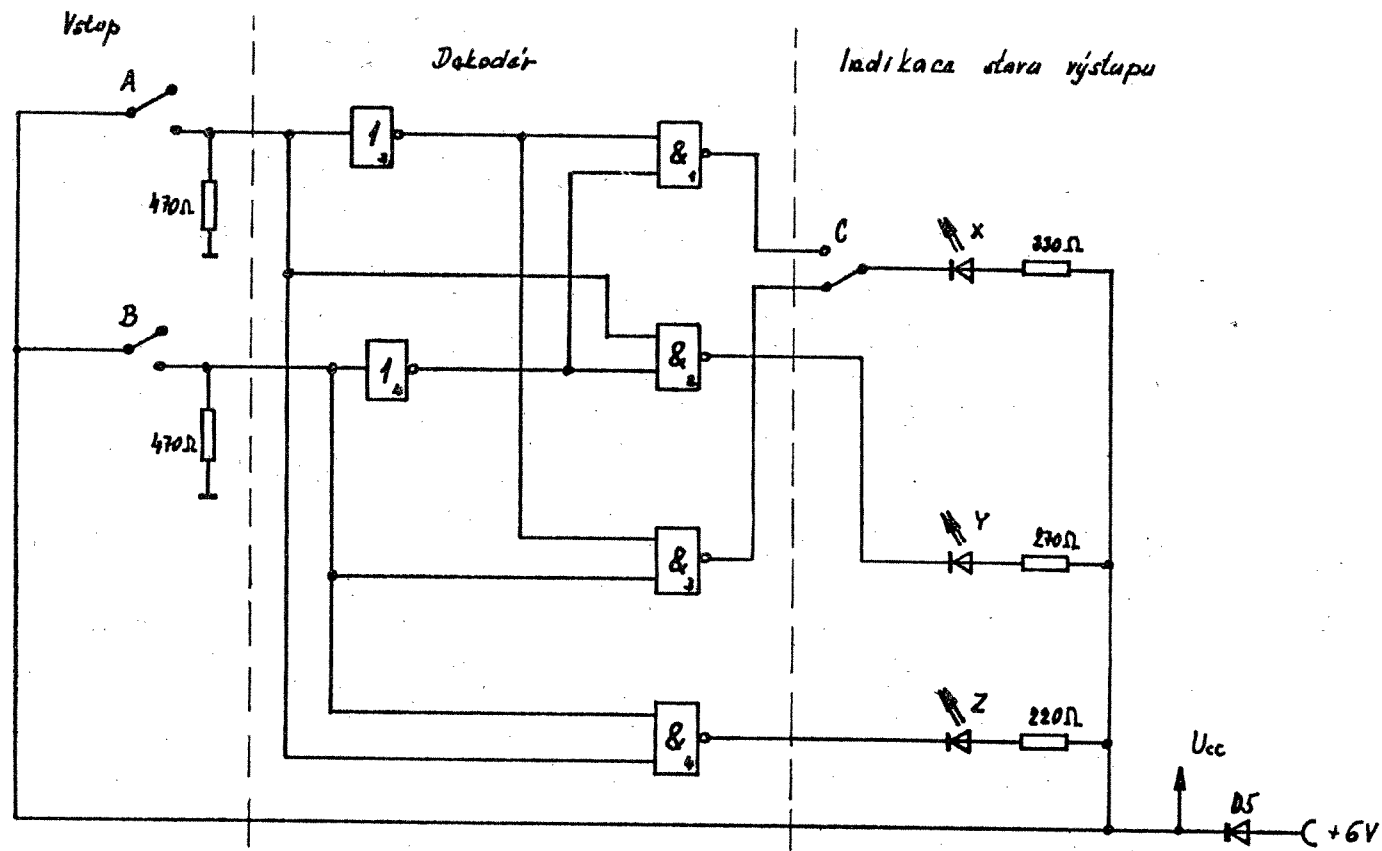
Nejčastějším kódem 1 z n je kód 1 z 10.

Se součástkami, které máš ve stavebnici, můžeš bez problémů sestavit obvod dekodéru (převodníku) z dvojkového kódu na kód jedna ze čtyř. Jeho název vyplývá z funkce – každé kombinaci vstupních logických signálů odpovídá logická 0 pouze na jednom z výstupů. Přepínač „C“ zde hraje pouze doplňující roli, protože chybí čtvrtý indikátor. Při zadávání vstupních impulsů si uvědom, že i nestlačením tlačítek zadáváš signál – podle zapojení přepínačů buď log. 0 nebo log. 1.

Svítilivky jsou zapojeny tak, že zleva doprava indikují v desítkové soustavě čísla 1, 2 a 3.

Kontrolní otázka č. 43:

Co je hazardní stav dekodéru?



Postup zapojení:

vstup: 22 - 9 - 10 - 63, 24 - 12 - 13 - 66,
dekodér: 9 - 5 - 113, 12 - 110 - 112, 8 - 109 - 2, 11 - 4 - 1,
výstup: 3 - 69, 108 - 71, 70 - 88, 6 - 91, 111 - 96,
napájení: 107 - 7 - 21 - 23, 14 - 114 - 64 - 67 - 86 - 89 - 92 - 76,

Sekvenční logické funkce:

Je-li logická hodnota výstupní proměnné dána (kromě kombinace vstupních proměnných) i jejich sledem (sekvencí), pak hovoříme o sekvenčních logických funkcích.

Sekvenční logické sítě obsahují zpožďovací a paměťové obvody spolu se zpětnovazební smyčkou.

Mezi sekvenční obvody patří klopné obvody různých typů, čítače, posuvné registry, paměti, zpožďovací členy, generátory apod.

Podle režimu činnosti se dají rozlišit asynchronní a synchronní sekvenční obvody.

Stav asynchronního obvodu se může změnit v libovolném čase - v závislosti na různých dobách průchodu signálu obvodem.

Stav synchronních obvodů se může měnit pouze v určitých synchronních taktech daných synchronizačním signálem.

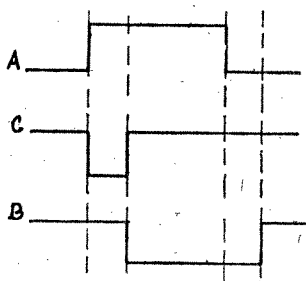
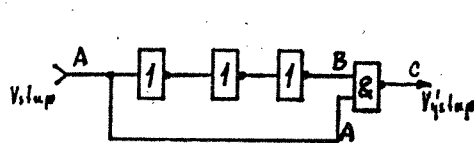
Tři základní typy klopných obvodů jsou:

1. monostabilní
2. astabilní
3. bistabilní

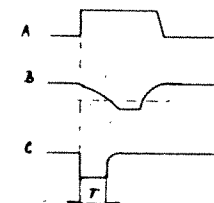
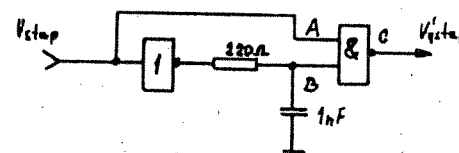
Monostabilní klopné obvody:

Tyto obvody si zachovávají stabilně jeden stav, který se na přesně stanovený časový okamžik zruší spouštěcím impulsem. Spouštěcí impuls může být delší nebo kratší než výstupní impuls. Podle druhu použitého zapojení je výstupní impuls více či méně strmý a proto musíš vždy zvolit, podle charakteru zapojení, vhodný klopný obvod. Podle potřeby jej můžeš doplnit tvarovačem.

Základní zapojení, které vlastně využívá hazardní stav, vzniklý rozdílnou délkou logické větve, je na obrázku:



Je vhodný jako budič hodinových zapisovacích a nulovacích vstupů, klopných obvodů. Uvedený obvod zkracuje impulsy a potřebuje-li získat delší, můžeš nahradit zpoždění tří invertorů členem RC (Resistor - Capacitor = odporově kapacitní vazba).



U tohoto zapojení je zhoršena vzestupná hrana výstupního impulsu se zřetelem na to, že činnost obvodů je omezena rychlostí přechodu přes rozhodovací úroveň (tj. 1,5 V). Hodí se pro impulsy do 10 μ s. Oba zatím popsané obvody mají tu nevýhodu, že není prakticky možné s nimi dosáhnout delších časů. Bylo by třeba zvýšit kapacitu kondenzátoru a tím se mimo zvětšování celého zařízení zhoršuje na druhé straně strmost hran. Tyto nevýhody můžeš odstranit tak, že RC člen zapojíš do báze tranzistoru s velkým zesílením. Vlastní délka impulsů je dána velikostí $T = 0,8 \times R_2 \times C$. Přitom velikost rezistoru R_2 je závislá na parametru h_{21E} použitého tranzistoru. Tati, co je to h_{21E} ?!

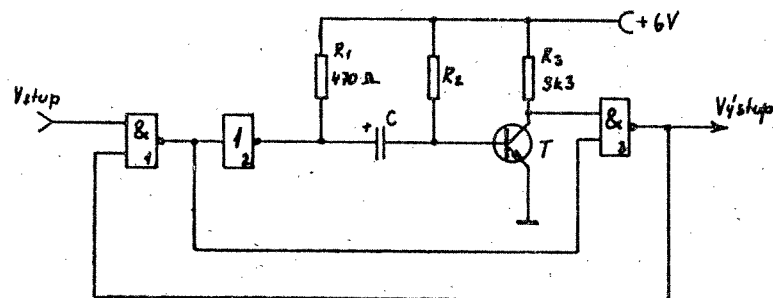
Je to proudový zesilovací činitel (poměrné číslo) tranzistoru a vypočítat si ho můžeš podle vzorečku $h_{21E} = \frac{I_C}{I_B}$

I_C - proud kolektoru
 I_B - proud báze

A tento zesilovací činitel musí být zase tak velký, aby udržel tranzistor v nasyceném stavu. Z toho plyne, že tranzistory s velkým proudovým zesilovacím činitelem h_{21} mohou být udržovány v nasyceném stavu i poměrně velkými odpory.

Kontrolní otázka č. 44:

Jaké znáš základní typy sekvenčních KO a proč?



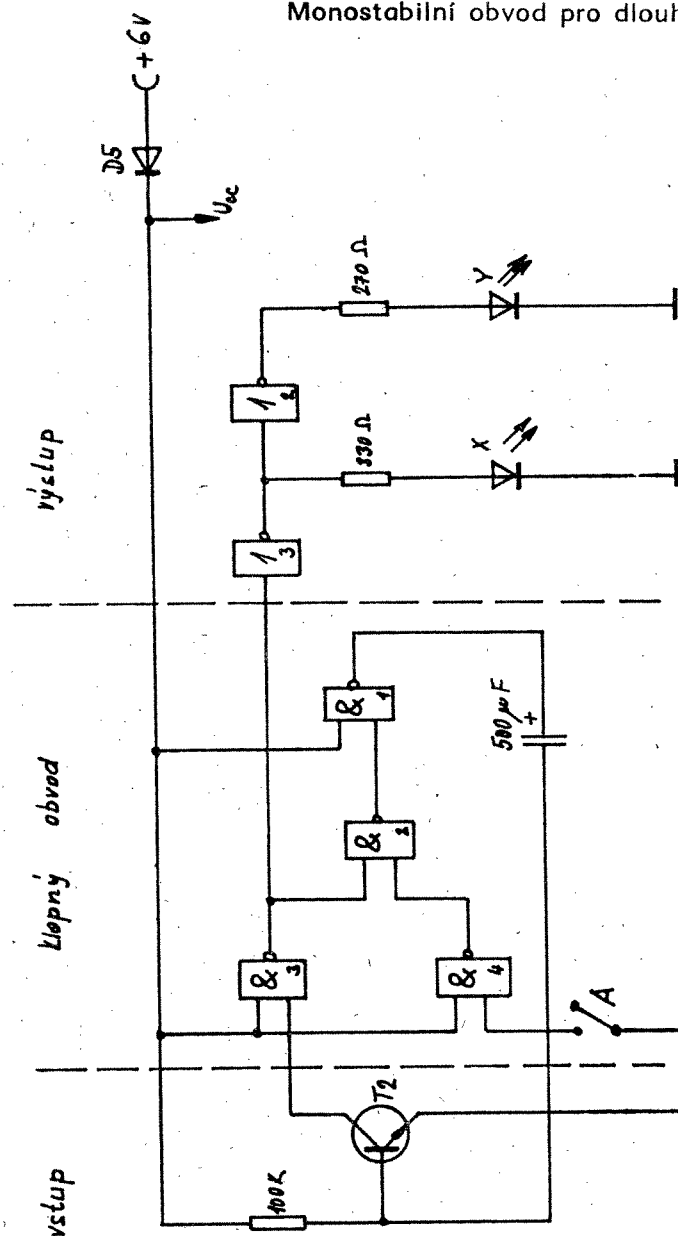
Odpor R_1 zvyšuje napětí na výstupu z invertoru, a to z typické hodnoty 3,3V na hodnotu napájecího napětí, čímž vlastně stabilizuje počáteční napětí na kondenzátoru C. Dále zmenšuje čas potřebný k regeneraci monostabilního obvodu do výchozího stavu. Po příchodu spouštěcího impulsu úrovně log. 0 se na výstupu invertoru 2 objeví též stav log. 0, tím se objeví záporné napětí na bázi tranzistoru a na kolektoru tranzistoru se stav změní z hodnoty log. 0 na hodnotu log. 1 a na výstupu hradla 3 se objeví signál log. 0.

Tento výstupní signál se zpětnou vazbou přenesení na vstup hradla 1 a „potvrdí“ předešlý stav.

Mezi tím se vybíjí kondenzátor C přes odpor R_2 až se stane napětí na bázi tranzistoru kladné a opět otevře tranzistor. Tím se na výstupu hradla 3 objeví logický signál log. 1. Je-li navíc už v této době spouštěcí impuls na úrovni log. 1, přepne se i výstup invertoru 2 na úroveň log. 1 a kondenzátor C se počne nabíjet přes bázi tranzistoru a tím vlastně urychlí přechod tranzistoru do stavu nasycení – proto je při prodlužovacím impulsu náběžná hrana strmější.

Při popisu spouštění tohoto obvodu jsem ti řekl, že po přechodu báze na záporné napětí tranzistor vypne. Toto vypnutí však trvá delší dobu, než je obvyklé u integrovaných obvodů. Tranzistory s větším zesílením h_{21E} potřebují též podstatně delší časy pro přepnutí, zvláště jsou-li přesyceny a navíc nejde-li o spínací tranzistory. Pro tranzistory použité ve tvé stavebnici typu KC 509 je tato doba v okolí 1,5 us, pro spínací tranzistory (např. KSY 62) do 100 ns. Z toho plyne, že pomine-li spouštěcí impuls za dobu kratší, pak obvod vůbec nereaguje. Při přechodu tranzistorů do nasycení je třeba zjistit jestli u daného typu tranzistorů nebude překročen proud báze. Pozor tedy při použití velkých kapacit.

Monostabilní obvod pro dlouhé časy



Postup zapojení:

vstup: 19 - 35 - 54, 18 - 9,

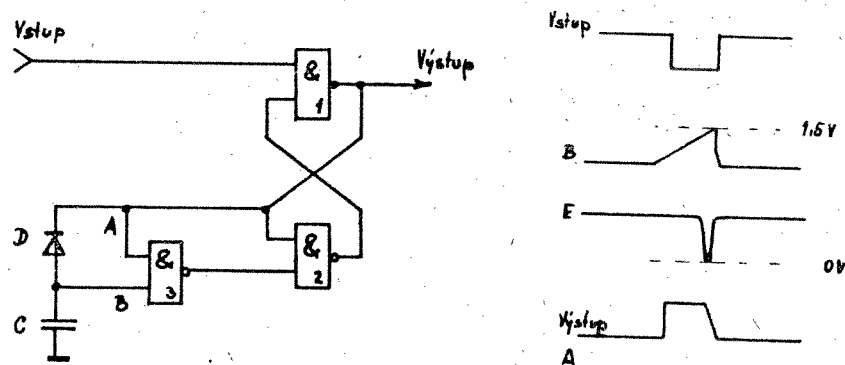
KO: 12 - 63, 8 - 109 - 110 - 5, 6 - 2, 11 - 4, 3 - 55,

výstup: 108 - 105 - 104 - 86, 106 - 89,

napájení: 20 - 7 - 107 - 88 - 91, 64 - 75, 10 - 36 - 13 - 14 - 1 - 114 - 76,

Obvod je opatřen ještě jednou zpětnou vazbou (je realizována spojením vstupů log členů 2 a 3) a odstraňuje náchylnost obvodu přenášet poruchové špičky, šířící se napájecí větví.

Dalším typem obvodů pro prodlužování délky impulsů jsou ty obvody, které využívají rychlosti „překlápění“ klopného obvodu R - S. Tyto monostabilní obvody dávají jakostní hrany.

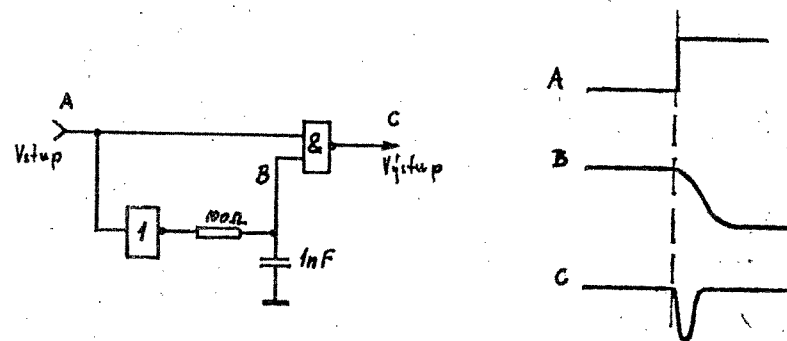


Po příchodu spouštěcího impulsu o úrovni log. 0 se výstup „ustaví“ na hodnotě log. 1 tím se odblokuje vstup A i vstup B, který byl držen na úrovni log. 0 přes diodu D. Kondenzátor C se nyní začíná nabíjet přes vstup B. Protože v prvním okamžiku má kondenzátor téměř nulový potenciál, začne se kondenzátor nabíjet proudem vstupu při příchodu spouštěcího impulsu (přes odpor 4 K ze zdroje U_{cc} – najdi si obvodové schéma hradla NAND). Tento děj pokračuje tak dlouho, až vstup B dosáhne rozhodovací úrovně. V tomto okamžiku se též objeví stav log. 0 na výstupu E a nastaví klopný obvod do výchozího stavu. Tím se zablokuje vstup A, výstup E se vrátí do stavu log. 1. Přes diodu se zároveň vybijí kondenzátor C. Protože se kondenzátor vybijí do výstupu hradla 1, je sestupná hrana poněkud zhoršena (podívej se na křivku výstupu A).

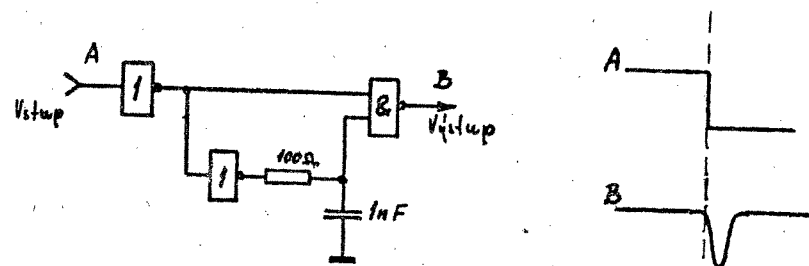
Kontrolní otázka č. 45:

Jaké nebezpečí plyne z používání nadměrných kapacit v bázi tranzistorů, které jsou zapojeny v monostab. obvodech?

Zvláštní skupinu tvoří obvody pro spouštění obvodů - vzestupnou hranou impulsu:



a sestupnou hranou impulsu:



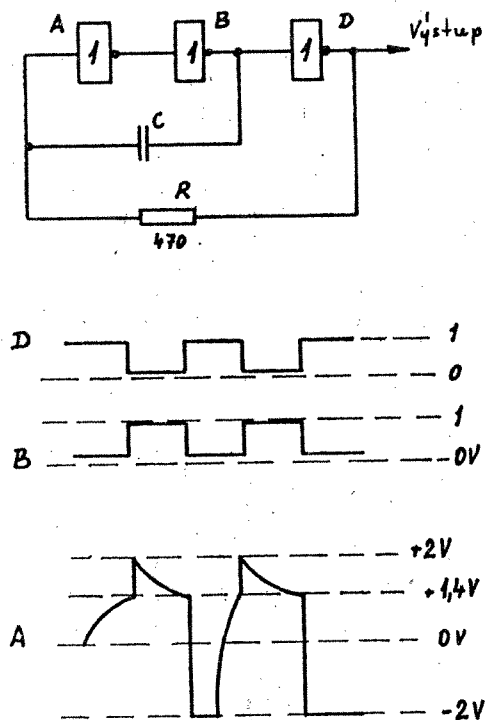
Astabilní klopné obvody: (multivibrátory)

Slouží pro vytvoření pravoúhlých impulsů s pevným kmitočtem. V extrémních případech potřeby vysoké přesnosti a stability kmitočtů se používá klopný obvod, řízený krystalem.

Kontrolní otázka č. 46:

Jaký význam má hodnota h_{21E} vzhledem k délce trvání spouštěcího impulsu v předchozím zapojení?

Nejjednodušší příklad astabilního generátoru je na obrázku:

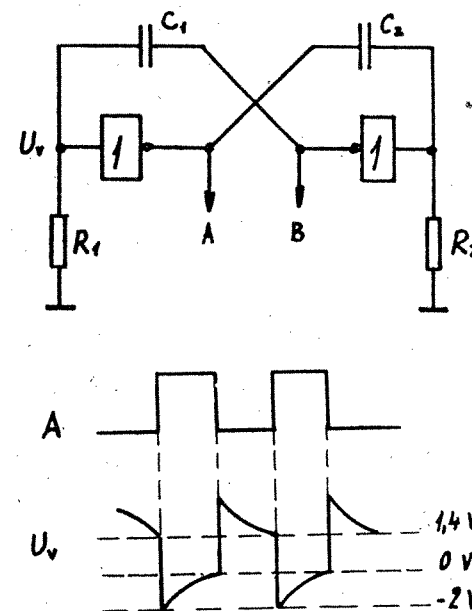


Tento generátor je nesouměrný, což plyne z diagramu průběhu v bodu A. Rozhodovací úroveň se pohybuje okolo 1,4 V, která způsobuje nesouměrnost pro stav nabíjení a vybíjení kondenzátoru. Ze stejného důvodu je obtížné určit přesně kmitočet tohoto generátoru, protože závisí na vlastnostech použitého IT a napájecího napětí. Proto se nehodí pro náročnější aplikace. Napětí na kondenzátoru střídá během provozu polaritu proto bys měl použít elektrolytický kondenzátor na vyšší provozní napětí.

Kontrolní otázka č. 47:

Které prvky určují délku impulsu při spouštění vzestupnou hranou impulsu?

Klasickému provedení astabilního KO se nejvíce blíží toto provedení:



Po překlopení výstupu B do stavu log. 1 se nabíjí kondenzátor C1 přes rezistor R1 tak dlouho, až napětí na odporu R1 poklesne pod úroveň 1,4 V. Výstup A se přepne do stavu log. 1 a výstup B do stavu log. 0 a tentýž děj probíhá na kondenzátoru C2 a odporu R2.

Kmitočet tohoto obvodu je dán vztahem $f = \frac{R \cdot C}{2}$

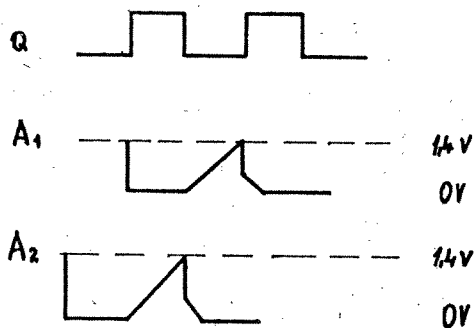
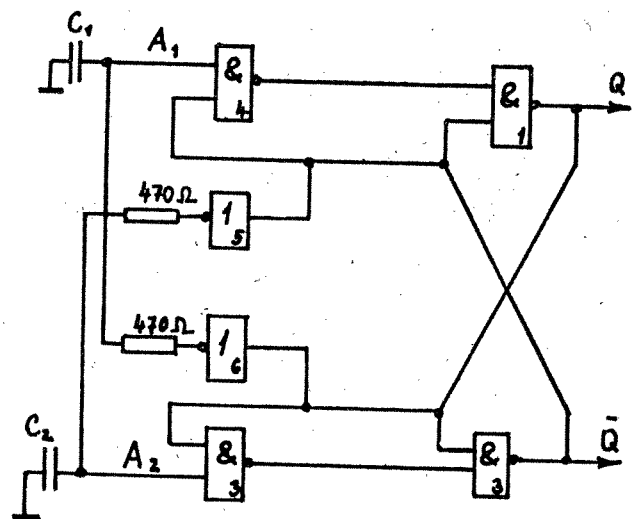
Toto platí za předpokladu, že $R1 = R2 = R$ a $C1 = C2 = C$.

Obvod má stabilitu kmitočtu asi 5 %.

Kontrolní otázka č. 48:

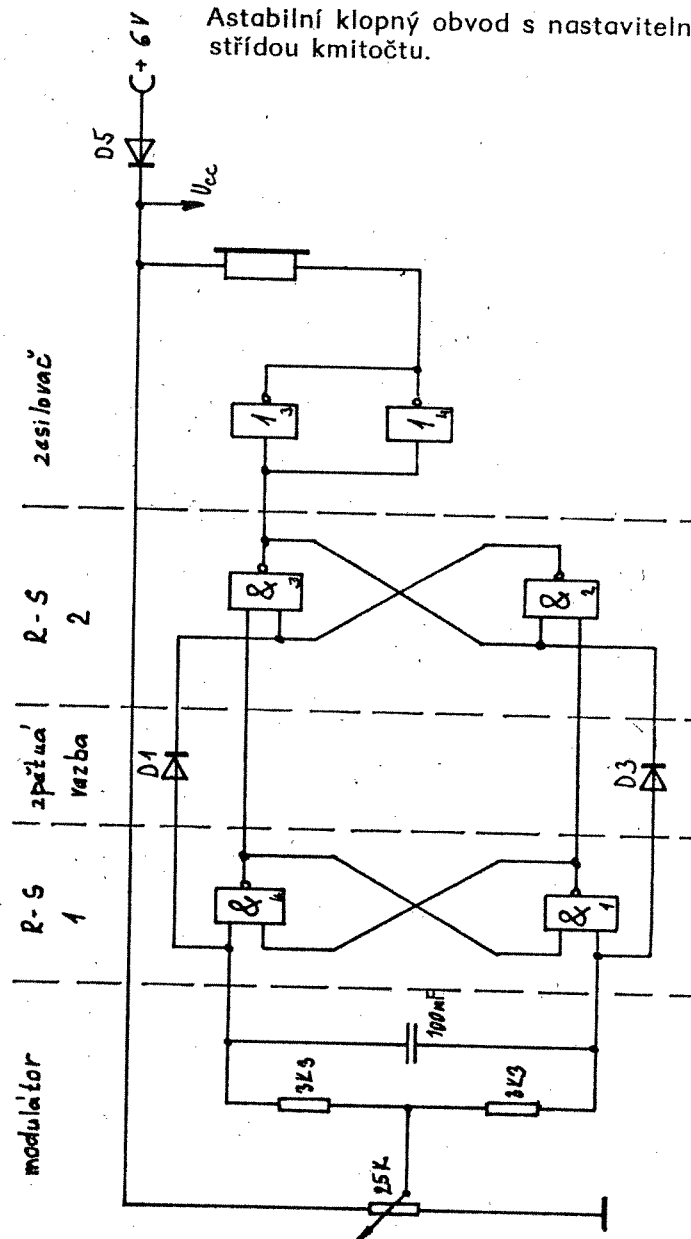
Za jakých podmínek se dají používat elektrolytické kondenzátory v jednoduchých astabilních obvodech?

Pro stabilitu kmitočtů zhruba do 1 % (při napájecím napětí 5 V $\pm 0,25$ V) je vhodné následující zapojení:



Základem je klopný obvod RS, tvořený hradly 1 a 3. Přepne-li se výstup Q na hodnotu log. 1, vypne inverter 5 a kondenzátor C2 se může nabíjet ze vstupu hradla 3 tak dlouho, až dosáhne rozhodovací úrovně. Výstup hradla 3 se přepne na hodnotu log. 0 a přepne klopný obvod RS do opačného stavu. Současně se vybije kondenzátor C2 do výstupu invertoru 5 a děj se opakuje pro kondenzátor C1.

Astabilní klopný obvod s nastavitelnou střídou kmitočtu.



Postup zapojování: modulátor: 42 - 29 - 27, 44 - 28 - 13, 45 - 30 - 1, R - S 1: 2 - 11 - 10, 12 - 3 - 4, z. vazba: 13 - 79, 78 - 6, 1 - 82, 83 - 104, R - S 2: 9 - 6, 8 - 5 - 110, zesilovač: 110 - 109 - 105 - 104, 108 - 106 - 99, napájení: 107 - 7 - 43, 41 - 14 - 114 - 100 - 76,

Zabezpečovací zařízení:

Uvedené zapojení je příkladem praktického použití klopných obvodů a má široké využití. Zaznamenává i časově velmi krátký světelný impuls, uloží do paměti a dokud není odblokováno, vydává výstražný signál.

Při příchodu světelného impulsu na fototranzistor T1 se T1 otevře, propustí na bázi T2 kladné napětí a ten odvede kladné napětí z jednoho vstupu hradla 3 v bistabilním KO 1 na nulový potenciál. Bistabilní KO 1 se překlápí, svítivka Y (indikace: normální stav) zhasíná, rozsvěví se svítivka X (indikace: poplach) a na jeden vstup součinného logického členu 2 je tak přivedena stálá úroveň „H“. Astabilní KO 2, jehož kmitočet překlápění je v pásmu slyšitelné frekvence, začíná pracovat a ze sluchátka se začíná ozývat přerušovaný tón v rytmu překlápění astabilního KO 1, složeného z invertorů 4 a 1.

Nepřerušovaný signál s proměnnou výškou tónů získáš propojením

výstupů obou logických členů 2 (kontakty č. 106 - 6). Překlopit obvod do výchozího stavu však budeš moci v tomto případě jen pokud bude nízká úroveň signálu na neindikovaném výstupu z astabilního KO 1. Do výchozího stavu vrátíš zařízení krátkým stiskem tlačítka přepínače A.

Postup zapojování:

snímací obvod: 15 - 19 - 31, 18 - 9, 26 - 4 - 63,

bi. KO: 10 - 6 - 89, 8 - 5 - 105 - 86,

as. KO 1: 2 - 1 - 30 - 54, 12 - 13 - 28 - 56, 57 - 3 - 92, 55 - 11 - 104,

as. KO 2: 106 - 21, 22 - 112 - 113 - 58, 59 - 103 - 95,

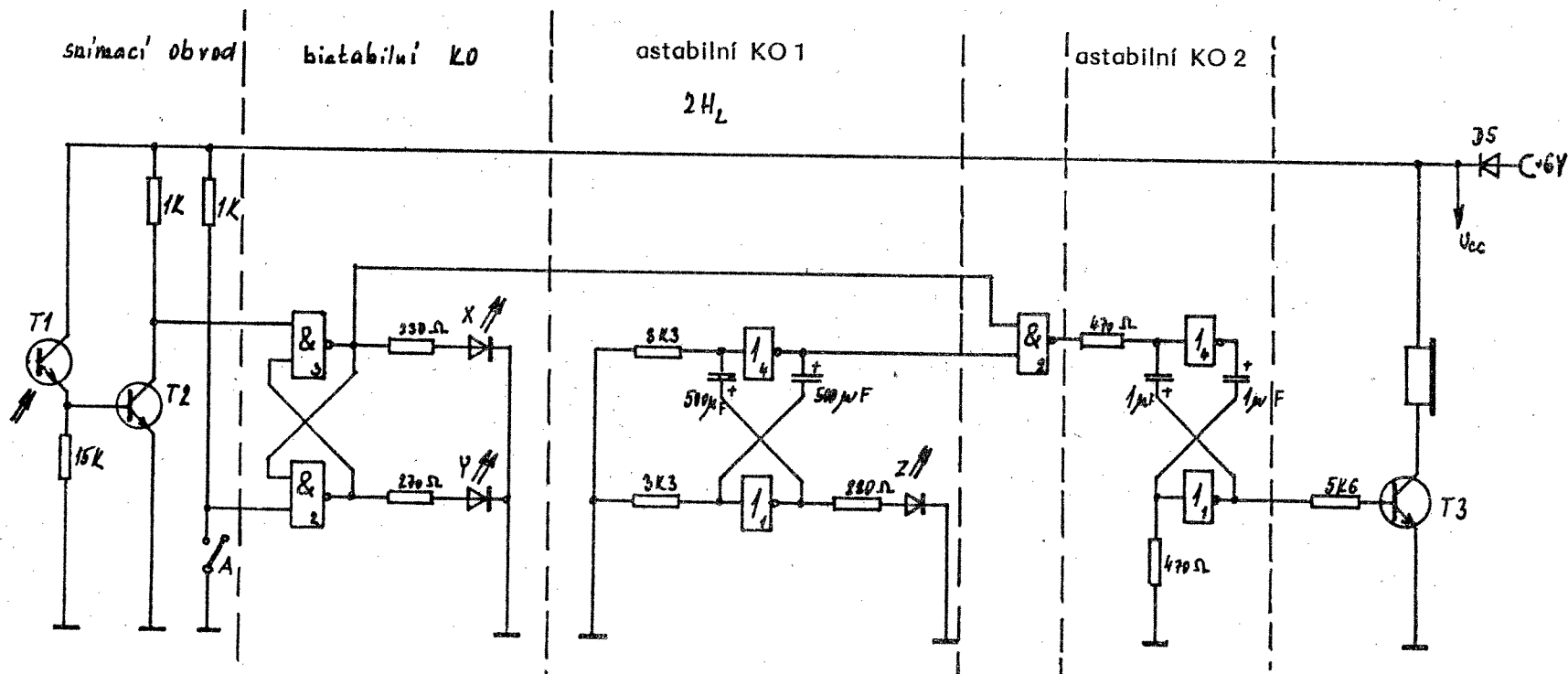
24 - 102 - 101 - 62, 61 - 111, 98 - 99,

napájení: 75 - 64, 94 - 91 - 88 - 97 - 107 - 7 - 20 - 32 - 23 - 27 - 29,

16 - 17 - 25 - 14 - 114 - 100 - 76,

Kontrolní otázka č. 51:

Jakého typu je klopný obvod NF generátoru?



Morseův přístroj pro dva (tři) účastníky:

Zapojení využívá velké závislosti obvodů TTL na úrovni napětí vstupního signálu. Jádrem obvodu je astabilní klopný obvod, řízený přepínači A, B, C, z nichž každý spíná jinou velikost odporu, tzn. že velikost napětí na vstupu invertoru je různá jak při sepnutí jednotlivých přepínačů, tak i při jejich kombinaci. Zapojení může sloužit pro nácvik kódů Morseovy abecedy, popřípadě (až ji budeš ovládat) ke „konverzaci“ s přítelem – každý budete obsluhovat jedno tlačítko.

Postup zapojování:

modulační spínače: 64 – 67 – 70, 63 – 92, 93 – 18, 17 – 22, 66 – 25,
30 – 28 – 26 – 21,

as. KO: 22 – 12 – 13 – 59, 58 – 3, 11 – 62, 61 – 1 – 2 – 24,

zesilovač: 95 – 61, 98 – 99,

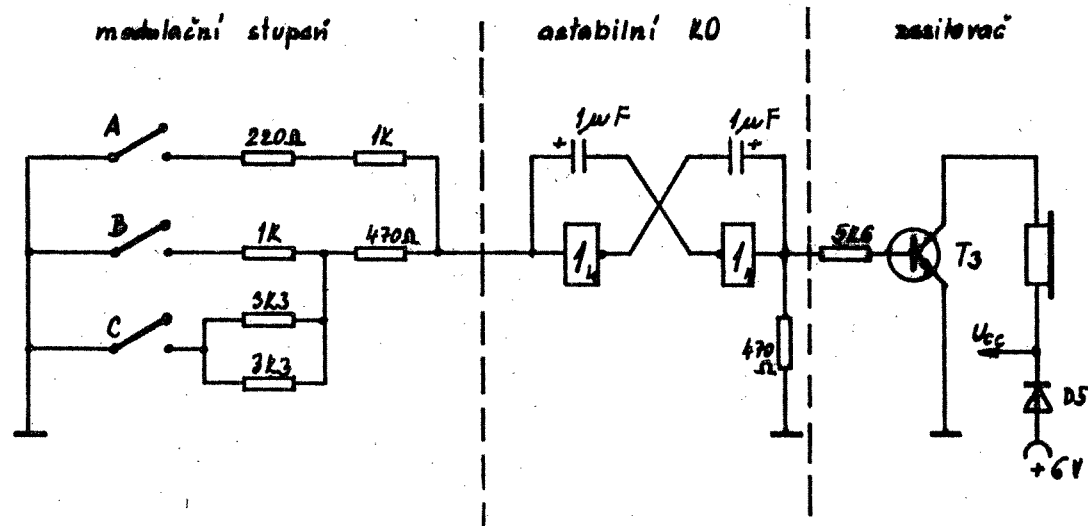
napájení: 75 – 70, 97 – 7 – 23, 14 – 100 – 76,

Morseova abeceda

A	.. -	N	- - .	1	- - - - -
B	-	O	- - - -	2	- . - - -
C	-	P	- . - . .	3	- . - - -
D	- . . .	Q	- - - - -	4	-
E	. . . . .	R	-	5	-
F	-	S	. . . . .	6	-
G	- . . .	T	-	7	-
H	. . . . .	U	. . . . .	8	-
I	. . . . .	V	. . . . .	9	-
J	- . - - -	W	- . - - -	0	- - - - -
K	- . - -	X	- . - . .		
L	-	Y	- . - . .		
M	- - - -	Z	- - . . .		

Kontrolní otázka č. 52:

Kolika různých tónů můžeš v tomto zapojení dosáhnout?



Detektor:

Je zařízení principiálně podobné předešlému, ale s jiným zaměřením. Vzhledem ke dvoustupňovému tranzistorovému zesilovači vřazenému mezi snímací elektrody a astabilní klopný obvod, který pracuje na kmitočtu v pásmu slyšitelnosti se i velmi malé změny odporu mezi elektrodami projeví změnou tónu.

Zařízení lze tedy použít k indikaci deště, nádoby plnící se vodou aj.

Jako elektrody poslouží dostatečně i pásy alobalu.

Postup zapojování:

elektrody: +35, +95,

zesilovač: 97 - 19 - 31, 18 - 22,

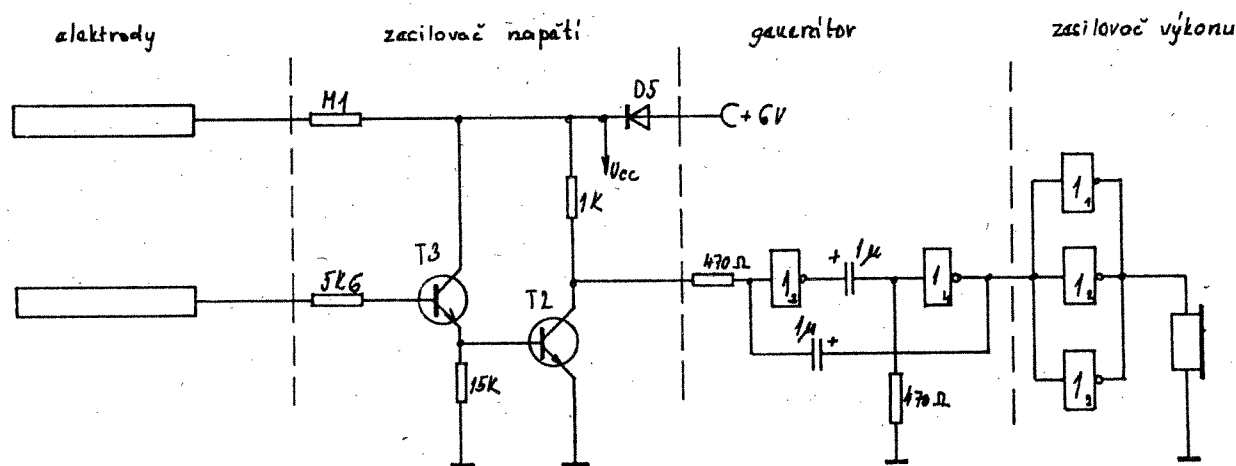
KO: 21 - 9 - 10 - 58, 59 - 11, 24 - 12 - 13 - 62, 61 - 8,

NF zesilovač: 59 - 1 - 2 - 4 - 5 - 110 - 109, 3 - 6 - 108 - 100,

napájení: 23 - 32 - 20 - 7 - 107 - 99, 17 - 36 - 14 - 114 - 98 - 76,

Kontrolní otázka č. 53:

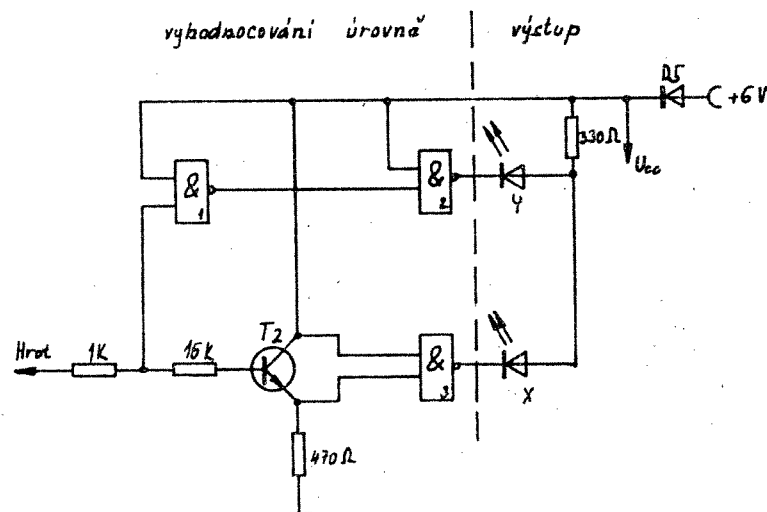
Mohl by si uvedené zapojení použít jako detektor lži?



Logická sonda:

Postupem času se tvá činnost neomezí jen na stavebnici a jednou budeš stát před nutností ověřit si, jakou logickou úroveň má neznámý signál. Výhodně si také můžeš ověřovat své IO v patici pro IO 2.

V tabulce jsou uvedeny ideální úrovně signálů. Přesto, že má sonda velmi jednoduchou konstrukci, lze dosáhnout překvapivě kva-



Napětí na hrotu sondy		Indikace Log. úrovně	
		X	Y
0 - 0,7 V		0	1
0,7 - 2,5 V	zakázaná pásmo	0	0
2,5 - 5 V		1	0

litní rozlišení napěťových úrovní. Přesvědčíš se o tom pomocí voltmetru a potenciometru ve stavebnici.

Propoj kontakty č. 43 - 21, 41 - 14, 42 - 25, a voltmetr zapoj na kontakty č. 42 (+) a č. 75(-). Pootočením knoflíku potenciometru zjistíš skutečné hodnoty napětí indikovaných logických úrovní.

Postup zapojování:

vyhodnocování úrovně: - 25, 1 - 26 - 31, 32 - 19, 22 - 20 - 9,
10 - 18, 3 - 4,

výstup: 91 - 6, 87 - 90, 8 - 88,
napájení: 21 - 7, 10 - 14 - 2 - 5 - 86 - 76,

Zdroj vysokofrekvenčního a nízkofrekvenčního signálu:

Jak jsi již několikrát zjistil, je představa začínajícího opraváře o poruše přijímače, způsobené viditelnou závadou součástky, často jen zbožným přáním.

Při jakémkoliv zásahu do jakéhokoliv zařízení je nezbytný logický postup, který zvláště platí pro opravy. Ve vztahu k přijímači spočívá v pomyslném rozdělení přístroje na jednotlivé celky - zdroj - nízkofrekvenční část (NF díl) a vysokofrekvenční část (VF díl). Zdroj NF a VF signálu patří k základním pomůckám při opravách radiopřijímačů.

Kontrolní otázka č. 54:
Jak ošetříš vstupy a výstupy kontrolovaného IO?

Přezkoušení zdroje přijímače je jednoduché - pomocí svítky a příslušné kombinace rezistorů (podle napětí):

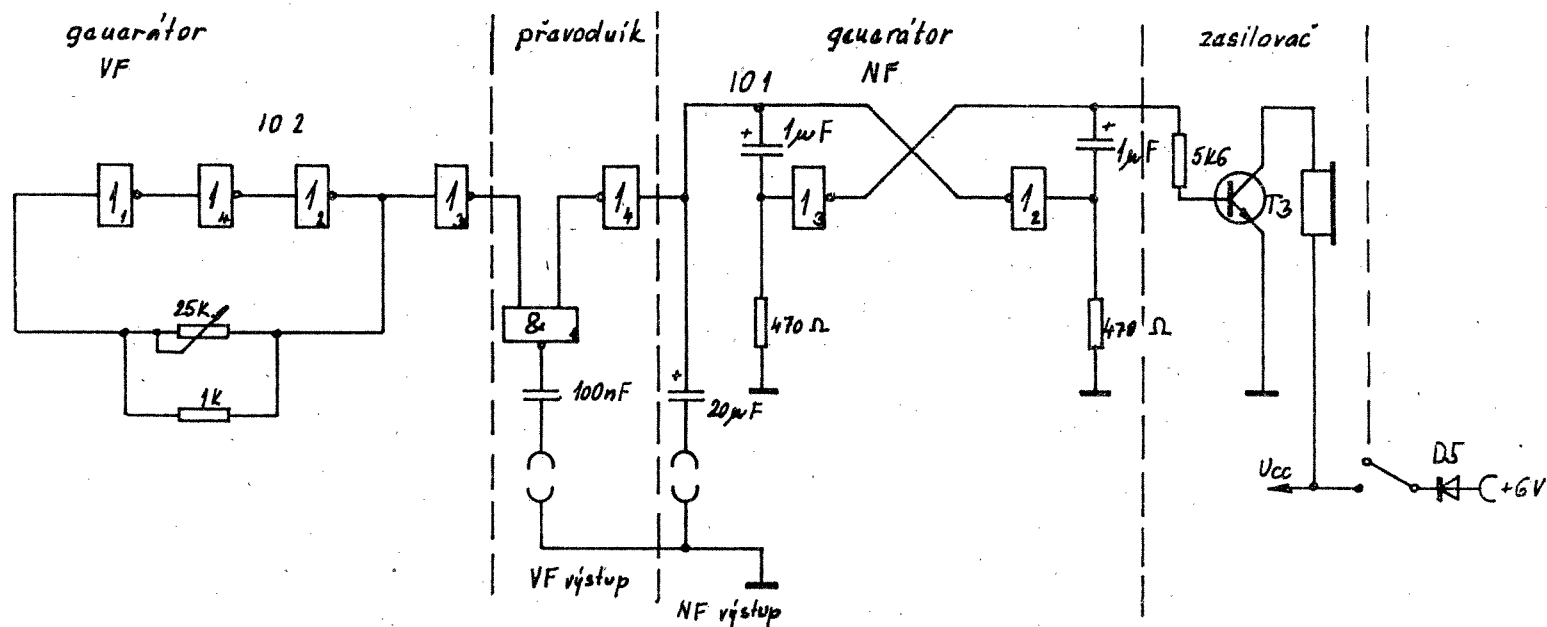
6 V - svítkva X + 330 Ω
 9 V - svítkva X + 470 Ω
 12 V - svítkva X + 800 Ω (330 Ω + 470 Ω)

Kontrolní otázka č. 55:

Jak velký rezistor by jsi musel předřadit svítkce X pro napětí 24 V?

Postup zapojování:

G - VF: 102 - 101 - 42 - 41 - 25, 103 - 113 - 112, 111 - 104 - 105,
 106 - 109 - 110 - 26 - 43, 108 - 1,
 převodník: 11 - 2, 3 - 44, 45 -
 G - NF: 22 - 9 - 10 - 62, 59 - 8 - 95, 58 - 4 - 5 - 24, 6 - 12 - 13 - 61,
 60 -
 zesilovač: 98 - 99, 100 - 69,
 napájení: 97 - 107 - 7 - 21 - 23, 14 - 114 - 69, 70 - 76,



Kontakty za jejichž číslem následuje šipka (\rightarrow) prodloužíš izolovaným vodičem potřebné délky. Záporné póly zdrojů stavebnice i přijímače propojíš také vodičem. Pak přerušíš ve stavebnici spojení kontaktů č. 95 - 8, protože zvukové indikace používáš pouze při kontrole spojů (prodlouženými vývody ze spínače C.) NF stupeň, který v přijímači začíná regulátorem hlasitosti, prodlužuješ tak, že při zapnutí přijímači přikládáš vývod z kontaktu č. 60 na vývody jednotlivých součástek - přitom postupuješ od výstupu signálu přijímače směrem ke vstupu - od reproduktoru k potenciometru. Intenzita zvuku z reproduktoru přijímače by se měla postupně zvyšovat v závislosti na přibívajících stupních zesilovače. Výrazná změna k horšímu indikuje závadu. Obdobný postup platí i pro VF díl.

V žádném případě však neprováděj své první zásahy do přijímače bez dohledu. Zbytečně mnoho přístrojů doplatilo na úvahy typu: „Co to udělá, když budu tímhle pomalovaným šroubečkem schovaným v plechové škatulce, točit?“

Ze škatulky se pak vyklube mezifrekvenční cívka, ze šroubečku její jádro a z přijímače šrot.

Není totiž obtížné něco spojit či rozpojit a sledovat, jak „to“ funguje. Mnohem obtížnější je pochopit, proč to tak funguje. Ale i složitý proces pochopení patří mezi půvaby poznání právě proto, že je složitý.

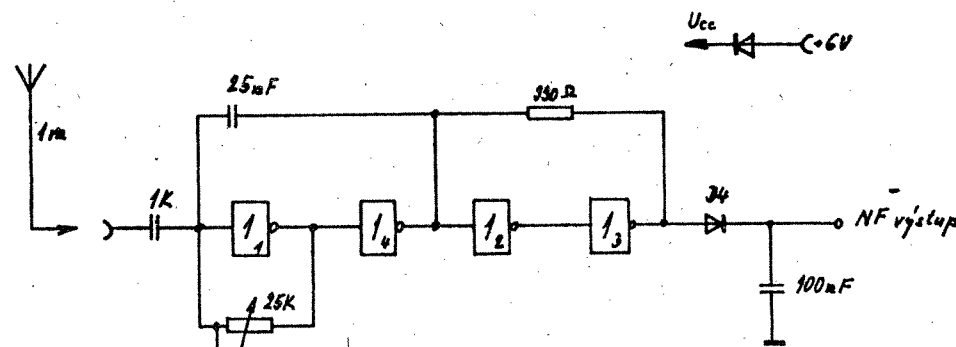
A pokud se ti oprava podaří, neváhej a ověř si na následujícím zapojení všestrannost logických členů. Jedná se spíše o kuriozitu než použitelný vstupní díl přijímače. Skutečnost je však taková, že „to“ po připojení na vstup NF dílu přijímače nebo zesilovače opravdu hraje.

Postup zapojování:

102 - 101 - 52 - 43 - 42, 103 - 112 - 113 - 41, 51 - 111 - 105 - 104 - 86, 106 - 109 - 110, 108 - 81 - 87, 44 - 80, 45 - 7 - 107, 114 - 76,

Kontrolní otázka č. 56:

Jakým způsobem postupuješ při odstraňování závady v přijímači pomocí zdroje NF a VF signálu?



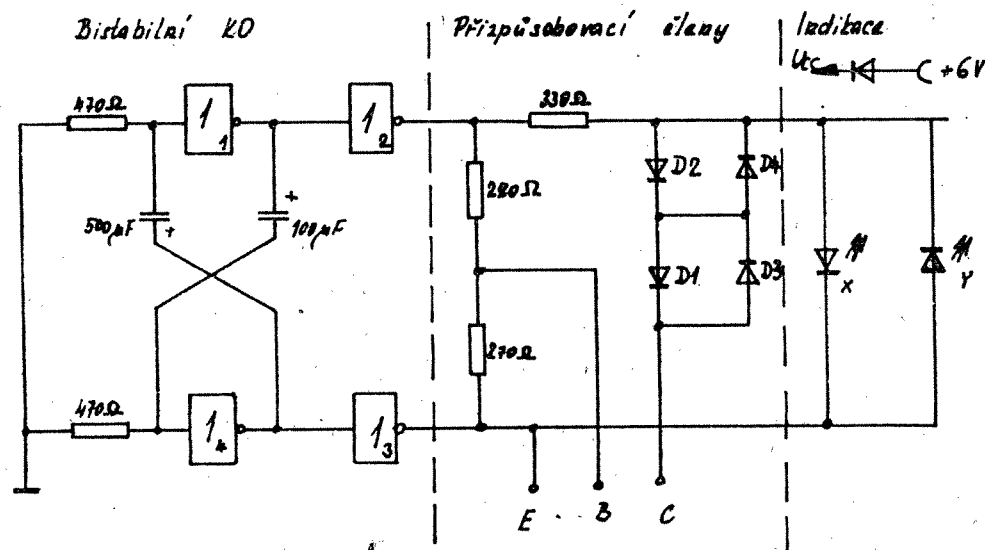
Tati, téměř všechny součástky stavebnice mohou přezkoušet pomocí jiných součástek. Ale co s tranzistory? Jak poznám, jsou-li v pořádku?

Podívej se na schéma před sebou. Stav běžných tranzistorů (nejen těch, které jsou ve stavebnici), se projevuje po připojení na obvod takto:

1. Bliká svítivka Y – tranzistor je typu NPN a v pořádku.
2. Bliká svítivka X – tranzistor je typu PNP a v pořádku.
3. Střídavě blikají obě svítivky – tranzistor je přerušen.
4. Svítivky neblíkají – tranzistor má zkrat.

Postup zapojení:

bi. KO: 24 – 2 – 1 – 56, 57 – 11 – 10 – 9, 22 – 12 – 13 – 54, 55 – 3 – 4 – 5,
přířizpůsobovací čl.: 6 – 86 – 92, 93 – 89, 8 – 88 – 90, 85 – 81 – 87 – 91,
79 – 80 – 83 – 84, 78 – 82,
napájení: 7 – 21 – 23, 14 – 76,



Kontrolní otázka č. 57:

Můžeš prověřit v tomto zapojení tranzistory germaniové i křemíkové?

připojení tranzistoru: emitor – kontakt č. 90
kolektor – kontakt č. 78
báze – kontakt č. 93

Bistabilní klopný obvod periodicky obrací polaritu na elektrodách tranzistorů. Správně pracující tranzistor vytváří každou druhou periodu zkrat za rezistorem 330Ω. V periodě, kdy je uzavřen, indikuje příslušná svítivka jeho stav. Na diodách D1 až D4 se vytváří v případě vadného tranzistoru – zkratu mezi kolektorem a bází nebo emitorem a bází, úbytek napětí, které potom nestačí k rozsvícení svítek – a ty indikují zkrat.

Elektronická hra.

Jedna z průvodních logických kratochvílí mládí je „KOZA – SEDLÁK, VLK a ZELÍ“. Tuto hru je možno hrát nejen s útržky papíru, ale též s pomocí logických členů, svítek a přepínačů.

Rád bych ti ještě ujasnil pravidla.

Sedlák s vlkem, kozou a zelím přijde k řece a je postaven před problém transportu na druhý břeh. Akci může uskutečnit pouze pomocí loďky, která je sice k dispozici, avšak tak malá, že mimo sedláka (ten v ní musí jet, neboť vesluje) se do ní vejde buď jen vlk, nebo koza nebo zelí. Situaci však poněkud komplikuje nedisciplinovanost skupiny. Zatímco sedláková přítomnost vzbuzuje u zvířat respekt a vzájemnou úctu, v opačném případě by bez váhání vlk zhltnul kozu se stejnou chutí, jako koza zelí. Sedlák však využije vlkovi antipatie k zelí a celou akci beze ztrát zakončí na druhém břehu...

Tvoje simultánka bude probíhat takto:

Stiskni současně tlačítka přepínačů A, B, C a spoj prstem plošky senzorů S1 (je zapojen jako logický přepínač). Tím vytvoříš situaci, kdy je celá skupina na jednom břehu. Potom současným přepínáním senzorů S1 (sedlák) a některého z dalších přepínačů „převážíš“ buď vlka, nebo kozu nebo zeli z břehu na břeh.

Jakmile se však rozsvítí některá ze svítivek X nebo Y, znamená to, že na příslušném břehu je něco „Požiráno“ a můžeš začít znovu! Tato hra má dvě řešení, které můžeš po chvíli přemýšlení najít. Příjemnou zábavu!

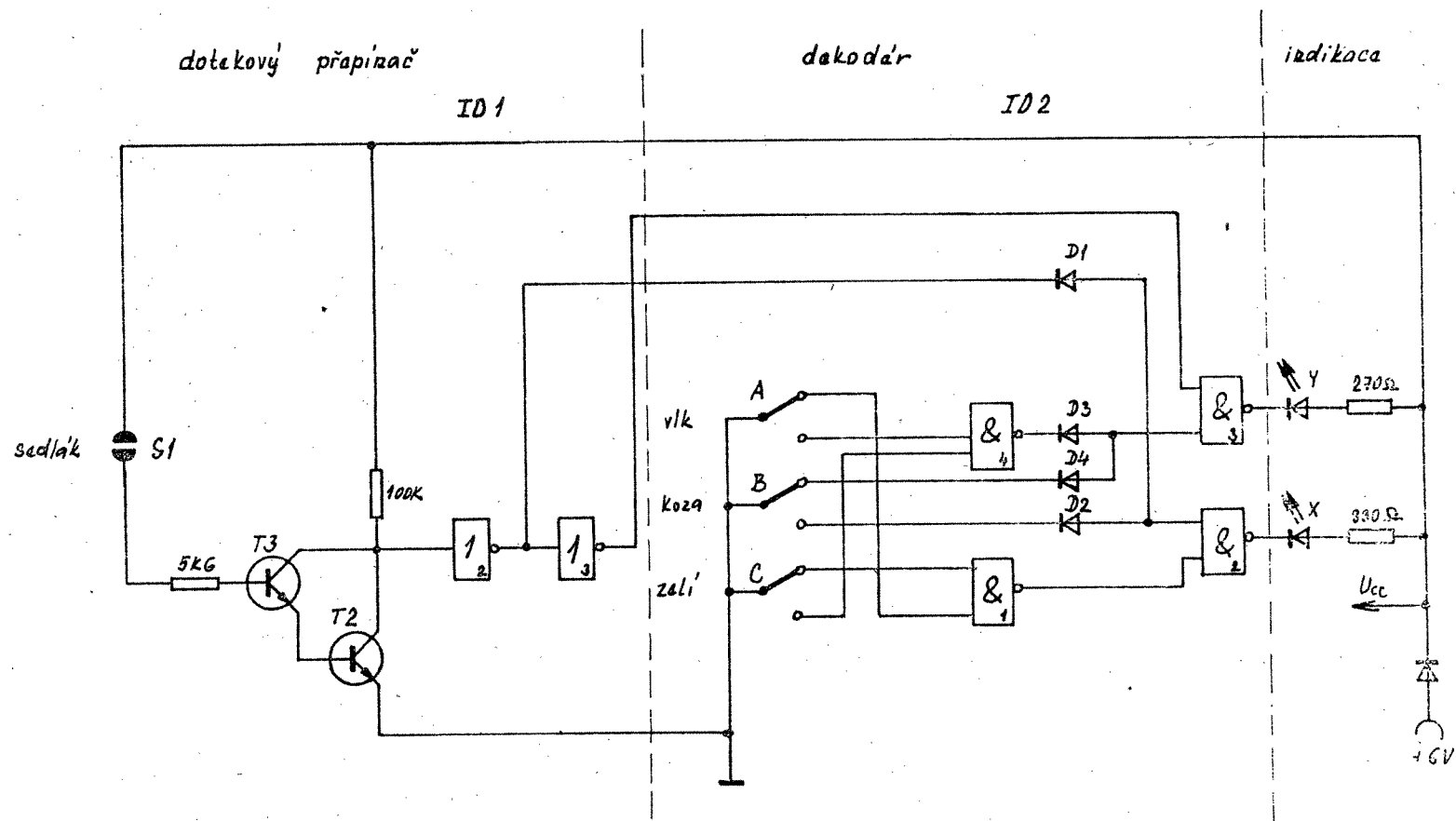
Postup zapojování:

dotekový přepínač: 72 - 95, 97 - 19, 98 - 5 - 4 - 36 - 18,
9 - 10 - 6 - 78, 8 - 109,

dekodér: 65 - 102, 63 - 112, 66 - 80, 68 - 85, 69 - 113, 71 - 101,
103 - 104, 111 - 83, 110 - 82 - 84, 105 - 79 - 81,

indikace: 108 - 91, 106 - 88,

napájení: 107 - 7 - 20, 64 - 67 - 70 - 75,
35 - 14 - 114 - 73 - 86 - 89 - 76,



Závěrem:

Nezlobte se na tuto stavebnici, pokud jste něčemu napoprvé nerozuměli. Vraťte se někdy k textům i obrázkům a čtěte znovu co nejpozorněji.

Bylo by omylem domnívat se, že číslicová technika je plodem práce našich geniálních současníků. Zakladatel algebry logiky – anglický matematik a logik Georg Boole, žil v letech 1815 – 1864. Jeho objev dokázal využít teprve John von Neumann (1903 – 1957) americký matematik a autor skutečně moderních strojů pro zpracování dat. Uskutečnění dávných snů však umožnila teprve dnešní technologie, poznání nových materiálů a konstrukce výkonných zvětšovacíh přístrojů.

Tato stavebnice vznikla ve spolupráci s Centrem pro mládež, vědu a techniku ÚV SSM Praha, kde zvláště vděčím za technickou pomoc pracovníkům oddělení výpočetní techniky M. Hášovi a Š. Kratochvílovi.

autor

Literatura:

- Kolektiv: Číslicové počítače. Praha, SNTL 1982
Kolektiv: Dioda, tranzistor a tyristor názorně. Praha, SNTL 1983
John J. Donovan: Systémové programovanie. Bratislava, Alfa 1983
A. D. Friedman – P. R. Menon: Teorie a návrh logických obvodů. Praha SNTL 1983
Kolektiv: Výpočetní a řídicí technika. Praha, SNTL 1982
M. Syrovátko – B. Černoch: Zapojení s integrovanými obvody. Praha, SNTL 1975

Výsledky kontrolních otázek

1. Zpočátku byla tato zařízení používána jen ke složitým výpočtům, v současné době v souvislosti s prudce klesající cenou jsou instalována do zařízení, která při pohledu zvenčí nejsou nijak nápadná, ale udivují složitostí prováděných úkonů.
2. Zatím co technické vybavení musí dodat výrobce výpočetního zařízení – programové vybavení si může libovolně tvořit a měnit uživatel.
3. Čtyři.
4. Tzv. Programovatelná – Permanentní Paměť se programuje destruktivním způsobem.
5.
$$R = \frac{U - (U_1 - U_2)}{I_1} = \frac{6 - (2,5 + 3)}{0,01} = \frac{0,5}{0,01} = 50 \Omega$$
6. Je nutno vytvořit ze 4 diod řady KY tzv. Graetzův můstek a na jeho vývody připojit elektrolytický kondenzátor 500 uF/15 V a zatěžovací odpor zhruba 5 kΩ.
7. Na diodě vzniká úbytek napětí, který je téměř konstantní v celém rozsahu odběru proudu. Kdyby byl zařazen na místě diody odpor, napětí 0,7 V by odpovídal pouze úzkému rozsahu odběru proudu.
8. Spojení do jisté míry zabraňuje opotřebení odporové dráhy – protože zbytková část se chová jako paralelní odpor připojený k jezdcí.

$$5. \quad R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{1}{56000}} = \frac{1}{0,001 + 0,000178} = 846,8 \Omega$$

10. Spočívá v konstrukci a složení dielektrika mezi elektrodami.
11. Průchod proudu kondenzátorem je podmíněn principem přitahování a odpuzování elektrického náboje opačné polarity - jehož podmínky vzniku splňuje ST proud v každé periodě. U SS proudu tomu tak není - mimo krátké okamžiky při zapnutí nebo vypnutí.
- 12.
- $$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{20}} = \frac{1}{0,02 + 0,05} = 14,28 \mu F$$
13. Nejsou vytvořeny podmínky k opalování, jiskření a otírání kontaktů tzn. ani ke korozi.
14. Svítivka imituje světlo pomocí přizpůsobeného přechodu PN a ten je přece základem usměrňovací diody.
15. Se společnouází - vhodné pro zesilování VF signálů se společným kolektorem - vhodné při buzení ze zdroje s velkým výstupním odporem.
16. Tento druh fotonek přeměňuje světlo (u některých nových typů stačí i svět zářivky) na elektrickou energii. Použití sahá od pohonu speciálních motorků přes nabíjení akumulátorů digitálních hodinek a kalkulaček po zásobování energií kosmických sond.
17. Je to změna frekvence působení elektromagnetické síly, která se navenek projeví změnou tónu.
18. Snaž se používat výhradně kalafunu. Aktivované pasty agresivními sloučeninami mohou umožnit proniknutí molekul vody až k jádru IO - čipu, kde se chovají jako časovaná puma - čip koroduje.
- 19.
- vždy dva
 - vždy jeden

20. Jejím zapojením do série se svítkou, ale napřed musíš otočit (+ na - a opačně) všechny monočlánky v držáku baterií. Pak spojíš kontakty č. 75 - 86 a č. 88 - 89. Svítivka nesmí svítit - v opačném případě je dioda proražená - přesvědč se přemostěním diody D5 (kontakty č. 76 - 77) - svítivka musí svítit. Po skončení zkoušky nezapomeň okamžitě vrátit monočlánky do původní polohy.
- 21.
- IO - zkratem a přepólováním napájecího napětí.
Tr - zkratem, přepólováním a přepětím báze.
Svítivky - přepětím.
Diody - nad proudem.
Potenciometr - zkratem.
Elektrolytické kond. - přepólováním.
Zdroj - zkratem.
22. Vzájemnými kombinacemi jednoduchých logických členů, které jsou již vytvořeny na čipu daného obvodu.
23. Především ve vztahu výstupních hodnot k hodnotám vstupním.
24. Se dvěma - vypiš logickou nulou (log. 0) a logickou jedničkou (log. 1).
- 25.
- Log. součin $f = A \cdot B$
log. součet $f = A + B$
negace $f = \bar{A}$
26. Jeho častým používáním ulpí na izolantu mezi dotykovými ploškami různé nečistoty z prstu a k sepnutí pak stačí jen trochu zvlhčit prostředí - ranní (večerní) rosou popřípadě přípravou koupele.
27. Rychlostí světla - 300 000 km/sec.
28. Snímač potřebuje ke své činnosti určitou hustotu prostředí, ve vzduchu prázdnou nepracuje.

29. Protože reaguje vždy a pouze na první impuls na jednom ze svých vstupů.

30. Na vstupní - záleží jak na velikosti napětí, tak i na tvaru impulsu.

31. V log. členu je tranzistor zapojen se společnou bází, na rozdíl od tranzistoru externího, který pracuje v zapojení se společným emitemorem.

32. Pomocí kaskády invertorů - nesmíš však zapomenout použít sudý počet - jinak získáš sice upravený, ale negovaný signál.

33. Zvláštní IO vybrané v malých sériích by neúměrně zvýšil náklady na celé zařízení.

34. Měníče napětí.
regulátory výkonů
ventily ve zdrojích vysokého napětí
ventily řízené světlem - fototyristory

35. Ano, a to oběma směry.

36. Je to výkon, který může logický člen odevzdat do zátěže.

37. Pasivní součásti systému, mezi něž patří i propojovací vodiče, jsou nejčastěji zdrojem poruch, jsou náročné na prostor a montážní práce provází nákladná příprava.

38.

A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

40. Součet dvou bitů.

41. a) 10100; b) 10000; c) 10000; d) 1101

42. 0100; 1000; 1101; 11010; 110100; 1100100

43. Je to stav, při kterém vzniká porucha výsledku, přestože jednotlivé součástky systému jsou nezávadné - jedná se tedy o špatně koncipovaný systém.

44. Monostabilní - má pouze jeden stabilní stav, do kterého se vždy vrací sám bez vnějšího impulsu.
Astabilní - stavy na jeho výstupech se střídají v rytmu periody, která je dána velikostí pasivních součástek zapojených v obou větších zpětné vazby.
Bistabilní - stavy na jeho výstupech se střídají pouze v závislosti na vstupním impulsu.

45. Napětí kondenzovaného náboje může překročit maximální dovolené napětí báze tranzistoru, což má za následek jeho zničení.

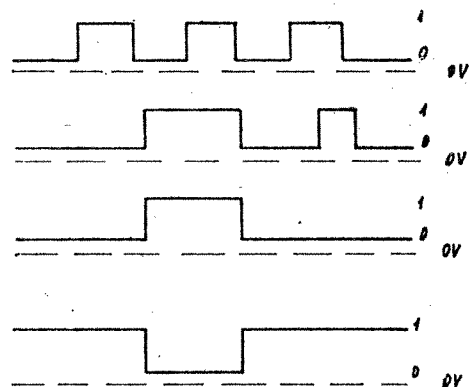
46. Při konstrukci monostabilního obvodu s tranzistorem je nutno vycházet z délky trvání spouštěcího impulsu.

47. a) kapacita kondenzátoru
b) odpor rezistoru, kterým se reguluje nabíjecí proud kondenzátoru i jakost hran výstupního impulsu.

48. Vzhledem ke změnám polarity je nutné používat kondenzátory s 3x (a více) vyšším provozním napětím - záleží na frekvenci a velikosti proudu, kterým je kondenzátor zatěžován.

49. Ano, ale při dlouhodobém používání je vhodnější kondenzátor typu MP (s papírovým dielektrikem).

50.



51.

Jedná se o astabilní KO.

52.

Sedm

53.

Ano, kůže na rukou při nervovém vypětí vylučuje pot, který přispívá ke snižování odporu na vstupu snímacího obvodu, což má za následek změnu tónu.

54.

Na vstupy přivedeš kladné napětí přes rezistory 3K 3, výstup musíš zatížit spotřebičem o přiměřeném výkonu (např. svítkou).

55.

1 650 Ω (rezistory 3 K 3 zapojené vedle sebe)

56.

Vždy od konce – obvody kontrolovaného přijímače používáš k identifikaci místa závady.

57.

Ano.

Úplná stavebnice logitronik 02 se skládá z těchto částí

- návod - seznam jednotlivých dílů	1 ks	5 K 6	1 ks
- krabice s víkem	1 ks	22 K	1 ks
- pracovní deska o rozměrech 325x208x23 s otvory	1 ks	100 K	1 ks
- držák baterií pro 4 ks tužkových článků	1 ks	1 M 5	2 ks
- pružinové kontakty zinkované	114 ks	- kondenzátory	
- přepínače plechové zinkované	3 ks	100 pF	2 ks
- vodiče:		1 n 0	2 ks
25 cm Ø 0,5 izolovaný	10 ks	22 nF	1 ks
15 cm Ø 0,5 izolovaný	15 ks	100 nF	1 ks
8 cm Ø 0,5 izolovaný	25 ks	1 uF	2 ks
- šroubky M3 zinkované	5 ks	20 uF	1 ks
- matičky M3 zinkované	5 ks	500 uF	2 ks
- kryty pružinových kontaktů	4 ks	- tranzistory	
- sluchátko	1 ks	KC 509	2 ks
- držák fototranzistoru	1 ks	KP 101	1 ks
- objímka integrovaného obvodu	1 ks	- diody	
- knoflík potenciometru	1 ks	KA 206	4 ks
- potenciometr	1 ks	KY 130/80	1 ks
- senzory	2 ks	- svítivky	
- rezistory		LQ 1132	1 ks
470 R	2 ks	LQ 1432	1 ks
220 R	1 ks	LQ 1732	1 ks
270 R	1 ks	- integrované obvody	
330 R	1 ks	MH 7400 (D 100 D)	2 ks
1 K 0	2 ks	Výrobce si vyhrazuje právo změn prvků na pracovní desce při zachování funkce a použití stavebnice.	
3 K 3	2 ks	Napájecí zdroje - 4 ks tužkových monočlánků dle	
15 K	1 ks	ČSN 36 4171 nejsou součástí stavebnice.	