

Počnite od osnovnih komponenata i jednostavnih kola,
pa napredujte do robota

Elektronika za NEUPUĆENE™



Gordon McComb

Autor kolumnе o robotici
u časopisu SERVO

Earl Boysen

Priručnik za nas ostale!



Saveti na adresi
www.dummies.com

Izračunavanje vrednosti iz Omovog zakona

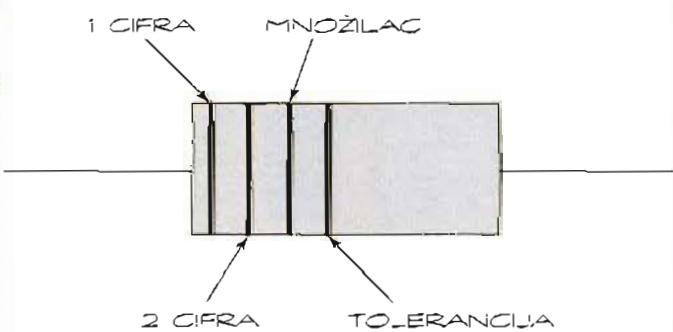
Nepoznata vrednost	Formula
Napon	$V = IR$
Struja	$I = V/R$
Snaga	$P = VI$
Otpor	$R = V/I$

Gde je,

- ✓ V = napon (u voltima)
- ✓ I = struja (u amperima)
- ✓ P = snaga (u vatima)
- ✓ R = otpor (u omima)

Boje za označavanje vrednosti otpornika

Boja	1. cifra	2. cifra	Množilac	Tolerancija
Crna	0	0	$\times 1$	+/- 20%
Braon	1	1	$\times 10$	+/- 1%
Crvena	2	2	$\times 100$	+/- 2%
Narandžasta	3	3	$\times 1000$	+/- 3%
Žuta	4	4	$\times 10.000$	+/- 4%
Zelena	5	5	$\times 100.000$	—
Plava	6	6	$\times 1.000.000$	—
Ljubičasta	7	7	$\times 10.000.000$	—
Siva	8	8	$\times 100.000.000$	—
Bela	9	9	—	—
Zlatna	—	—	$\times 0,1$	+/- 5%
Srebrna	—	—	$\times 0,01$	+/- 10%



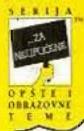
Napomena: više informacija o označavanju otpornika naći ćete u poglavljiju 4.

Oznake tolerancije kondenzatora

Oznaka	Tolerancija
B	+/- 0,1 pF
C	+/- 0,25 pF
D	+/- 0,5 pF
E	+/- 1%
G	+/- 2%
J	+/- 5%
K	+/- 10%
M	+/- 20%
Z	+80%, -20%

Vrednosti kapacitivnosti

Oznaka	Vrednost (u mikrofaradima, μF , osim ako je drugačije napisano)
nn	Pikofaradi (nije broj od 01 do 99)
101	0,0001
102	0,001
103	0,01
104	0,1
221	0,00022
222	0,0022
223	0,022
224	0,22
331	0,00033
332	0,0033
333	0,033
334	0,33
471	0,00047
472	0,0047
473	0,047
474	0,47



Elektronika za neupućene™

Kratak
podsetnik

Uobičajeni simboli električnih komponenata

Komponenta	Simbol	Komponenta	Simbol
Baterija		Fototranzistor	
Kondenzator		Relej	
Dioda		Otpornik	
Uzemljenje		Zvučnik	
Spajanje		Prekidač, SPST	
Fotootpornik		Tranzistor, NPN	

Skraćenice za električne veličine

Veličina	Skraćenica	Jedinica	Oznaka	Komponenta
Otpor	R	om	Ω	Otpornik
Kapacitivnost	C	farad	F	Kondenzator
Induktivnost	L	henri	H	Induktivni kalem
Napon	V (ili E)	volt	V	
Struja	I	amper	A	

Jedinice mere u elektronici

Broj	Ime	Naučna notacija	Prefiks	Skraćenica
1.000.000.000	1 milijarda	10^9	giga	G
1.000.000	1 milion	10^6	mega	M
1.000	1 hiljada	10^3	kilo	k
100	1 stotina	10^2		
10	deset	10^1		
1	jedan	10^0		
0,1	1 deseti	10^{-1}		
0,01	1 stoti	10^{-2}		
0,001	1 hiljaditi	10^{-3}	milli	m
0,000001	1 milioniti	10^{-6}	mikro	μ
0,000000001	1 miljarditi	10^{-9}	nano	n
0,00000000001	1 bilioniti	10^{-12}	piko	p

Wiley, logotip Wiley, Za neupućene, logotip Dummies Man (čovečuljak), i srodnici grafički elementi, zaštićene su robne marke kompanije John Wiley & Sons, Inc. i/ili njениh ogrankova u SAD i drugim zemljama. Sve druge zaštićene robe marke vlasništvo su odgovarajućih kompanija.



Copyright © 2005
Wiley Publishing, Inc.
i Mikro knjiga.

...ZA NEUPUĆENE:
najpopularnija serija
obrazovnih knjiga
u svetu

Elektronika

ZA

NEUPUĆENE™

**Gordon McComb
Earl Boysen**

**Preveli
Milan Đukić
Ana Ješić**



Wiley Publishing, Inc.

Elektronika za neupućene

Glavni urednik	Olga Milanko
Koordinator	Stela Spasić
Redaktori	Snežana Bisenić i Stela Spasić
Lektor i korektor	Vesna Đuklić
Tehnički urednik	Nataša Pavlov
Realizacija korica	Nataša Pavlov
Slika na koricama	Vladimir Končarević
Prelom teksta i obrada slika	Milica Dečanski, Sanja Tasić i Nataša Pavlov
Izdavač	Mikro knjiga, Beograd
Direktor	Dragan Tanaskoski
Štampa	Elvod, Lazarevac

Ako imate pitanja ili komentare, ili ako želite da dobijete besplatan katalog, pišite nam ili se javite:

Mikro knjiga P. fah 20-87 11030 Beograd tel: 011/3540-544 pisma@mikroknjiga.co.yu	Mikro knjiga Jevrejska bb 78000 Banja Luka tel: 051/220-960 pisma@mikroknjiga.ba	Mikro knjiga Maksimirska 13 10000 Zagreb tel: 01/2344-023 pisma@mikroknjiga.hr
---	--	--

Autorizovan prevod sa engleskog jezika knjige Electronics For Dummies.

Copyright © 2006 Mikro knjiga. Sva prava zadržana. Nije dozvoljeno da sjedan deo ove knjige bude reproducovan ili emitovan na bilo koji način, elektronski ili mehanički, uključujući fotokopiranje, snimanje ili bilo koji drugi sistem za beleženje, bez prethodne pismene dozvole izdavača.

Original English language edition Copyright © 2005 Wiley Publishing, Inc. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

Copyright © 2005 Wiley Publishing, Inc. za originalno izdanje na engleskom jeziku. Sva prava zadržana, uključujući i pravo reproducovanja, u celini ili u delovima, na bilo koji način. Ovaj prevod je objavljen uz saglasnost Wiley Publishing, Inc.

Wiley, logotip Wiley, Za neupućene, logotip Dummies Man (čovečuljak) i srodní grafički elementi, zaštićene su robne marke kompanije John Wiley & Sons, Inc. I/ili njenih ogrankova u SAD i drugim zemljama. Sve druge zaštićene robne marke vlasništvo su odgovarajućih kompanija.

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

621.38 (035)

MAKOMB, Gordon
Elektronika za neupućene / Gordon
McComb, Earl Boysen ; preveli Milan Đuklić,
Ana Ješić. – Beograd : Mikro knjiga, 2006
(Lazarevac : Elvod). – IX, 377 str.
Ilustr. ; 24 cm

Prevod dela: Electronics for Dummies. –
Tiraž 500. – Rečnik: str. 355-361. –
Registar.

ISBN 86-7555-298-X
1. Bojsen, Earl
a) Електроника – Приручници
COBISS.SR – ID 136896268

ELKN/282/303063M1405P247S36K612 5 4 3 2 1

O autorima

Gordon McComb napisao je šezdeset knjiga i više od hiljadu članaka u časopisima. Preko milion kopija njegovih knjiga odštampano je širom sveta na desetak jezika. Gordon je trinaest godina pisao nedeljnu kolumnu o ličnim računarima u više novina. Kada ne piše o elektronici i drugim zabavnim temama, radi kao konzultant za digitalne filmove i ima nekoliko značajnih holivudskih klijenata.

Earl Boysen je inženjer koji je posle dvadeset godina u industriji računarskih čipova odlučio da uspori životni ritam i preseli se u miran gradić u Vašingtonu. Živi sa predivnom damom, u kući koju je sam sagradio, i bavi se predavanjima, pisanjem, izgradnjom kuće i glumom.

Posveta

Mom ocu, Valu Makombu, koji je u meni probudio fascinaciju elektronikom,
i Forestu Mimsu koji me je naučio onih nekoliko važnih stvari.

G.M.

Roditeljima, Diku i Neti, koji mi svakodnevno daju primer kako ispravno živeti.

E.B.

Sadržaj

Uvod	1
Zašto da kupite ovu knjigu?.....	1
Zašto elektronika?.....	1
Neobavezne pretpostavke.....	2
Bezbednost na prvom mestu	2
Kako je knjiga organizovana.....	3
Sličice koje se koriste u knjizi.....	4
 Deo I: Uvod u svet elektronike	 5
 Poglavlje 1: Od elektrona do elektronike	 7
Šta je zapravo elektricitet?	7
Gde se stvara elektricitet?	10
Električne komponente	13
Kako elektricitet postaje elektronika	16
Poigrajte se sa alatkama	17
Divni svet jedinica	18
Omov zakon	22
 Poglavlje 2: Zaštita ljudi i opreme	 25
Šesto čulo u elektronici.....	25
Opasnosti od elektrošoka.....	26
Povrede, šokovi i statičko pražnjenje	29
Rad s naizmeničnom strujom.....	33
Bezbedno lemljenje	34
Oklop za telo.....	35
 Deo II: Alati i komponente	 37
 Poglavlje 3: Opremanje radnog prostora	 39
Ručne alatke koje ćete koristiti.....	39
Gde treba „parkirati“ alat?.....	47
Alatke koje vam nisu neophodne (ali bi mogle da koriste)	47
Čist i dobro podmazan alat	49
Lepljive stvari da vam se uredaji ne raspadnu	52
Formiranje elektroničarske laboratorije.....	53

Poglavlje 4: Najčešće korišćene elektronske komponente	57
Živeo otpor	57
Kondenzatori: rezervoari elektriciteta.....	63
Diodna manija	70
Tranzistor: moderno čudo.....	75
Pakovanje stvarčica u integrисano kolo	79
Poglavlje 5: Popunjavanje kutije s delovima.....	83
Povezivanje.....	83
Napajanje	87
Uključivanje i isključivanje napajanja	92
Donošenje odluka pomoću logičkih kola.....	95
Upravljanje frekvencijom pomoću kalemova i kristala.....	97
I u elektronici postoje osećanja.....	99
Dobre vibracije s motorima jednosmerne struje.....	102
Želite da napravite malo buke?	104
Deo III: Sve je na papiru.....	107
Poglavlje 6: Čitanje električnih šema	109
Šta je šema i zašto je ona važna?	109
Upoznavanje sa šematskim simbolima.....	110
Ispravan polaritet komponente	121
Jedna veličina odgovara svemu: prilagodljive komponente	123
Fotoosetljive komponente pomažu da vidite svetlost	124
Alternativni stilovi šematskih dijagrama.....	124
Poglavlje 7: Osnove elektronskih kola	127
Šta je elektronsko kolo?	127
Najosnovnije kolo	128
Paralelno (ili redno) vezivanje sijalica.....	129
Razdelnik napona.....	132
Merenje struje naponom.....	133
Kakav tim: kondenzatori i otpornici.....	134
Priča o tranzistorima.....	136
Operacioni pojačavač.....	139
Pojednostavljivanje projekta pomoću integrisanog kola	140
Deo IV: Zavrnite rukave.....	143
Poglavlje 8: Sve što bi trebalo da znate o lemljenju	145
Lemiti ili ne lemiti, pitanje je sad.....	145
Ono što vam neizostavno treba za lemljenje	147
Priprema radne površine.....	150
Uspešno lemljenje.....	151
Izbegavajte hladne lemove kao kugu.....	153

Sprečite pražnjenje statičkog elektriciteta tokom lemljenja.....	153
Razlemljivanje i ponovno lemljenje.....	156
Saveti i tehnike za lemljenje	157
Poglavlje 9: Sprijateljite se s multimetrom.....	159
Osnove multimetra	159
Multimetri izbliza.....	162
Podešavanje multimetra	172
Pet osnovnih merenja koja možete obaviti multimetrom	174
Ispitivanje otpornika, kondenzatora i drugih elektronskih komponenata.....	182
Poglavlje 10: Logičke sonde i osciloskopi.....	189
U potrazi za Spokom: korišćenje logičke sonda.....	189
Logička sonda na delu.....	193
Upoznavanje sa osciloskopom.....	195
Dakle, kada koristim osciloskop?.....	203
Osciloskop na delu: test, 1-2-3!.....	204
Deo V: Obilje projekata	211
Poglavlje 11: Napravite kolo na prototipskoj ploči	213
Prototipske ploče pod lupom.....	214
Pravljenje kola na neleminivoj prototipskoj ploči	217
Od vašeg kola do lemive prototipske ploče	222
Pravljenje prototipa na perforiranim pločama	223
Smotano namotavanje žice.....	225
Poglavlje 12: Napravite sami štampanu ploču	227
Anatomija štampane ploče	228
Otkud bakar u kolu?	228
Priprema, pozor: pripreme za pravljenje ploče	230
Pravljenje štampane ploče fotografskim postupkom.....	232
Pravljenje štampane ploče prenošenjem tonera.....	236
Kako da sami napravite crtež koča	239
Nagrizanje štampane ploče	240
Završne pripreme i bušenje.....	244
Neka drugi prave umesto vas.....	246
Napravite šemu pomoći CAD programâ.....	248
Poglavlje 13: Uzbudljivi svet mikrokontrolera.....	255
Dakle, kako to radi?	255
Šta je u mikrokontroleru?	256
Mikrokontroleri za amatere.....	258
Mikrokontroleri koji se izdvajaju od ostalih.....	261
Rad sa čipom BASIC Stamp 2.....	264
Kuda dalje	271

Poglavlje 14: Veličanstveni projekti koje možete napraviti za 30 minuta ili brže.....	273
Sve što vam treba – na jednom mestu	273
Napravite zanimljiva, otkačena, trepćuća svetla.....	274
Fontana elektriciteta – piezoelektriči.....	278
Konstruisanje fantastičnog detektora infracrvenog zračenja za lov u mraku.....	280
Ruke uvis! Policia!!	282
Izgubite se... ill se snađite, sa elektronskim kompasom.....	284
Buka i svetlo... ..	286
Sitan pojačavač, krupan zvuk.....	287
Merač vlažnosti.....	289
Generator svetlosnih efekata od kojih zastaje dah	290
Poglavlje 15: Otkaćeni roboti koji će oduševiti vaše prijatelje i porodicu.....	293
Roboti: kako ih zamišljamo.....	294
Pripreme za konstruisanje robota.....	296
Konstruisanje tela robota.....	299
Pamet u glavu, dragi Skitnice	307
Kupovina servomotora	310
Robot na točkovima	316
Čulo dodira – prekidač protiv sudara	316
Povezivanje s pločom Board of Education.....	318
Povezivanje prekidača i napajanja	318
Opametite Skitnicu!	320
Kuda dalje?	323
Deo VI: Sve same desetke	325
Poglavlje 16: (Oko) deset dobrih saveta o dodatnoj mernoj opremi.....	327
Impuls ovde, impuls onde.....	328
Brojanje megaherca.....	329
Izvor napajanja prevrtljivog karaktera.....	329
Generator raznovrsnih signala.....	330
Marsovci, javite se!	330
Analiziraj ovo!.....	331
Trio igračkica za ispitivanje	331
Gde naći opremu za ispitivanje po povoljnoj ceni?.....	332

Poglavlje 17: Deset (i kusur) odličnih izvora elektronskih delova...	335
Kod nas	335
Severna Amerika	337
Izvan Severne Amerike.....	339
Saveti za naručivanje poštom	340
Nova roba ili neželjeni višak?	341
Poglavlje 18: Deset jednačina iz elektronike koje morate znati	343
Izračunavanje odnosa veličina pomoću Omovog zakona.....	344
Računanje otpornosti.....	345
Računanje kapacitivnosti.....	346
Jedinice energije	347
Računanje vremenske konstante RC.....	347
Računanje frekvencije i talasne dužine.....	348
Dodatak: Resursi na Internetu	351
Internet kalkulatori.....	351
Elektronsko čavrljanje u diskusionim grupama.....	352
Lov na delove za robote.....	352
Ubrzano usavršavanje pomoću priručnika i pomoćnih informacija.....	353
Potraga za materijalima za štampane ploče.....	354
Od viška ne boli glava	354
Lov na delove za elektronska kola.....	355
Rečnik	357
Indeks	365

Uvod

Razmišljate o tome da počnete da pravite elektronske stvarčice? Jeste li se ikada pitali kako rade tranzistori, kondenzatori i drugi gradivni elektronski elementi? Zanima vas kako se leme komponente ili kako se prave elektronske ploče?

Na pravom ste mestu! *Elektronika za neupućene* je ključ koji otvara vrata zabavnog i uzbudljivog sveta elektronike. Nećete se dosadivati – u rukama imate knjigu koja će vas naučiti da sami pravite i popravljate elektronske stvarčice.

Zašto da kupite ovu knjigu?

Elektronika je obimna – zapravo, OBIMNA – oblast. Kao i svaka nauka, obuhvata mnoštvo koncepata i raznovrsne matematičke jednačine. Ako hoćete da temeljnice razumete elektroniku, moraćete satima i satima da učite napamet bezbrojne podatke i šeme.

Ali, ova knjiga ima drugačiji pristup. Sadrži sve što vam je potrebno da biste shvatili osnove elektronike i naučili da pravite elektronska kola. Čak opisuje i desetak zabavnih projekata koje možete dovršiti za manje od sat vremena i pri tom potrošiti samo nekoliko stotina dinara. Neće vam dati odgovore na sva pitanja o elektronici, ali pružiće vam dobru osnovu i na zanimljiv način čitaocu približiti ovu uzbudljivu nauku!

Zašto elektronika?

Ovo je retoričko pitanje – vi bez sumnje već znate zašto vas zanima elektronika, inače ne biste odabrali ovu knjigu. Ipak, ukratko ćemo vas podsetiti zašto elektronika vredi truda.

Kao prvo, elektronika je zabavna! Pravite stvarčice koje zavijaju, sijaju i kreću se po sobi. Stičete veštine koje će vam omogućiti da koristite zanimljive alatke i da s ponosom učestvujete u okupljanjima električara zaludenika.

Ne zaboravite da su elektronski proizvodi svuda oko nas. Zauzimaju sve veći deo naših života. Neki ljudi prihvataju sve te stvarčice zdravo za gotovo, ali drugi žele da znaju kako one rade. Naravno, vi ste u drugoj grupi, koja je izvesno interesantnija. Elektronika je toliko napredovala da moćni računari danas mogu da stanu na dlani. S tim računarima možete napraviti nešto što kontroliše osvetljavanje čitave vaše kuće, robova koji usisava sobu, ili sistem senzora koji se oglašava alarmom ako neko pokuša da ukrade vašu kolekciju „Alana Forda“.

Još zanimljivije je to što razne elektronske stvarčice možete napraviti za samo nekoliko stotina dinara! Dok elektronika kao nauka i industrijska grana ubrzano napreduje, cena izvedbe kola koje radi fantastične stvari pada drastično brzo. Ukoliko ne konstruišete vremensku mašinu ili najvećeg zeku robota na svetu, tipični elektronski projekti namenjeni za kućne radionice koštaju manje od porodičnog obroka u Meku. Ako želite da se bavite zanimljivim hobijem koji ne traži mnogo novca, elektronika je odličan izbor.

Jesam li pomenuo da je elektronika zabavna?

Takođe, dobri poznavaoци praktične strane elektronike – funkcionalisanja i načina da se naprave kola – mogu lako naći dobre poslove. Ako želite da se profesionalno bavite elektronikom, neka vam ova knjiga bude prvi korak ka novom, zabavnom i isplativom poslu.

Mnogi drugi hobiji oslanjaju se u izvesnoj meri na poznavanje elektronike. Možda vas interesuju modeli železnica. Poznavanje elektronike primenićete pri izradi automatske skretnice. Ako ste ljubitelj automobila s daljinskim upravljanjem i znate osnove elektronike, moći ćete da unapredite svoj autić i da pobedite najboljeg prijatelja u narednoj trci. Drugi hobiji mogu postati zabavniji, ako u njih uvedete elektroniku.

Na kraju, ne zato što je najmanje važno – elektronika je zabavna. Možda sam to već pomenuo?

Neobavezne pretpostavke

Pretpostavili smo da nemate pojma o elektronici. Od prvog poglavlja upoznajemo vas sa osnovnim konceptima koje morate da savladate da biste shvatili ono što će biti rečeno u narednim poglavljima. Ukoliko već imate osnovna znanja, slobodno odmah predite na druga poglavlja. (Ako u kasnijim poglavljima bude bilo potrebno da vas obavestimo o nečem veoma važnom, poput strujnog udara, podsetićemo vas u kom poglavlju možete naći više informacija o tome.)

U preglednom sadržaju na početku knjige i indeksu na kraju, lako ćete naći potrebne informacije.

Bezbednost na prvom mestu

Čitanje o elektronici je bezbedno, jedino vam se oči mogu zamoriti zbog predugov noćnog druženja sa ovom knjigom. Ali, upuštanje u projekte je druga priča. Iza zabave koju nudi elektronika kao hobi, kriju se visoki napori koji vas mogu prodrmati, lemilice koje vas lako mogu opeći i komadići žice spremni da vam ulete u oči ako vam prilikom sečenja zadrhti ruka. Jao!

Bezbednost je *numero uno* u elektronici. Toliko je bitna da smo joj posvetili čitavo poglavlje u ovoj knjizi (poglavlje 2). Ako ste novajlija u svetu elektronike, morate pročitati to poglavlje. Ne zaobilazite ga, čak i ako mislite da ste najopreznija osoba na svetu. Možda ste imali iskustva sa elektronikom, ali nije na odmet obnoviti znanja o zaštiti. Ako preuzmete prave mere predostrožnosti, elektronika je veoma bezbedan i razuman hobi. Potrudite se da bude tako!



Premda smo se trudili da vas kroz knjigu temeljno savetujemo o bezbednosti, nemoguće je predočiti sve mere predostrožnosti na ovom mestu. Pročitajte naše savete, ali i uputstva proizvođača delova i alatki koje koristite – i budite pažljivi.

Kako je knjiga organizovana

Elektronika za neupućene je organizovana tako da brzo možete naći, pročitati i usvojiti određenu informaciju. Ako imate predznanja iz elektronike možete i da preskočite pojedina poglavlja i pređete na delove koji vas zanimaju.

Poglavlja u ovoj knjizi svrstana su u delove, što takođe pomaže da brzo i lako nadete informacije koje tražite.

Deo I: Uvod u svet elektronike

Ako ste apsolutni početnik u svetu elektronike, počnite od dela I. Pošto je svrha knjige da vas osposobi da što pre počnete da radite konkretnе stvari, ovaj deo ima samo dva poglavlja koja predstavljaju opšti uvod u koncepte elektronike i informacije o bezbednosti. Pročitajte poglavlje 2, „Zaštita ljudi i opreme“, čak i ako odlučite da zaobidete uvod u elektroniku u poglavlju I.

Deo II: Alati i komponente

Ako ste novajlja, verovatno vam je potrebno nekoliko alatki. Najvažnije smo opisali u poglavlju 3, „Opremanje radnog prostora“.

Kola ne možete praviti od vazduha. Potrebni su vam otpornici, kondenzatori i drugi građivni elektronski blokovi. U poglavljima 4 i 5 objašnjavamo šta svaka od najvažnijih elektronskih komponenata radi i koliko često se koristi u kolima.

Deo III: Sve je na papiru

Ako nikad pre niste videli elektronsku šemu, verovatno će vam ličiti na egipatske hijeroglifе. U poglavlju 6 objašnjavamo kako da tumačite ove šeme; u poglavљу 7 otkrićete kako da utvrdite osnovnu funkciju kola na osnovu šeme.

Deo IV: Zavrnite rukave

U ovoj tački, verovatno ste spremni da sami izvodite elektronske projekte. Iz poglavlja u delu IV naučićeš kako da lemitate i da koristite tri najvažnije alatke za merenja i ispitivanja u elektronici – multimetar, logičku sondu i osciloskop. Poslednja dva uređaja nisu vam apsolutno neophodna za prve korake u elektronici, pa početnici mogu da se vrate na poglavlje 10 za par meseci.

Deo V: Obilje projekata

U poglavljima 11 i 12 pokazujemo kako da sami napravite kola. Objasnjavamo konstruisanje privremenih kola na takozvanim neleminim prototipskim pločama. Posle toga, otkrićelete nekoliko načina da napravite trajna kola ili da ih projektujete i naručite odgovarajuću štampanu ploču od proizvodača. U poglavlju 13 otkrivate uzbudljiv svet mikrokontrolera – elektronskih kola koja možete programirati da rade milion stvari. Na kraju, u poglavljima 14 i 15 poigraćete se sa desetak zabavnih (i ne previše komplikovanih!) projekata koje možete samostalno izvesti.

Deo VI: Sve same desetke

Ovaj deo sadrži nekoliko poglavlja s listama. Upoznaćelete se s dodatnim uređajima za merenje i ispitivanje kojima možete obogatiti radionicu kada steknete određeno iskustvo, i pročitaćelete savete o tome gde da nađete elektronske delove; na kraju, naučićelete korisne jednačine za koje nije neophodna diploma iz matematike.

Sličice koje se koriste u knjizi

Mi smo društvo koje živi u vizuelnom svetu – svakodnevno nas bombarduju prikazi iz skupih filmova i kompjuterskih igrica, tako da i u ovoj knjizi koristimo sličice da bismo vizuelno naglasili korisne informacije koje bi trebalo da pročitate.



Sličica za Savet ukazuje na informacije koje vam mogu uštedeti vreme, živce ili novac (ili sve tri stavke!). Ove sličice označavaju prigodne informacije koje će druženje sa elektronikom učiniti ugodnijim, zato ih nemojte zanemariti!



Uh-oh! Desiće se nešto loše – ako ne pročitate tekst uz sličicu Upozorenje. Neke od ovih informacija ističu kako treba biti oprezan da bi se izbegle povrede, dok druge predstavljaju savete o tome kako da izbegnete oštećivanje alatki, komponenata, kola – ili vašeg novčanika.



Uz sličice Ne zaboravite stoje dobromerni podsetnici o važnim idejama ili činjenicama koje biste morali da imate na umu dok istražujete svet elektronike. Ove sličice ukazuju na mesto prvog pominjanja određenog pojma u knjizi, pa ako treba da se podsetite – one će vam biti putokaz.

Deo I

Uvod u svet elektronike

The 5th Wave By Rich Tennant

©RICH TENNANT

Ti i tvoj glupi protivprovalni alarm!
Nikada ga nećeš završiti. Zašto ne
radiš nešto korisno? Nađi neki
honorarni posao ili preureди
kuhinju ili... HOĆEŠ LI
VEĆ JEDNOM
ISKLJUČITI TU
SPRAVU?!!



U ovom delu...

Oduvek ste želeli da se bavite elektronikom, ali niste znali odakle i kako da počnete? Sada ste na pravom mestu!

U poglavljima koja slede predstavićemo osnove elektriciteta i elektronike: Šta sve ti pojmovi podrazumevaju i zašto bi trebalo da znate više o njima. Ali, ne brinite. Nećemo vas zamarati dosadnim, dugačkim esejima o nauci i fizici. Pojmovi i jezik kojima ćemo se služiti biće lako razumljivi. Pored toga, u ovom delu daćemo korisne savete o bezbednosti i zaštiti. Elektronika je zabavna, ali samo ako se zaštите od opekovina, strujnog udara ili povrede oka koju može da izazove „podivljali“ otpornik.

Poglavlje 1

Od elektrona do elektronike

U ovom poglavlju

- Uloga elektrona, provodnika i napona
- Kako nastaje elektricitet?
- Neke elektronske komponente
- Povezivanje komponenata u električna kola
- Osnovne alatke elektroničara
- Osnovne jedinice
- Omovo zakon

Kada ujutru uključite aparat za kašu, koristite elektricitet. Kada uključite televizor da biste pogledali reprizu serije *Seks i grad*, ponovo koristite elektricitet.

Elektricitet i elektronske uređaje koristite svakodnevno i stalno, tako da ste verovatno već odavno razmišljali o tome kako zapravo oni rade. Odlično. Ipak, pre nego što počnete da se lirate žicama i baterijama, trebalo bi da proučите osnove elektriciteta i elektronike.

U ovom poglavlju naučićete kako od elektrona nastaje elektricitet i kako „obuzdavanje“ elektriciteta čini osnovu elektronike. Upoznaćete se i s nekim alatkama i komponentama koje ćete iskoristiti za praktične projekte iz poglavlja 14 i 15.

Šta je zapravo elektricitet?

Kao i mnogo toga što vas okružuje u svakodnevnom životu, elektricitet i električna struja mnogo su složeniji nego što mislite. Treba da istovremeno bude ispunjeno mnogo uslova da bi se pojavila varnica kada dotaknete kvaku na vratima ili da bi se obezbedilo napajanje za rad superračunara. Da biste razumeli kako nastaju elektricitet i električna struja, neophodno je da ih razložimo na sastavne delove.

Prvo nam je potreban elektron

Elektroni spadaju u osnovne gradivne elemente prirode. Oni su najbolji prijatelji protona, još jednih gradivnih elemenata prirode. Elektroni i protoni su izuzetno mali i nalaze se u... pa, u svemu oko nas. Zrnce prašine sadrži milione i milione elektrona i protona, pa možete zamisliti koliko ih onda ima u vašem omiljenom sumo rvaču.

Elektroni i protoni imaju jednaku količinu naelektrisanja, ali su suprotnog polarniteta – elektroni su negativno naelektrisani a protoni pozitivno. Suprotna naelektrisanja se privlače. Sličan oblik privlačenja, odnosno odbijanja, možete videti kad dva magneta približite jedan drugom. Ako ste približili različite polove, oni će se privući i „zalepiti“ jedan za drugi. Ukoliko ste približili iste polove magneta, magneti će se odbijati kao dva suprotstavljeni političara u TV duelu. Slično tome, pošto su elektroni i protoni suprotnog naelektrisanja, privlače se baš kao i različiti polovi magneta. Privlačenje elektrona i protona u svetu mikroskopskih razmera deluje kao lepak i sprečava nestajanje materije.

Dok su protoni relativno nepokretni, elektroni su „mališani“ puni avanturičkog duha koje ne drži mesto. Oni mogu, i to često rade, prelaziti s jednog objekta na drugi. Prošetajte po vunenom tepihu u sobi i dotaknite kvaku na vratima; elektroni koji putuju između vašeg prsta i kvake izazivaju varnicu koju ćete osetiti, a ponekad i videti. Munja je još jedan primer elektrona koji putuju između dva objekta – u ovom slučaju, između oblaka i površine zemlje. Ovo su primeri elektriciteta u „neobuzdanom“ stanju.

Kretanje elektrona kroz provodnike

Kako elektroni putuju s jednog mesta na drugo? Odgovor na to pitanje je sledeći delić slagalice o elektricitetu. Vi možda putujete svojim dobrim, starim jugičem – elektroni putuju nečim što zovemo provodnik. *Elektricitet (električna struja)* predstavlja usmereno kretanje elektrona kroz provodnik.

Mnogo je provodnih materijala, ali neki ipak bolje provode elektricitet od drugih. Elektroni se lakše kreću kroz metal nego kroz plastiku. Iako se u plastičnim materijalima svi elektroni kreću oko svojih saputnika (protona), uglavnom ostaju u sopstvenom „dvorištu“. Slobodni elektroni se u metalu ponašaju kao klikeri bačeni na klizalište. Elektroni „klize“ kroz metal poput klikera po ledu. Plastika, koja je izolator, više nalikuje na pesak. Klikeri se neće mnogo kretati ako ih bacite u kutiju s peskom, a isti je slučaj i s elektronima u izolatoru.

Koji su materijali dobri provodnici a koji pak dobri izolatori? Uglavnom se kao provodnici koriste bakar i aluminijum. Zapravo, u elektronskim sklopovima, najčešće se kao provodnici koriste bakarne žice. Plastika i staklo su najčešći korišćeni izolatori.

Otpor je mera sposobnosti elektrona da se kreću kroz neki materijal. Bakarna žica većeg prečnika pruža manji otpor protoku elektrona od iste takve žice manjeg prečnika. Neophodno je da shvatite šta je otpor, jer se u skoro svim elektronskim sklopovima i uređajima koriste otpornici. Otpornici imaju unapred određenu vrednost električnog otpora, što omogućava upravljanje protokom elektrona kroz električno kolo.

Šta se dogodilo s protonima?

Možda ste primetili da više ne govorimo o protonima. Iako je neophodno da shvatite razliku između pozitivnog i negativnog nanelektrisanja protona odnosno elektrona, veću pažnju posvećujemo elektronima jer su pokretljiviji. U većini slučajeva, kroz provodnike se kreću negativno nanelektrisani elektroni, i tako nastaje električna struja. Međutim, u baterijama, kroz provodnike se kreću i

pozitivno nanelektrisane čestice. Da bi se objasnio taj proces, u obzir se moraju uzeti i joni, atomi, elektrohemiske reakcije, pa možda čak i koncept šupljina iz fizike poluprovodnika. Pošto za projekte iz ove knjige (i većinu elektronskih projekata koji se rade iz hobija) nije neophodno da razumete te pojmove i koncepte, složeniju fiziku ostavićemo Ajanštajnu i usredsredićemo se na elektrone.

Napon, pokretačka sila

U prethodnom delu ovog poglavlja objasnili smo kako se elektroni kreću, pa i to da se slobodnije kreću kroz provodnike. Međutim, neka sila mora da „pogura“ elektrone s jednog mesta na drugo. Ta privlačna sila između pozitivnog i negativnog nanelektrisanja jeste elektromotorna sila koja se zove *napon*. Negativno nanelektrisani elektroni kreću se kroz provodnik ka pozitivnom naponu.

Sećate li se avanture Benja Frenklina koji je usred oluje puštao zmaja? Varnica koju je proizveo te noći pomogla mu je da shvati kako se kreće električna struja. U Benovom slučaju, elektroni su se kretali naniže kroz vlažnu nit, koja je služila kao provodnik. (Uočena pojava je delom nastala zbog loga što je nit bila vlažna. Pokušajte da istu izvedete koristeći suvu nit i videćete da to neće ići tako lako.) Razlika između napona negativno nanelektrisanih oblaka i površine zemlje „povukla“ je elektrone duž vlažne niti.

Ne pokušavajte da sami izvedete Frenklinov eksperiment sa zmajem! Puštanjem zmaja po oluji, u osnovi se igrate sa životom – jer vas munja u trenutku može pretvoriti u tost.



Važna kombinacija: elektroni, provodnici i napon

Recimo da uzmete žicu (provodnik), pa jedan kraj povežete s pozitivnim polom baterije a drugi s negativnim. Elektroni počinju da se kreću od negativnog ka pozitivnom polu baterije. Taj protok elektrona zove se *električna struja*. Kada iskombinujete elektrone, provodnik i napon, nastaje električna struja u obliku koji se može koristiti.

Da biste lakše razumeli kako provodnici i napon utiču na tok električne struje kroz žicu, zamislite kako pritisak vode i prečnik cevi utiču na protok vode kroz cev. Evo objašnjenja te analogije:

- ✓ Povećani pritisak vode dovodi do toga da više vode protiče kroz cev. To je analogno povećanom naponu, koji je uzrok što se veći broj elektrona kreće kroz provodnik pa raste jačina struje.
- ✓ Kada je prečnik cevi veći, pod određenim pritiskom kroz nju protiče više vode. Isti je slučaj kada se koristi žica većeg prečnika; kroz nju se pod određenim naponom kreće više elektrona i dobija se jača električna struja.

Konvencionalna ili stvarna električna struja

Prvi istraživači su verovali da električna struja nastaje zbog protoka pozitivno nanelektrisanih čestica. Zato su električnu struju opisali kao protok pozitivnog nanelektrisanja od pozitivnog ka negativnom naponu. Mnogo kasnije, otkriveni su elektroni i naučnici su zaključili da se elektroni kroz provodnik kreću od negativnog ka pozitiv-

nom naponu. Izvorno shvatanje je još uvek na snazi utoliko što se na električnim šemama smer električne struje označava strelicom usmerenom suprotno od stvarnog smera kretanja elektrona. *Konvencionalna struja* je protok pozitivnog nanelektrisanja od pozitivnog ka negativnom naponu i suprotna je stvarnoj električnoj struci.

Gde se stvara elektricitet?

Elektricitet nastaje kada napon usmerava tok električne struje kroz provodnik. Kada provodnikom povežete prekidač i sijalicu, gde se stvara elektricitet koji napaja sijalicu?

Postoji mnogo izvora elektriciteta – od starog trika „šetnja po vunenom tepihu i dodirivanje kvake“ do solarnih elektrana. Da bismo vam olakšali život, u ovoj knjizi ćemo opisati samo tri izvora koja će vjerovatno koristiti u svojim projektima: baterije, gradsku električnu mrežu i solarne ćelije.

Rade bez predaha: baterije

U baterijama se za stvaranje pozitivnog napona na jednom polu odnosno negativnog na drugom, koristi proces koji se zove elektrohemijska reakcija. Suprotna nanelektrisanja nastaju kada se dva različita metala postave u određenu hemikaliju. Pošto ovo nije knjiga „Hemija za neupućene“, nećemo do tančina razmatrati šta se nalazi i dešava u baterijama ali, verujte nam na reč, to su elektrohemijske reakcije.

Baterije imaju dva kraja, to jest pola (što je samo drugi naziv za parče metala za koji možete pričvrstiti kraj žice). Baterije se često koriste za napajanje prenosivih, manjih uređaja, kao što je baterijska lampa. U baterijskoj lampi sijalica je s baterijom povezana preko dve žice, za svaki pol baterije po jedna. Šta se zatim dešava? Nešto nalik na ovo:

- ✓ Napon „potiskuje“ elektrone kroz žicu od negativnog pola baterije ka pozitivnom.
- ✓ Elektroni koji se kreću kroz žicu prolaze i kroz vlakno u sijalici, pa sijalica svetli.

Pošto se elektroni kreću kroz žicu samo u jednom smeru, od negativnog do pozitivnog pola, električna struja koju proizvodi baterija zove se *jednosmerna struja* (engl. *direct current*, DC). Ona se razlikuje od *naizmenične struje* (engl. *alternating current*, AC), o kojoj govorimo u sledećem odeljku.

Žicu morate povezati sa oba pola baterije. Na taj način omogućavate elektro-nima da se kreću od jednog pola baterije, kroz sijalicu, do drugog pola. Ako to kolpo između negativnog i pozitivnog pola nije zatvoreno, onda nema usmerenog protoka elektrona.



Raznovrsni izvori struje

Kada kroz utičnicu u zidu priključite lampu na električnu mrežu, koristite električnu struju koja nastaje u elektrani. To može da bude hidrocentrala, nuklearna elektrana, termoelektrana na ugalj ili prirodni gas itd. Zbog načina na koji se u elektrani proizvodi električna struja, smer u kome se kreću elektroni menja se sto puta u sekundi, ponavljajući ciklus pedeset puta u sekundi. Ovakvim kretanjem elektrona nastaje *naizmenična struja* (engl. *alternating current*, AC).

Kretanje elektrona u zatvorenom kolu naziva se *ciklus*. Broj ciklusa u sekundi naizmenične struje izražava se jedinicom koja se zove *herc*, a označava skraćenicom Hz. Primer u prethodnom pasusu zasnovan je na činjenici da se kod nas koristi standardna frekvencija od 50 Hz; u nekim drugim zemljama – na primer, u Americi – standardno se koristi 60 Hz, što znači da elektroni menjaju smer kretanja sto dvadeset puta u sekundi.

U hidroelektranama, snaga vode se koristi za okretanje namotaja žice unutar ogromnog magneta. Kada pored magneta pomerate žicu, u njoj se indukuje (generiše) protok elektrona. Prvo magnet usmerava kretanje elektrona u jednom pravcu, zatim, kada se namotaj okreće za 180 stepeni, magnet „primorava“ elektrone da promene smer kretanja. Tako nastaje naizmenična struja.

Ništa lakše od korišćenja utičnice u zidu, ali u većini projekata trebaće vam jednosmerna struja, a ne naizmenična. Ako kao izvor napajanja koristite gradsku električnu mrežu, moraćete da pretvorite naizmeničnu struju u jednosmernu. To možete uraditi pomoću uređaja koji se zove *ispravljач*. Primer ispravljачa koji stalno koristite jeste punjač za mobilni telefon; taj maleni uređaj u osnovi pretvara naizmeničnu struju u jednosmernu kojom se puni baterija. Više o ispravljacima saznaćete u poglavljima 2 i 16.

Bezbednost, bezbednost, bezbednost. To je važna tema koju morate imati na umu kada koristite naizmeničnu struju iz gradske električne mreže. Korišćenje struje iz baterije nalikuje držanju mačke kao kućnog ljubimca, dok se struja iz električne mreže može uporediti s gladnjim lavom. Igrajući se s mačkom možete zaraditi samo ogrebotine na rukama; kralj životinja poješće vas za doručak. Ako



smatrate da je neophodno da za svoje elektronske projekte koristite naizmeničnu struju iz električne mreže, budite sigurni da znate šta radite. Upoglavlju 2 daćemo vam savete o bezbednosti i zaštiti.

Šta je nastalo prvo: napon ili struja?

Baterije stvaraju napon koji je pokretačka snaga električne struje. Generatori u hidroelektranama izvor su električne struje koja stvara napon u mreži. Šta je starije?

Pitanje podseća na dobro poznatu moggalicu o kokoški i jajetu. Napon, struja i pro-

vodnici moraju se posmatrati kao celina. Ako se na provodnik primeni napon, nastaje električna struja. Ukoliko kroz provodnik protiče struja, na njegovim krajevima će se javiti napon. Zaključak: ne razmišljajte mnogo o tome šta prvo nastaje.

Solarne čelije

Solarne čelije su jedan oblik poluprovodnika. Kao i baterije, solarne čelije imaju žice priključene na dva pola. Svetlost koja pada na solarne čelije dovodi do stvaranja električne struje. (Reakcija na svetlost je osobina poluprovodnika i o njoj govorimo u izdvojenom odjeljku „Upoznavanje s poluprovodnicima“, kasnije u ovom poglavlju.) Struja zatim teče kroz žice do uređaja, kao što su kalkulator ili baštenska lampa ispred vaše kuće.

Kada koristite kalkulator sa solarnom čelijom, možete dokazati da njegov rad zavisi od svetlosti koja pada na solarnu čeliju. Uključite kalkulator i unesite neke cifre (izaberite veliki broj, na primer vaš godišnji porez na dohodak). Nakon toga palcem prekrijte solarnu čeliju. (Ona se najverovatnije nalazi pri vrhu kalkulatora, u pravougaonom području koje je pokriveno providnom plastikom.) Vrlo brzo, brojevi će nestati s displeja. Podignite prst sa čelije i brojevi će se ponovo pojaviti. Znači, uređajima koje napajaju solarne čelije neophodna je svetlost da bi radili.

Jednostavan izbor: AC ili DC

Kakva je razlika ako koristite naizmeničnu ili jednosmernu struju? Velika!

Generisanje naizmenične struje i njenog distribuiranje prenosnim vodovima jeftinije je nego u slučaju jednosmerne struje. Zato se naizmenična struja koristi za skoro sve uređaje u domaćinstvima, kao što su stojnice ili grejalice.

Za projekte opisane u ovoj knjizi (i mnoge druge primene u elektronici) jednostav-

nije je koristiti jednosmernu struju. Naizmeničnom strujom se mnogo teže upravlja, jer ne znate u kom smeru se kreću elektroni u datom trenutku. To se može uporediti sa upravljanjem saobraćajem na dvosmernom autoputu sa šest traka u svakom smeru i saobraćajem u jednosmernoj ulici s jednom trakom. Zato se u većini električnih kola o kojima ćeće čitati u ovoj knjizi koristi jednosmerna struja.

Električne komponente

Električne komponente su delovi koje koristite u elektronskim projektima. Vrlo jednostavno, zar ne? Neke komponente koristite za upravljanje protokom struje; takva komponenta je, na primer, obrtni prekidač pomoću kojeg se podešava jačina svetlosti sijalice. Druge elektronske komponente, kao što su zvučnici, napajaju se elektricitetom. Elektronske komponente koje zovemo senzori, detektuju nešto (recimo, svetlost ili toplotu) i zatim generišu struju da bi se dobio odziv – na primer uključivanje ili isključivanje alarma.

U ovom odeljku upoznaćete se s nekim osnovnim električnim komponentama. U poglavljima 4 i 5 opisaćemo ih detaljnije.

Upravljanje elektricitetom

Pomoću električnih komponenata, ili delova, može da se upravlja elektricitetom. Na primer, prekidač povezuje sijalicu sa izvorom električne struje. Da bi se sijalica isključila, prekidač jednostavno prekida električno kolo.

Za upravljanje elektricitetom koriste se i otpornici, kondenzatori, diode i tranzistori. O njima ćete više saznati u poglavljiju 4.

Još bolje upravljanje elektricitetom

Integrirana kola (engl. *integrated circuits*, IC) jesu komponente koje sadrže mnoštvo minijaturnih delova (otpornike, tranzistore ili diode, o kojima ćete više naučiti u poglavljiju 4); ceo uređaj nije mnogo veći od neke pojedinačne komponente. Pošto svako integrisano kolo sadrži mnogo komponenata, jedno malo integrisano kolo može da obavi isti posao kao nekoliko pojedinačnih delova.

Audio pojačavač je primer integrisanog kola. Audio pojačavači se koriste za povećanje snage zvučnih signala. Na primer, ako imate mikrofon, njegov slab izlazni signal propušta se kroz audio pojačavač da bi mu snaga bila dovoljna za generisanje zvuka u zvučnicima.

Drugi tip integrisanih kola koji se koristi u elektronskim projektima jeste mikrokontroler, on se može programirati tako da upravlja radom različitih uređaja i aparata, kao što su roboti. O mikrokontrolerima detaljnije ćemo govoriti u poglavljju 13.

Osećajni senzori

Odredene elektronske komponente generišu struju kada su izložene svetlosti ili zvuku. Tako generisanu električnu struju, zajedno s nekim komponentama za upravljanje elektricitetom, navedenim u prethodnim odeljcima, možete upotrebiti za uključivanje ili isključivanje električnih uređaja, kao što su sijalice ili zvučnici.

Upoznavanje s poluprovodnicima

U tranzistorima, diodama, svetlećim diodama (LED), integriranim kolima i mnogim drugim elektronskim uređajima umesto provodnika koriste se poluprovodnici. *Poluprovodnik* je materijal, kao što je silicijum, koji ima osobine i provodnika i izolatora.

Silicijum je zaista izuzetan hemijski element. Po njemu je nazvana jedna dolina u Kaliforniji. U čistom stanju, silicijum slabo provodi električnu struju. Međutim, ako mu se dodaju primeće – na primer bor ili fosfor – silicijum postaje dobar provodnik. Kada se silicijumu doda fosfor, on postaje poluprovodnik tipa *n*. Kada se kao primesa koristi bor, silicijum postaje poluprovodnik tipa *p*. *Poluprovodnik tipa n* ima više elektrona od čistog poluprovodnika, a *poluprovodnik tipa p* ima manje elektrona od poluprovodnika u čistom stanju.

Kada se u kristalnoj rešetki silicijuma atomi bora i fosfora nađu jedni do drugih, nastaje *pn* spoj. Struja kroz *pn* spoj teče samo u jednom smeru. Diode, koje pretvaraju

naizmeničnu struju u jednosmernu, primer su komponente u kojoj postoji *pn* spoj.

Kada se izloži dejstvu svetlosti, *pn* spoj generiše električnu struju i ta njegova osobina koristi se pri pravljenju solarnih ćelija. S druge strane, kada kroz *pn* spoj propustite električnu struju, on emituje svetlost, kao što rade svetleće diode (engl. *light-emitting diodes*, LED).

U tranzistorima se koriste spojevi u koji ma tri susedna područja imaju dodate primeće. Primera radi, jedan region s fosforom, jedan s borom i još jedan s fosforom, daju *npn* spoj. U tranzistoru se struja dovodi na srednju od tri regiona (bazu), čime se omogućava protok struje.

U većini elektronskih projekata koriste se komponente kao što su tranzistori, diode i integrirana kola, a sve su napravljene od poluprovodnika. Poluprovodnici su omogućili projektovanje i proizvodnju malih i tankih elektronskih uređaja (primera radi, ručnih računara i radio-prijemnika).

Detektori kretanja, svetlosni senzori, mikrofoni i temperaturni senzori generišu električni signal kao odgovor na neki stimulans (pokret, svetlost, zvuk ili temperaturu). Ti signali se zatim mogu upotrebiti za uključivanje ili isključivanje uređaja. Visok nivo signala može da uključi, a nizak nivo signala da isključi neki električni uređaj. Na primer, kada dosadni trgovački putnik kreće prema vratima vaše kuće, detektor kretanja može da uključi reflektor (ili, još bolje, alarm protiv provalnika).

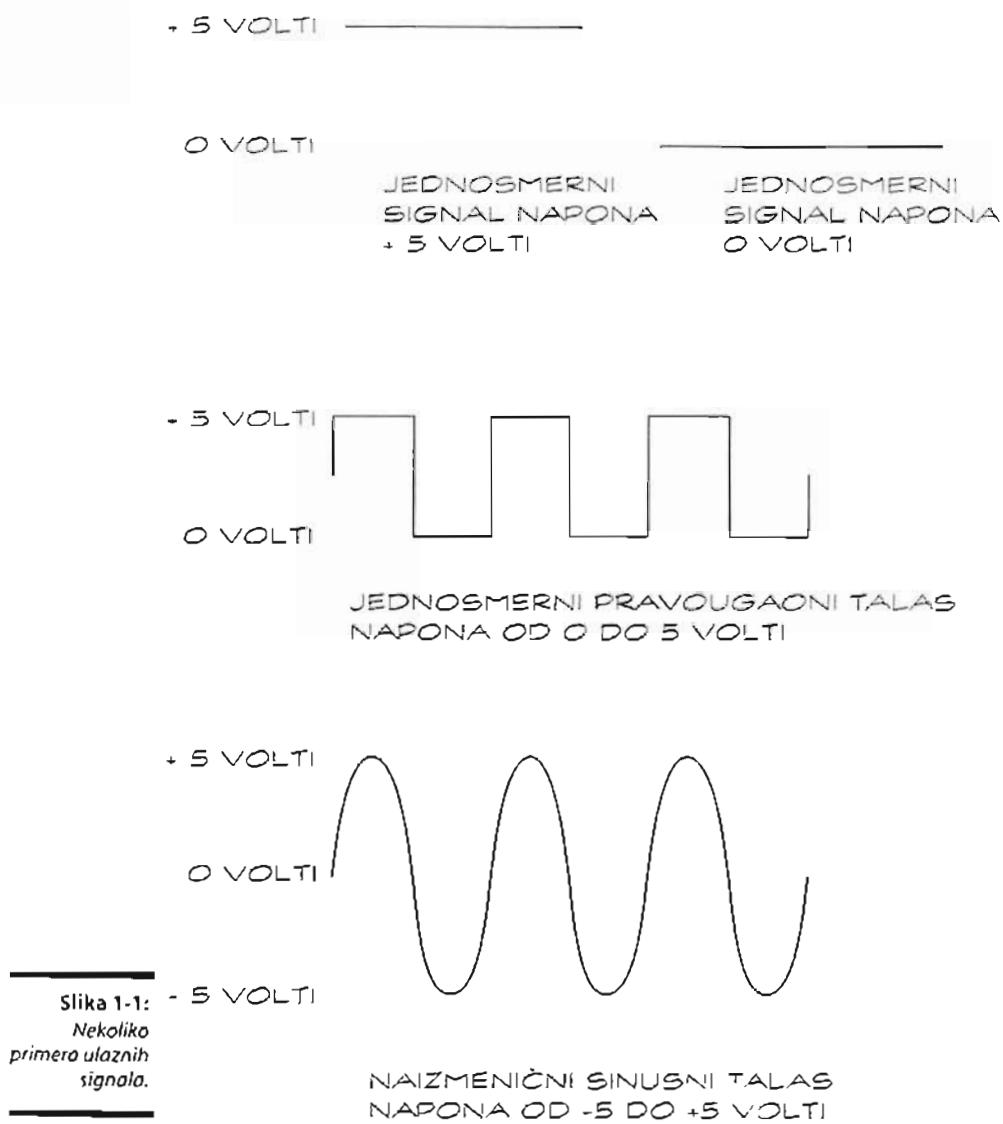
Ti signali poprimaju različite oblike, u zavisnosti od komponente koja ih proizvodi. Na primer, mikrofon generiše signal naizmenične struje, a temperaturni senzor – jednosmerne.

Na slici 1-1 prikazani su signali koji se često koriste u elektronici. Među njima su:

- ✓ **Jednosmerni signal napona +5 volti:** Najviši ulazni napon.
- ✓ **Jednosmerni signal napona 0 volti:** Najniži ulazni napon.
- ✓ **Jednosmerni pravougaoni talas, napona od 0 do 5 volti:** Izlaz iz oscilatora (uređaja koji u ciklusima daje visoki i niski napon); ako ovaj signal upotrebite za napajanje sijalice, ona će se u ciklusima uključivati i isključivati (treptati).

- ✓ **Naizmenični sinusni talas, napona od -5 do +5 volti:** Signal, kao onaj koji dolazi iz mikrofona, generiše naizmeničnu struju koju uredaj, npr. pojačavač, koristi kao ulaz. Mikrofon generiše talasnji oblik sa slike 1-1 kad je prima zvuk koji stvara pobudenu zvučnu viljušku. Obratite pažnju na to da su prelazi od +5 do -5 volti (slika 1-1) u sinusnom talasu postepeni a u pravougaonom talasu oštiri.

O različitim tipovima senzora više ćete saznati u poglavljiju 5.



Napajanje

Elektricitet napaja električne komponente za generisanje svetla, topote, zvuka, pokreta... Na primer, kada se jednosmerni motor priključi na izvor električne struje, osovina motora počinje da se obrće, kao i sve što je s njom povezano.

Elektricitetom se napajaju i zvučnici, sijalice, LED diode i motori. U poglavljima 4 i 5 saznaćete više o tim komponentama.

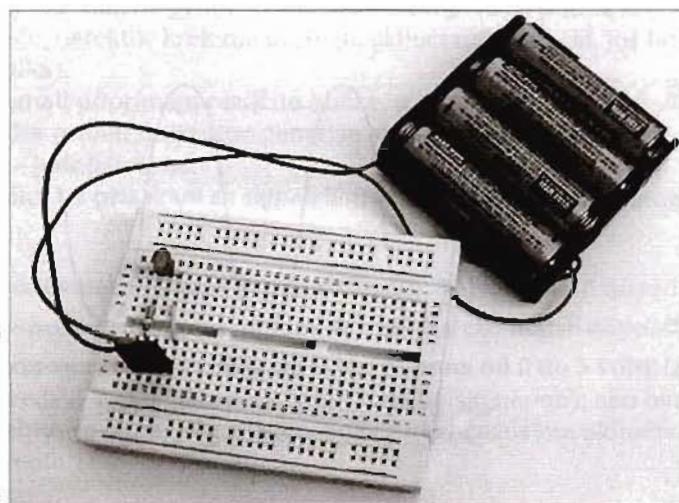
Kako elektricitet postaje elektronika

Kada vam je električna struja potrebna da bi nešto radilo, recimo kućni stereo sistem, ulazite u svet elektronskih uređaja. Bez sumnje, gorite od želje da i sami započnete pravljenje nekih od njih. Unarednim odeljcima objasnićemo osnovnu interakciju elektronike (električne struje) i elektronskih uređaja.

Pravljenje jednostavnog kola

Uzmite bateriju, otpornik i LED diodu, povežite ih žicama i dobili ste jednostavno elektronsko kolo. Elektronsko kolo se upravo na to i svodi – žice povezuju komponente tako da struja može da protiče kroz njih i da se vrati do izvora.

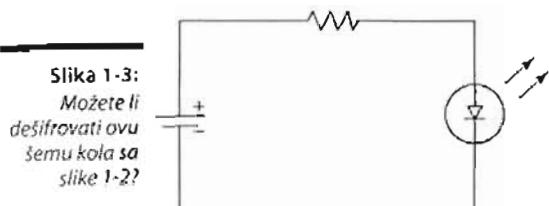
Jednostavno kolo je prikazano na slici 1-2. Komponente koje čine to kolo postavljaju se na takozvanu prototipsku ploču (engl. *breadboard*) i medusohno povezuju žicama. Ako ste ikada pravili čika-Krompirka, shvatiteći i princip korišćenja prototipske ploče. U krompir ubadate odredene delove (uši, šešir, oči, itd.) i tako dobijate krompírnog čoveka. Slično tome, prototipska ploča ima ležišta za umetanje elektronskih komponenata i pravljenje jednostavnog elektronskog kola. Kada na prototipskoj ploči napravite kolo kojim ste zadovoljni, možete na osnovu njega napraviti i elektronsko kolo na štampanoj ploči. (U poglavljiju 11 govorićemo više o pravljenju elektronskih kola na prototipskoj ploči.)



Slika 1-2:
Različite
komponente
povezane
u jedno kolo.

Na slici 1-2 prikazane su žice povezane sa oba pola baterije u kolu. Ta veza omogućava da struja teče iz baterije, kroz LED diodu i druge komponente, do suprotnog pola baterije – tako se kolo zatvara. Kolo se može zatvoriti i tako što se njegovi delovi povežu s metalnim kućištem uređaja, recimo kućnog stereo sistema. Takvu vezu zovemo *uzemljenje* i ona se koristi kao referenca za sve napone u kolu. Uzemljenje može, ali i ne mora da bude povezano sa zemljom, ali je uvek referenca u odnosu na koju se mere svi ostali naponi. O uzemljenju ćemo više govoriti u poglavlju 6.

Kolo se može predstaviti i šematski. Šema je crtež na kome se vidi kako su komponente povezane žicama. Pogledajte kako na slici 1-3 izgleda šema kola sa slike 1-2. U poglavlju 6 detaljnije ćete se upoznati sa električnim šemama.



Koje električno kolo napraviti?

Ako vas već svrbe dlanovi jer želite da napravite jednostavno kolo da biste proverili svoje znanje i veština, pogledajte šta vam nudimo u poglavlju 14. Primera radi, na prototipskoj ploči možete napraviti kolo koje se oglašava kao alarm kada neko uključi sijalicu u vašoj sobi. Tako ćete se na zabavan način upoznati sa osnovama pravljenja kola. (Ukoliko ste početnik, nemojte se zaletati dok ne pročitate nekoliko poglavlja ove knjige, posebno poglavlje 2 u kome govorimo o zaštiti i bezbednosti.)

Kada se oprobate s projektima iz poglavlja 11 i ovladate osnovnim znanjem i veštinama, možete preći na projekte iz poglavlja 15, kao što je konstruisanje malog robota. Za njih će vam trebati više vremena, ali na kraju ćete dobiti istinski korisne i vredne uređaje.

Kada unapredite svoje veštine radeći na projektima iz ove knjige, krenite korak dalje. Dodatne ideje svakako ćete pronaći i na Internetu. Mi vam predlažemo lokacije čije su adrese discovercircuits.com/ i www.electronics-lab.com.



Poigrajte se sa alatkama

Kada je reč o elektronskim projektima, najbolje je to što morate da petljate s alatkama i komponentama da biste videli šta od svega toga možete napraviti. Neke alatke se koriste za sastavljanje kola, a druge za proveru njegovog rada.

Osnovne alatke

Sigurno ćete se obradovati kad čujete kako vam nije neophodno mnogo alatki da biste ušli u svet elektronike. Dovoljne su makaze za sečenje žice, klešta s dugačkim i tankim vrhom, klešta za skidanje izolacije sa žice i nekoliko odvijača, i možete započeti rad na projektima iz poglavlja 14.

Ako želite da napravite kolo koje ćete duže koristiti, nabavite i lemilicu kako biste na pravi način povezali komponente. O izboru odgovarajuće lemilice govorimo u poglavlju 8.

Nema sumnje da ćete, kako budete napredovali, morati da koristite i mnoge druge alatke. Na primer, magnetom ćete izvlačiti vijke i druge sitne predmete koji će neizostavno upadati na teško dostupna mesta. Detalje o opremanju radnog prostora naći ćete u poglavlju 3.



Merni alati

Tokom sastavljanja kola ili pronaalaženja uzroka problema, moraćete da obavite i odredena merenja da biste proverili rade li sve komponente onako kako bi trebalo i da li ste pravilno projektovali i napravili kolo. Za merenja ćete koristiti multimetar, osciloskop i probnu lampu. O njima govorimo u poglavljima 9 i 10.

Ukratko ćemo vam reći za šta ćete koristiti multimetar, jer je to prvi merni uredaj koju ćete kupiti i, verovatno, jedini koji će vam ikada zatrebatи.

Recimo da ste sastavili električno kolo i upravo ga uključili. Šta ako ne radi? Pomoću multimetra ustanovićete koja je komponenta uzrok problema. Možete izmeriti napon, otpor i struju u različitim tačkama kola. Na primer, ako je napon u jednoj tački kola 5 volti, a u nekoj drugoj neočekivano i neobjasnivo padne na 0 volti, ne treba biti genije da bi se shvatilo kako je uzrok problema negde između te dve kontrolne tačke. Nakon toga (ali, molimo vas, prvo isključite napajanje) proverite da li su se između te dve tačke negde otkačile žice ili je neka komponenta oštećena.

Pre nego što potražite uzrok problema, pročitajte poglavlje 2 u kome govorimo o zaštiti i bezbednosti. Vrlo lako se možete povrediti ili ošteti uredaj ako ne vodite računa.



Divni svet jedinica

Da biste razumeli rezultate merenja multimetrom, morate znati koje se veličine i jedinice koriste u elektronici. U narednim odeljcima upoznaćemo vas sa osnovama.

Izražavanje veličina jedinicama

Jedinice vam kazuju koliko nečega imate. Na primer, kada kupujete jabuke, njihovu masu izražavate kilogramima (kg). Slično tome, multimetar meri otpor koji se izražava u omima, napon – za koji je jedinica volt, i jačinu struje – koja se izražava u amperima.

U tabeli 1-1 navedene su uobičajene jedinice i skraćenice koje se koriste u elektronici.

Tabela 1-1 Merne jedinice u elektronici

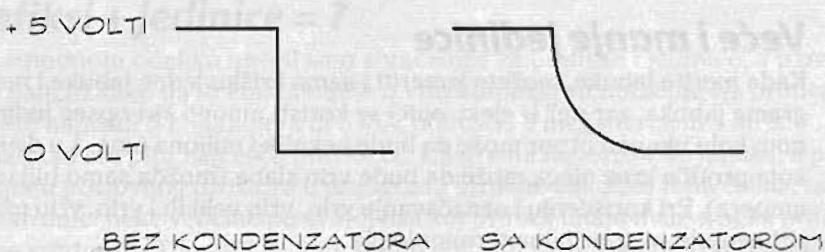
Veličina	Skracenica	Jedinica	Oznaka	Komponenta
Otpor	R	om	Ω	Otpornik
Kapacitivnost	C	farad	F	Kondenzator
Induktivnost	L	henri	H	Induktivni kalem
Napon	E ili V	volt	V	
Struja	I	amper	A	
Snaga	P	vat	W	
Frekvencija	f	herc	Hz	

Objašnjenje nekih novih izraza

Iako smo o otporu, naponu i strujama već govorili u ovom poglavlju, neki izrazi u ovom odjeljku sigurno su vam nepoznati i novi.

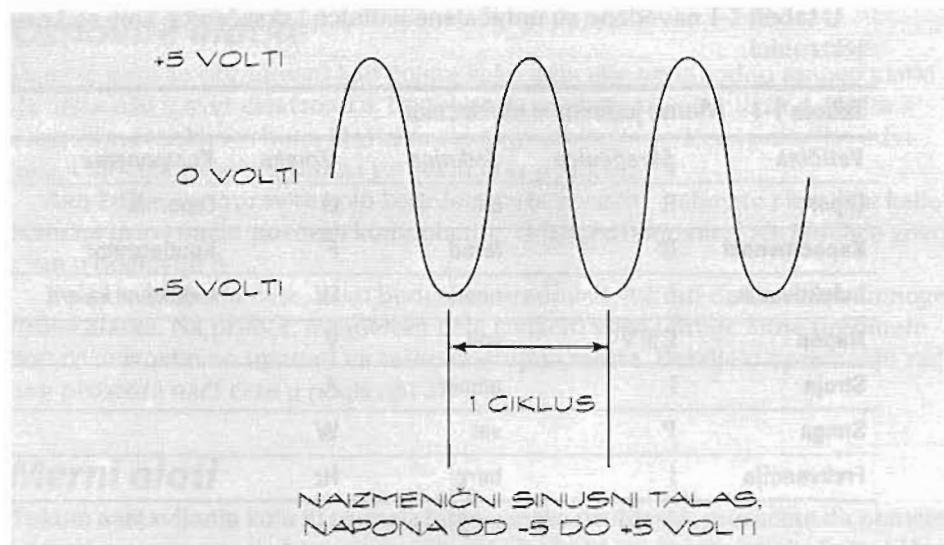
Kapacitivnost je sposobnost sklađištenja nanelektrisanja u električnom polju. Usklađišteno nanelektrisanje utiče na postupnije smanjenje ili povećanje napona, tako da

njime možete bolje upravljati. U mnogim kolima se za ovu svrhu koriste komponente koje zovemo *kondenzatori*. Na slici je prikazan signal koji se javlja prilikom smanjivanja napona sa +5 na 0 volti, bez upotrebe kondenzatora i u slučaju kada se u kolu nalazi kondenzator.



Frekvencija je mera učestalosti ponavljanja naizmeničnog signala. Na primer, napon gradske električne mreže jedan kompletan ciklus obavi 50 puta u sekundi. Na sledećoj slici prikazan je sinusni talas.

Signal na toj slici prolazi kroz jedan ciklus kada napon sa -5 dode do +5 volti a zatim se vratiti na vrednost od -5 volti. Ako signal ponovi taj ciklus 50 puta u sekundi, njegova frekvencija je 50 Hz (50 herca).



Induktivnost je sposobnost skladištenja energije u magnetnom polju. Ta usklađena energija utiče na promenu vrednosti električne struje, kao što nanelektrisanje usklađeno u kondenzatoru utiče na promene napona. Komponente pod nazivom *induktivni kalemi* ugrađuju se u električna kola da bi se iskoristila induktivnost.

Snaga odgovara uloženom radu električne struje koja protiče kroz neku električnu komponentu. Recimo, kada se na sijalici primeni napon a struja teče kroz vjakno sijalice, uloženi rad se pretvara u zagrevanje tog vjakna. U tom primeru, snaga se može izračunati množenjem vrednosti napona s jačinom električne struje koja protiče kroz vjakno.

Veće i manje jedinice

Kada merite jabuke, možete izmeriti i samo krišku jedne jabuke i nekoliko kilograma jabuka, zar ne? U elektronici se koristi mnogo širi opseg jedinica. U jednom kolu ukupan otpor može da bude nekoliko miliona oma, a u drugom, struja koja protiče kroz njega može da bude vrlo slaba (možda samo hiljaditi deo ampera). Pri korišćenju i označavanju vrlo, vrlo velikih i vrlo, vrlo malih brojeva primenjuje se specijalna terminologija.

U elektronici se za označavanje malih i velikih brojeva koriste prefiksi i naučna notacija (tabela 1-2).

Tabela 1-2 Prefiksi u elektronici

Broj	Ime	Naučna notacija	Prefiks	Skracenica
1.000.000.000	1 milijarda	10^9	giga	G
1.000.000	1 milion	10^6	mega	M
1.000	1 hiljada	10^3	kilo	k

Tabela 1-2 Prefiksi u elektronici (nastavak)

<i>Broj</i>	<i>Ime</i>	<i>Naučna notacija</i>	<i>Prefiks</i>	<i>Skraćenica</i>
100	1 stotina	10^2		
10	deset	10^1		
1	jedan	10^0		
0,1	1 deseti	10^{-1}		
0,01	1 stoti	10^{-2}		
0,001	1 hiljaditi	10^{-3}	mili	m
0,000001	1 milioniti	10^{-6}	mikro	μ
0,000000001	1 milijarditi	10^{-9}	nano	n
0,00000000001	1 bilioniti	10^{-12}	piko	p

Šta zapravo znaće oznake 10^6 ili 10^5 ? *Naučna notacija* je metod koji omogućava da se odredi koliko nula treba dodati broju u decimalnom sistemu, zasnovanom na stepenima broja 10. Na primer, eksponent '6' u oznaci 10^6 znači da decimalni zarez treba postaviti šest mesta udesno. 10^6 znači da decimalni zarez treba pomeriti šest mesta uлево. Dakle, ako je broj u naučnoj notaciji napisan kao 1×10^6 , decimalni zarez treba postaviti šest mesta udesno od jedinice, pa u uobičajenoj notaciji dobijamo 1.000.000 to jest jedan milion. Kada je broj napisan kao 1×10^{-6} , decimalni zarez se pomera šest mesta uлево, pa dobijamo broj 0,000001 to jest 1 milioniti. U slučaju broja $3,21 \times 10^4$, decimalni zarez se pomera četiri mesta udesno i kao rezultat dobijamo broj 32.100.

Prefiksi + jedinice = ?

U prethodnom odeljku naveli smo skraćenice za prefikse i jedinice, a u ovom ćete naučiti kako da ih kombinujete u vrlo kompaktну notaciju. Na primer, možete napisati 5 miliampera ili 5 mA, odnosno 3 megaherca ili 3 MHz.

Baš kao što pitu najčešće pravite od kilograma ili nešto više jabuka, a pri građenju poslovnog prostora u predgradu utrošite nekoliko tona čelika, tako i u elektronici neke veličine po svojoj fizičkoj prirodi imaju male a neke prilično velike vrednosti. To znači da ćete stalno nailaziti na određene kombinacije prefiksa i jedinica. Navodimo najčešće takve kombinacije:

- ✓ **Struja:** pA, nA, mA, µA, A
- ✓ **Induktivnost:** nH, mH, µH, H
- ✓ **Kapacitivnost:** pF, nF, mF, F
- ✓ **Napon:** mV, V, kV
- ✓ **Otpor:** Ω, kΩ, MΩ
- ✓ **Frekvencija:** Hz, kHz, MHz, GHz

Pomoću podataka iz tabela I-1- i I-2, možete prevesti prethodne notacije. Navodimo odredene primere:

- ✓ mA: miliamper tj. hiljaditi deo ampera
- ✓ µV: mikrovolt tj. milioniti deo volta
- ✓ nF: nanofarad tj. milijarditi deo farada
- ✓ kV: kilovolt tj. hiljadu volti
- ✓ MΩ: megaom tj. milion oma
- ✓ GHz: gigaherc tj. milljardu herca

U skraćenicama za prefikse koji predstavljaju brojeve veće od 1, kao što je *M* za *mega*, koriste se velika slova. Za prefikse koji predstavljaju brojeve manje od 1, kao što je *m* za *mini*, koriste se mala slova. Izuzetak koji potvrđuje pravilo (a takav izuzetak uvek i svuda postoji) jeste *k* za *kilo*, gde se koristi malo slovo iako predstavlja skraćenicu prefiksa za hiljadu.

Korišćenje velikog slova K specijalan je slučaj rezervisan za kiloome: kada vidite veliko slovo K pored broja, primera radi 3,3 K, znači da je reč o otporu od 3,3 kilooma.

Pre bilo kakvog izračunavanja, sve vrednosti izražene pomoću prefiksa morate prevesti u broj izražen osnovnim jedinicama, što ćemo objasniti u odeljcima koji slede.



Omov zakon

Recimo da se pripremate da napravite jedno električno kolo. Znate koliku struju može da podnese komponenta a da ne pregori i koliki napon daje izvor napajanja. Vaš zadatak je da izaberete otpornik koji će spričiti da struja bude iznad dozvoljenog nivoa.

Početkom osamdesetih godina devetnaestog veka, Džordž Om je izveo jednačinu – poznatu pod nazivom Omov zakon – koja omogućava da na osnovu navedenog primera izaberete odgovarajući otpornik. *Omов закон* kaže da je napon jednak proizvodu struje i otpora, ili – predstavljeno standardnom matematičkom notacijom:

$$V = I \times R$$

Još malo o Omovom zakonu

Sećate li se još uvek srednjoškolske algebre? Kako se u jednačini s tri promenljive izračunava nepoznata promenljiva, ako su preostale dve (na primer, *x* i *y*) poznate? Omov zakon funkcioniše na istom principu; možete preuređiti veličine koje se u njemu pojavljuju tako da uvek izračunate nepoznatu veličinu na osnovu dve poznate. Recimo, jačina struje je jednaka količniku napona i otpora, to jest

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

Ako su vam poznate vrednosti struje i napona, možete izračunati otpor. Dakle, otpor je jednak količniku napona i jačine struje, to jest

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

Za sada vam je sve, nadamo se, jasno. Uzmimo konkretni primer s baterijom napona 12 volti i zujalicom (što je u osnovi velika baterijska lampa). Pre nego što postavite bateriju, multimetrom merite otpor kola i saznajete da iznosi 9 omi. Jačinu struje izračunacete po formuli:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ volti}}{9 \text{ omi}} = 1,3 \text{ ampera}$$

Možda vam se čini da je svetlost jaka? Slabija struja smanjuje jačinu svetlosti, tako da je dovoljno dodati otpornik. U početku je ukupan otpor kola bio 9 omi; kada se u kolo doda otpornik od 5 omi, ukupan otpor postaje 14 omi. U tom slučaju jačinu struje dobijamo po formuli:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ volti}}{14 \text{ omi}} = 0,9 \text{ ampera}$$

Šta kada su u igri i mali i veliki brojevi?

Uzmimo kao primer kolo sa zujalicom otpora 2 kilooma i baterijom napona 12 volti. Za izračunavanje struje nećete koristiti 2 kilooma, već otpor morate izraziti u osnovnoj jedinici i ne koristeći prefiks „kilo“. U našem primeru to znači da za proračun morate koristiti vrednost od 2000 omi:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ volti}}{2000 \text{ omi}} = 0,006 \text{ ampera}$$

Izračunali ste jačinu struje, izraženu u hiljaditim delovima ampera. Tek sada možete ponovo koristiti prefiks da biste jačinu struje izrazili kao 6 milijampera ili 6 mA.

Zaključak: sve vrednosti izražene s prefiksom morate prevesti u osnovne jedinice da biste izračunali bilo koju nepoznatu veličinu.

Snaga Omovog zakona

Om (koji nikada nije sedeо skrštenih ruku) ustanovio je i vezu između napona i jačine struje:

$$P = V \times I \text{ ili snaga} = \text{napon} \times \text{struja}$$

Jednačinu možete upotrebiti da biste izračunali kolika je snaga zujalice, pomenute u prethodnom odeljku:

$$P = 12 \text{ volti} \times 0,006 \text{ ampera} = 0,072 \text{ vata}, \text{ što iznosi } 72 \text{ milivata (ili } 72 \text{ mW})$$



Šta ako ne znate koliki je napon? Iskoristite još jedan trik iz algebре. (A pre mnogo godina mislili ste da na časovima matematike samo gubite vreme!) Pošto je $V = I \times R$, u prethodnu jednačinu možete uvrstiti proizvod $I \times R$, pa dobijate

$$P = I^2 \times R \text{ ili snaga} = \text{struja na drugi stepen} \times \text{otpor}$$

Igrajući se početnom jednačinom možete izračunati otpor, napon i jačinu struje ako znate kolika je snaga ili bilo koji od ovih parametara.

Ne možete ni da smislite algebru? Da li ste zbog nje pre mnogo godina bili na popravnom ispitu iz matematike? Sigurno će vas obradovati podatak da kalkulatori na Internetu umnogome olakšavaju neophodna izračunavanja. Pokrenite Google (www.google.com) i u polje za pretraživanje unesite izraz „Ohm's Law Calculator“ da biste ih pronašli. Pročitajte i poglavlje 18 u kome navodimo deset najčešćih izračunavanja u elektronici.



Poglavlje 2

Zaštita ljudi i opreme

U ovom poglavlju

Zdrav razum pri radu sa elektronskim komponentama

Smrtno opasan strujni udar

Pažljivo sa statičkim elektricitetom

Rad s naizmeničnom strujom

Bezbedno merenje multimetrom

Lemljenje bez straha

Odgovarajuća zaštitna odeća

Sigurno znate da je Bendžamin Frenklin „otkrio“ elektricitet 1752. godine, kada je tokom oluje s grmljavinom puštao zmaja. Međutim, Frenklin je i pre toga znao nešto o elektricitetu. On je tada samo ispitao jedan oblik provodnika munje. Iako je eksperiment bio umereno uspešan, nimalo nije bio bezbedan. Frenklin umalo nije poginuo. Da se to dogodilo, pitamo se čija bi slika bila na novčanici od sto dolara?

Poštovati snagu električne struje i elektriciteta, neophodna je mera predustrožnosti za svakog elektroničara. U ovom poglavlju objasnićemo vam kako da zaštitite sebe i svoje elektronske projekte. Zato bi zaista trebalo da ga pročitate od početka do kraja, čak i ako imate osnovno elektroničarsko iskustvo i znanje.

Šesto čulo u elektronici

U svetu elektronike, šesto čulo se ne odnosi na vidovitost. U ovom slučaju, šesto čulo je zdrav razum koji će vam pomoći da ostanete među živima. Zdrav razum je glas u vama koji kaže da ne gurate prste u sijalično grlo lampe pre nego što isključite njen utikač iz utičnice na zidu.

Nijedna knjiga vas ne može naučiti kako da slušate zdrav razum. Morate ga gajiti kao egzotičnu biljku. Ipak, nekoliko mudrih saveta pomoći će vam da krenete u potragu za zdravim razumom u elektronici. Za početak:

- ✓ Nikada ne pretpostavljajte. Uvek proveravajte dvaput. Ponašajte se kao da je lemljica naumila da vas „sredi“. Članovi porodice će možda smatrati da ste sišli s uma, ali će verovatnoča da ćete dobiti opekontine ili doživeti strujni udar biti manja.
- ✓ Ako niste sigurni kako da uradite nešto, prvo pročitajte o tome. U elektronici nije sve tako očigledno kao što izgleda na prvi pogled.
- ✓ Ne rizikujte. Ako smatrate kako je verovatnoča da je neki uredaj uključen 50:50 i spremni ste da se opkladite u to, prvo pomislite šta će se dogoditi ako izgubite opkladu.

Nikada ne spuštajte gard. Ne dozvolite sebi da upropastite divan hobi ili zanimanje samo zato što ste zanemarili nekoliko osnovnih zaštitnih mera.

Opasnosti od elektrošoka

Najopasniji aspekt rada sa elektronskim komponentama i u elektronici uopšte svakako je smrt usled strujnog udara. *Elektrošok* nastaje kada telo reaguje na udar električnom strujom – reakcija, pored ostalog, može da bude jako grčenje mišića (pre svega, srčanog) i izuzetno visoka temperatura na mestu kontakta kože i električne struje. Toplota izaziva opkokotine koje mogu da prouzrokuju smrt ili unakaženost. Čak i slaba električna struja utiče na promenu srčanog ritma.

Koliko može da vam naudi elektrošok zavisi od mnogo činilaca, uključujući uzrast, opšte zdravstveno stanje, napon i jačinu struje. Ako ste stariji od pedeset godina i slabog zdravlja, sigurno nećete izdržati povredu kao da imate četrnaest godina i odlično zdravlje. Bez obzira na to koliko ste mlađi i zdraviji, napon i struja mogu ozbiljno da vas uzdrmaju i povrede, pa je zato važno da dobro shvatite koliko mogu biti opasni po vas.

Elektricitet = napon + struja

Da biste potpuno razumeli opasnosti od elektrošoka, morate poznavati osnove elektriciteta. U poglavlju 1 je rečeno da elektricitet čine dva elementa: napon i struja.

Napon i struja idu ruku pod ruku i to tako da direktno utiču na jačinu elektrošoka. Zato ćemo kao analogiju uzeti vodu koja protiče kroz cev. Zamislite da voda predstavlja elektricitet. Povećanje prečnika cevi da bi kroz nju moglo da prode više vode, slično je povećanju napona. Kako bi vam bilo da stanete ispod odvodne cevi na Derdapskoj brani? Povećanje pritiska vode analogno je povećanju jačine struje. Znate da čak i mala količina vode pod visokim pritiskom može da izazove razaranja. Isto važi i za elektricitet, jer struja niskog napona ali velike jačine može biti smrtonosna.

Naizmenična ili jednosmerna struja?

Električna struja može da bude

- ✓ **Jednosmerna (DC):** elektroni se kroz žicu ili električno kolo kreću u jednom smeru.
- ✓ **Naizmenična (AC):** elektroni se kreću u jednom pa u drugom smeru, u ciklusu koji se neprestano ponavlja.

Ako to niste znali, vratite se i pročitajte poglavljje 1 u kome smo detaljnije govorili o vrstama struje.

Kućni električni sistemi u Evropi rade na naizmeničnu struju napona 220 volti, dok se u SAD i Kanadi koristi struja napona 117 volti. Ovi izuzetno visoki naponi mogu da ubiju čoveka. Zato *krajnje oprezno radite s naizmeničnom strujom*.

Dok ne steknete neophodno iskustvo, najbolje je da izbegavate rad sa električnim kolima koja koriste naizmeničnu struju iz gradske mreže. Držite se električnih kola koja napajaju baterije ili mali zidni transformatori (ispravljači). Ukoliko ne uradite nešto zaista gluho, recimo jezikom dotaknete polove baterije napona 9 volti (da, doživećete šok!), bićete zaštićeni od napona i struje.

Glavnu opasnost od naizmenične struje iz gradske mreže predstavlja njen uticaj na srčani mišić. Jaka naizmenična struja može da izazove jako grčenje mišića, ozbiljne opeketine ili i jedno i drugo. Mnogi incidenti se, nažalost, dešavaju kada u blizini žrtve nema nikoga ko bi mogao da joj pomogne.

Opeketine su najčešće povrede koje uzrokuje jaka naizmenična struja. Ne zaboravite da opasan napon ne mora da potiče iz ogromne električne centralе. Na primer, nemojte da vas zavara to što je napon baterije samo devet volti – ona je takođe opasna. Ako kratko spojite polove baterije komadićem žice ili novčićem, baterija može da se pregreje – pa čak i da eksplodira! Pri eksploziji, delići baterije mogu da se rasprsnu velikom brzinom, opetu kožu ili povrede oči.

Izbegnite smrt usled strujnog udara

Većina incidenta sa električnom strujom nastaje zbog nepažnje i nemara. Vodite računa o tome šta radite i u velikoj meri ćete smanjiti opasnost od povreda.

Evo nekoliko saveta za zaštitu od strujnog udara:

- ✓ **Ne radite s kolima koja koriste naizmeničnu struju.** Naravno, to nije uvek moguće. Ako u projektu morate da koristite napajanje naizmeničnom strujom (to jest ispravljač koji naizmeničnu struju pretvara u jednosmernu struju niskog napona), odaberite napravljen ispravljač koji se uključuje u zidnu utičnicu. Ti ispravljači su mnogo bezbedniji od onih iz kućne radinosti.
- ✓ **Fizički razdvojite delove kola s naizmeničnom i jednosmernom strujom.** Tako nećete doživeti elektrošok ako se neka žica otkači.

- ✓ **Obavezno osigurajte sve kable u uređaju.** Nije dovoljno da samo izolacionom trakom oblepite kabl naizmenične struje u kućištu uređaja. U nekom trenutku kabl se može izvući ili ogoliti i postati potencijalna opasnost. Koristite posebne elemente koji služe za smanjenje naprezanja kabla ili nosače kabla da biste bezbedno i sigurno priključili kabl. *Element za smanjenje naprezanja* (engl. strain relief) stavlja se oko kabla i sprečava da se on izvuče iz kućišta. Može se kupiti u skoro svakoj prodavnici elektronskih komponenata.
- ✓ **Kad god je moguće, za uređaje koji rade na naizmeničnu struju koristite metalno kućište/šasiju, ali samo ako je ono potpuno uzemljeno.** Potreban vam je trožilni kabl i odgovarajući utikač da biste to uradili. Obavezno čvrsto povežite zelenu žicu (to je uvek žica za uzemljenje; uzemljenje se koristi kao referentni nivo za sve napone u kolu) s metalnim kućištem.
- ✓ **Ako ne možete potpuno da uzemite sistem, koristite plastično kućište.** Plastika vas štiti od svih olabavljenih ili ispalih žica i – samim tim – od potencijalnog strujnog udara. U uređajima koji nisu kompletno uzemljeni, koristite samo izolovano napajanje, kao što je zidni ispravljач (crna kutija sa utikačem i kablom, slična punjaču mobilnog telefona). Takav ispravljач se napaja iz gradske električne mreže, a na izlazu se dobija relativno bezbedna jednosmerna struja niskog napona.
- ✓ **Ne glupirajte se.** Ozbiljno i pažljivo radite sa strujom.
- ✓ **Ne radite na vlažnim mestima.** „Ma nemojte!“ reči ćeete vi. Međutim, iznadili biste se šta sve ljudi rade kada ne vode dovoljno računa. Izapamtite, to što ste sipali vodu u čašu ne znači da je nećete prevrnuti i prosuti tečnost po radnom stolu. Zato osvežavajuće piće ili kafu držite podalje od sebe dok radite na nekom elektronskom projektu.



Uvedite timski rad. Kad god je moguće, dok radite s naizmeničnom strujom, neka prijatelj bude pored vas. Trebaće vam neko da pozove hitnu pomoć (94) dok bez svesti ležite na podu. Ozbiljno to mislimo.

Nabavite uputstvo za prvu pomoć

Naravno, vi se najopreznija osoba na svetu i nikada nećete doživeti strujni udar. Ipak, za svaki slučaj, nabavite neko od uputstava za prvu pomoć sa informacijama o tome šta treba da uradite ako nekoga (ne vas, naravno) ikada udari struja. Upustva, čak i ona koja možete postaviti na zid, pronaći ćete na Internetu, i to tako što ćete u polje za pretraživanje uneti izraz „first aid wall chart“, ukoliko znate engleski jezik, ili na primer, „strujni udar prva pomoć“.



Ukoliko ikada budete u situaciji da pomažete nekome ko je doživeo strujni udar, možda ćete morati da примените kardiopulmonalnu reanimaciju (engl. *cardio-pulmonary resuscitation, CPR*), to jest naizmenično davanje veštačkog dlanja i masažu srca u određenom ritmu. Neophodno je da prođete odgovarajuću obuku da biste tu vrstu reanimacije mogli da примените na nekome. Ukoliko niste obučeni, mogli biste da izazovete više štete nego koristi.

Povrede, šokovi i staticko pražnjenje

Oblik elektriciteta koji se sreće u svakodnevnom životu, a koji je opasan i po ljude i po električne uređaje, jeste staticki elektricitet. Zove se *staticki* jer je reč o struji koja ostaje zarobljena u nekom izolacionom telu, čak i kada se ukloni izvor napajanja. Kod konvencionalne naizmenične i jednosmerne struje staticki elektricitet nestaje kada se izvor napajanja isključi.

Stari Egipćani su otkrili staticki elektricitet kada su mačku trljali uglačanim čilibarom. Nakon trljanja, te materijale bi privlačila neka nevidljiva sila. Slično tome, dva komadića mačjeg krzna koja bi protrljali o čilibar, odbijala bi se. Iako Egipćani nisu znali o kojoj se misterioznoj sili radi, bili su svesni da ona postoji. A nakon eksperimenata koje su izvodili, ruke su im sigurno bile izgrebane! (Poruka faraonima: bolje je da se za eksperimente ne koriste mačke.)

Staticki elektricitet se „muva“ unaokolo sve dok na neki način ne dode do njegovog oslobadanja i rasipanja. Staticki elektricitet se najčešće rasipa sporo tokom vremena, ali se u nekim slučajevima oslobada odjednom. Munja je jedan od najpoznatijih oblika naglo oslobođenog statickog elektriciteta.

Neke uobičajene elektronske komponente napravljene su tako da zadrže staticki elektricitet. Jedna od njih je običan kondenzator (komponenta koja može da uskladišti energiju u električnom polju). Većina kondenzatora koji se nalaze u električnim kolima čuva vrlo slabu struju izuzetno kratko vreme. Međutim, neki kondenzatori, posebno oni koji se koriste u velikim izvorima napajanja, mogu da zadrže smrtonosne doze nekoliko minuta pa čak i nekoliko sati. *Oprezno radite s takvim kondenzatorima da ne biste doživeli elektrošok.*

Ponovo čovek s novčanice od 100 dolara

Bendžamin Frenklin, kao i ostali naučnici njegovog doba, dobro je razumevao staticki elektricitet. Jedan od mnogobrojnih Frenklinovih pronađazaka bio je motor koji je u potpunosti radio korišćenjem statickog elektriciteta. Iako taj motor danas predstavlja samo nešto više od naučne zanimljivosti, on dokazuje da je staticki elektricitet jedan oblik struje, baš kao i naizmenična i jednosmerna struja.

Zamislite motor bez baterije. Ben Franklin je to morao da zamisli, jer su baterije otkrivene tek posle njegove smrti. Čast da pronade bateriju pripala je 1800. godine Alesandru Volti – po kome je jedinica mere elektromotorne sile (privlačne sile između pozitivnog i negativnog nanelektrisanja) nazvana volt. Iako Franklin nije napravio prvu bateriju, prvi je upotrebo taj izraz za svoj aparat koji je sakupljao staticki elektricitet na nanelektrisanim staklenim pločama.

Pražnjenje statickog elektriciteta možete doživeti s vremenom na vreme, čak i ako samo prošetate po tepihu u sobi. Dok hodate, stopala se taru o tepih i telo sakuplja staticki elektricitet. Dodirnite metalni predmet, kao što je kvaka ili slavina, i staticki elektricitet će se brzo isprazniti iz vašeg tela. To pražnjenje ćete osjetiti kao slab elektrošok.



Tepisi ne ubijaju, već ljudi

Elektrošok izazvan šetnjom po tepihu nije nikoga ubio (barem koliko mi znamo). Napon i struja su obično vrlo mali pa ne mogu da naškode ljudskom telu. Budući da su elektronska kola izuzetno mała, to ne važi za njih. Statički elektricitet od samo nekoliko hiljada volti, što kod čoveka izaziva samo peckanje (jer je struja vrlo, vrlo slaba), može da izazove velika oštećenja elektronskih komponenata.

Pošto ćete se sve više baviti elektronikom i elektronskim eksperimentima, ne zaboravite da preduzmete odredene mere

protiv elektrostatičkog pražnjenja. Neke od njih navećemo u odjeljku „Saveti za smanjivanje statičkog elektriciteta“ kasnije u ovom poglavlju. Štetu od elektrostatičkog pražnjenja sprečite ako preduzmete samo nekoliko jednostavnih koraka za zaštitu vas samih, opreme koju koristite i uređaja. Troškovi za zaštitu od statičkog elektriciteta minimalni su; možda čak i ne znate da ste već na dobrom putu da sprečite skupljanje opasnog statičkog elektriciteta u svojoj radionici.

Kako statički elektricitet može spržiti električne komponente

Pri elektrostatičkom pražnjenju javljaju se vrlo visoki naponi uz ekstremno slabe struje. Češljajući kosu po veoma suvom vremenu, razvićete nekoliko desetina hiljada volti statičkog elektriciteta, ali je struja tada praktično zanemarljiva pa ćete je retko osjetiti. Slaba struja sprečava da vas statičko pražnjenje povredi, pa osećate samo neprijatno peckanje (i imate lošu frizuru).

Mnoge komponente koje se koriste u elektronskoj opremi, od jednostavnih tranzistora do složenih integrisanih kola, vrlo su osjetljive čak i na slabo elektrostatičko pražnjenje. Tranzistori i integrisana kola posebno su osetljivi na visoke napone, bez obzira na jačinu struje. Među njima su CMOS tranzistori, integrisana kola i većina računarskih mikroprocesora. I druge elektronske komponente ne podnose velika elektrostatička pražnjenja, ali na njih ne nailazite često u svakodnevnom životu. (Više o CMOS tranzistorima i drugim tipovima tranzistora te o ostalim elektronskim komponentama, pročitajte u poglavlju 4.)

Nisu sve elektronske komponente osjetljive na statički elektricitet, ali radi bezbednosti i zaštite razvijte naviku da sve komponente koje koristite u svojim projektima zaštitite od statičkog elektriciteta. U tabelli 2-1 navedene su glavne elektronske komponente i njihova otpornost na elektrostatičko pražnjenje. U poglavljima 4 i 5 naučićete čemu te komponente služe.

Tabela 2-1 Osetljivost komponenata na statički elektricitet

<i>Niska</i>	<i>Srednja</i>	<i>Visoka</i>
otpornici	bipolarni tranzistori	CMOS tranzistori i integrisana kola
kondenzatori	TTL integrisana kola	MOSFET tranzistori
diođe	mnoga linearna integrisana kola	mikroprocesori i srodne komponente
ispravljači		
kalemovi		
sve pasivne komponente, kao što su baterije, prekidači i konektori		

Saveti za smanjivanje statičkog elektriciteta

Budite sigurni da se skoro u svim uredajima koje ste napravili ili ćete tek napraviti nađi barem nekoliko komponenata osetljivih na elektrostatičko pražnjenje. Preduzmite sledeće jednostavne mere za zaštitu uredaja od statičkog elektriciteta:

- ✓ **Koristite antistatičku podlogu.** Antistatička podloga smanjuje ili potpuno otklanja nagomilavanje statičkog elektriciteta na radnom stolu i u vama samima dok radite s nekim elektronskim uredajem. Postoje stone i podne antistatičke podloge. Podloga za polaganje na sto liči na sunder, ali je to zapravo provodni penasti materijal. Možete (i trebalo bi) proveriti provodnost podloge tako što ćete krajeve sonde multimetra (mernog uredaja o kome ćete više saznati u poglavlju 9) postaviti na oba kraja podloge po njenoj dužini. Podesite multimeter tako da meri otpor u omima. Trebalо bi da na displeju mernog instrumenta dobijete određenu vrednost, a ne beskonačno otvoreno kolo (kolo koje nije zatvoreno; više detalja o kolima naći ćete u poglavlju 7).
- ✓ **Koristite antistatičku narukvicu.** Sledeci korak u smanjivanju statičkog elektriciteta dok radite sa elektronskom opremom, jeste da koristite anti-statičku narukvicu. Ta narukvica, poput one na slici 2-1, uzemljuje vas sve vreme i sprečava nagomilavanje statičkog elektriciteta. Ona je jedno od najefikasnijih i najjeftinijih sredstava za eliminisanje elektrostatičkog pražnjenja. Većina antistatičkih narukvica košta oko 5 evra, a vredna je svake uložene pare. Da biste je pravilno postavili, zavrnite rukave i skinite ručni sat, narukvice, prstenje i sve druge metalne predmete s ruke. Omotajte ručni zglob trakom i dobro je zategnite. Kabl koji ide iz narukvice povežite sa odgovarajućim uzemljenjem, kao što je naznačeno u uputstvu koje se dobija uz nju.

✓ **Nosite antistatičku odeću.** Izbor odeće može da utiče na količinu statičkog elektriciteta koji će se nakupiti u vašem telu. Kad god je moguće, nosite odeću od prirodnih materijala, kao što su pamuk ili vuna. Izbegavajte odevne predmete od poliestera i acetata, jer se u njima stvara mnogo statičkog elektricleta. Pamučni laboratorijski mantil ne samo da lepo izgleda (na svoj uvrnut način), već i smanjuje statički elektricitet. Mantile, odgovarajuće kecelje i bluze, možete nabaviti po prihvatljivim cenama u prodavnicama zaštitne opreme.



Slika 2-1:
Antistatička
narukvica
smanjuje ili
eliminiše opa-
snost od elek-
trostatičkog
pražnjenja.

Uzemljite alatke

U alatkama s kojima radite može se nakupiti puno statičkog elektriciteta. Ako lemilica koju koristite radi na naizmeničnu struju, uzemljite je i dobićete najbolju odbranu od elektrostatičkog pražnjenja. Time ćete postići dve važne stvari: uzemljena lemilica ne samo da sprečava elektrostatičko pražnjenje već smanjuje i verovatnoću da ćete doživeti elektrošok ako slučajno njenim vrhom dodirnete neizolovanu žicu kroz koju teče struja.

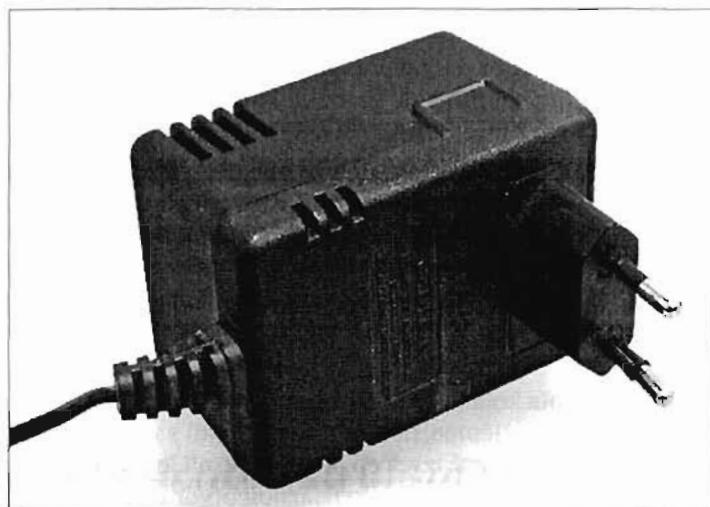
„leftine lemilice imaju dvokontaktne, obične utikače i nemaju konektor za uzemljenje („šuko“). Ne postoji istinski bezbedan i siguran način da se takva lemilica uzemlji, pa je najbolje kupiti novu i bolju. Lemilice sa uzemljenjem koštaju oko dvadeset evra i imaju nekoliko različitih vrhova.

Sve dok ste uzemljeni preko antistatičke narukvice, u principu ne morate uzemljivati ostale metalne alatke, kao što su odvijači, klešta za sečenje kablova i druge. Sav statički elektricitet koji nastaje pri korišćenju tih alatki, oslobada se kroz vaše telo i antistatičku narukvicu koju nosite.



Rad s naizmeničnom strujom

Ogromna većina elektronskih uređaja iz kućne radinosti radi na baterije, ali ima i onih za koje je neophodna jača struja ili viši napon. Umesto pravljenja izvora napajanja koji naizmeničnu struju iz gradske mreže pretvara u jednosmernu, bićete bezbedniji ako upotrebite odgovarajući zidni ispravljač (slika 2-2). Sve njegove radne komponente nalaze se u izolovanom kućištu. Sve dok ne pokušate da ga rastavite, nećete biti izloženi dejstvu naizmenične struje.



Slika 2-2:
Zidni ispravljač
vas štiti od naiz-
menične struje
iz gradske
mreže.

Gde možete jeftino kupiti ispravljače

Možete kupiti nove ili polovne ispravljače. Nove možete kupiti u Radio klubu ili drugim prodavnicama elektronskih komponenata, dok polovne možete nabaviti preko oglasa.

Naravno, takav ispravljač možda već imate jer vam je preostao od odbačenog

bežičnog telefona ili nekog drugog uređaja. Proverite vrednosti napona i struje, koji su obično navedeni na telu ispravljača, kako biste videli da li odgovaraju projektu na kome radite.

Ponekad ćete ipak morati direktno da koristite naizmeničnu struju napona 220 volti iz gradske mreže. Tada se ne možete osloniti na relativno bezbedne baterije, niti se „zakloniti“ iza ispravljača. U tim slučajevima, uvek preduzmite dodatne mere opreza, koje navodimo u sledećim smernicama:

- ✓ **Uvek pokrijte kola koja rade na naizmeničnu struju.** Parče tanke plastike čini čuda.
- ✓ **Nikada ne izbegavajte da koristite osigurače u uređajima.** Ne koristite osigurač veće nominalne vrednosti i uopšte, upotrebljavajte osigurače.
- ✓ **Kada u kolima s naizmeničnom strujom tražite uzrok problema, uvek držite jednu ruku u džepu.** Tako sigurno nećete slučajno dodirnuti komponente i delove kola koje ne bi trebalo. Drugom rukom manipulišite instrumentom za ispitivanje. Izbegavajte da jednom rukom dodirujete uzemljenje a drugom „živo“ kolo. Struja može preko jedne ruke da prode do druge i to direktno kroz srce.
- ✓ **Po mogućству, radite u društvu kada koristite naizmeničnu struju.** Neka neko uvek bude pored vas da bi mogao da vam pomogne ako doživite strujni udar.
- ✓ **Dvaput, pa čak i triput proverite sve pre nego što uključite napajanje.** Po mogućству, neka neko ko nešto zna o električnim kolima proveri vaših ruku delo pre nego što prvi put uključite napajanje.
- ✓ **S vremenom na vreme proverite ima li u kolima naizmenične struje prekobilih, neizolovanih ili olabavljenih žica i komponenata, i popravite sve što treba.**



Kada ispitujete kola koja koriste naizmeničnu struju, prvo isključite napajanje. Izvucite utikač iz utičnice, nemojte se oslanjati samo na prekidač. Naravno da je očigledno kada je utikač izvučen iz utičnice, ali je teško proceniti da li se ti majušni elektroni i dalje „muvaju“ oko izlaznog otvora.

Bezbedno lemljenje

Tokom lemljenja, koristite vrelu lemilicu čija radna temperatura prelazi 370 celzijusovih stepeni. Da biste stekli predstavu, reći ćemo vam da je to temperatura grejne ploče na štednjaku, podešene na maksimalnu vrednost. Možete zamisliti koliko bi vas zbolelo kada biste dotakli tako zagrejanu ploču.

U većini slučajeva koristite takozvanu lemilicu „olovku“ umesto velikih pištolja za lemljenje, koji izgledaju kao iz nekog filma Baka Rodžersa. U poglavljiju 8 govorićemo detaljnije o lemljenju, a za sada imajte na umu sledeće savete o zaštiti:

- ✓ **Lemilicu uvek odlažite na namensko postolje.** Nikada ne postavljajte vrelu lemilicu direktno na sto ili radnu ploču jer možete lako izazvati požar ili se opeči.
- ✓ **Pazite da se električni kabl ne uplete oko stola ili nekog drugog predmeta.** U suprotnom, vruća lemilica bi mogla da ispadne iz postolja i padne na pod ili, što je još gore, u vaše krilo!

- ✓ **Tokom lemljenja se razvijaju blago kaustični i otrovni gasovi.** Ventilacija u radionici mora biti dobra da bi se sprečilo gomilanje tih gasova. Ne nagnjite se nad predmete koje lemite da vam gasovi ne bi išli direktno u lice. Ako s bezbednog rastojanja loše vidite mesto koje treba zalemiti, koristite uveličavajuće staklo (lupu).
- ✓ **Ako lemilica ima kontrolu za podešavanje temperature, izaberite preporučenu temperaturu za tip lema koji koristite.**
- ✓ **Ukoliko se brinete za svoje zdravlje, izbegavajte materijale za lemljenje koji sadrže olovo.** Kao alternativu, možete koristiti bezolovnu žicu za lemljenje s kolofonijumskim jezgrom, namenjenu za lemljenje elektronskih komponenata. Nikada ne koristite materijale za lemljenje koji sadrže srebro ili kiselinu, jer ćete uništiti svoja električna kola.
- ✓ **Nikada ne lemite „živo“ kolo – kolo sa uključenim napajanjem.** Možete oštetiti kolo ili lemilicu, a da ne pominjemo kako možete doživeti ozbiljan elektrošok.
- ✓ **Nikada ne pokušavajte da uhvatite lemilicu koja pada sa stola na tlo.** Pustite je neka padne i kupite novu ako je vrh oštećen. U elektronici postoji nepisan Marfijev zakon koji kaže da ćete uvek uhvatiti vrući kraj. Verujte mi na reč, opeketine od vrele lemilice nipošto ne biste voleli da iskusite.

Oklop za telo

U redu, možda smo do sada zvučali kao brižna majka koja vas savetuje kako da se zaštите od zimske hladnoće, ali je u vašem interesu da dok radite nosite odgovarajuću odeću i štitnike za delove tela. Evo na šta mislimo:

- ✓ Nosite štitnike za uši dok koristite bušilicu s velikim brojem obrtaja ili neku sličnu alatku. S vremenom bi buka motora mogla da vam ošteti sluh.
- ✓ Nosite zaštitne naočare dok sastavljate električna kola, posebno tokom lemljenja (zbog štetnih gasova koji se razvijaju, a koji bi mogli da vam nadraže oči). Nosite ih i dok sečete žicu, sigurno ne želite da vam se komadići žice zabiju u oko.
- ✓ Nosite udobnu, ali ne preširoku odeću. Zavrnite rukave, uvucite košulju u pantalone i, ako ste formalista, skinite kravatu.

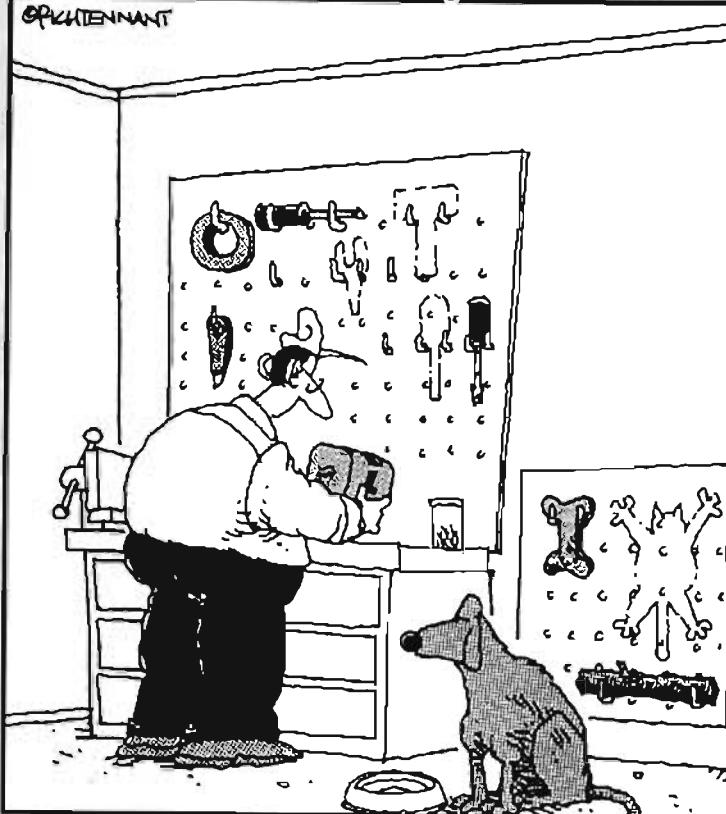
Ne nosite metalni nakit kada radite sa opasnim naponima. Metal može da bude uzrok opeketina ako doživite strujni udar. Ne morate mnogo da brinete zbog prstena, ali razmislite o zlatnoj ogrlici koju nosite.



Deo II

Alati i komponente

The 5th Wave By Rich Tennant



U ovom delu...

U ovom delu ćete naučiti koje alate i komponente morate priljubiti pre nego što napravite svoje prvo elektronsko kolo. Prvo ćemo vam objasniti kako da sreditе i organizujete svoju radionicu: koje su vam alatke potrebne, kako i gde da odlažete otpatke i nepotreban materijal i šta bi sve trebalo da se nađe na radnom stolu. Zatim ćete naučiti nešto više o desetak različitih elektronskih komponenata – kao što su otpornici, kondenzatori i tranzistori – koje se najčešće koriste u elektronskim projektima. Saznaćete šta rade, kako se koriste i kako ćete ih najlakše razlikovati.

Poglavlje 3

Opremanje radnog prostora

U ovom poglavlju

Osnovne ručne alatke koje se svakodnevno koriste

Upoznavanje s nekim zabavnim dodatnim alatkama

Sredstva za čišćenje, podmazivanje i druge neophodne hemikalije

Lepljenje pomoću trake, lepka i drugih sredstava

Pronalaženje i prilagođavanje radnog prostora

Zaboravite na lekcije o naponu, struji i otpornicima. Sigurno gorite od želje da predemo na *istinski* zabavnu stranu elektronike – alatke!

U svakom hobiju se koriste specijalne alatke i materijali. Ni elektronika nije izuzetak. Sigurno ćete mnogo više uživati u elektronici ako imate prave alatke, od običnih odvijača do bušilice s velikim brojem obrtaja.

Možda već imate neku od alatki koje ćemo opisati, ili čak sve. U tom slučaju nalazite se korak ispred mnogih. Prikupite alatke, rasporedite ih po kutiji za alat i predite na sledeće poglavlje. Međutim, ako vas i pored toga zanimaju različiti tipovi alatki i njihove namene, prvo pročitajte ovo poglavlje. Nije neophodno da imate svaku alatku o kojoj ćemo govoriti u ovom poglavlju, a one koje vam nisu potrebne na samom početku bavljenja elektronikom možete nabaviti i kasnije.

Uzgred, ovo poglavlje nije sveobuhvatno. U njemu, na primer, nećemo govoriti o alatkama za lemljenje ili uređajima za ispitivanje. O alatkama za lemljenje pročitajte više u poglavlju 8, a o uređajima za ispitivanje i merenje – kao što su multimetri, probne lampe i osciloskopi – u poglavljima 9 i 10. Detalje o specifičnim alatkama namenjenim za konstruisanje štampanih ploča naći ćete u poglavlju 11.

Ručne alatke koje ćete koristiti

Ručne alatke su osnovni elementi svake kutije za alat. Pomoću njih se okreću vijci, seče žica, savijaju komadići metala i obavljaju ostali slični poslovi.

U sledećim odeljcima opisaćemo osnovne ručne alatke i objasniti zašto su vam potrebne.

Odvijači

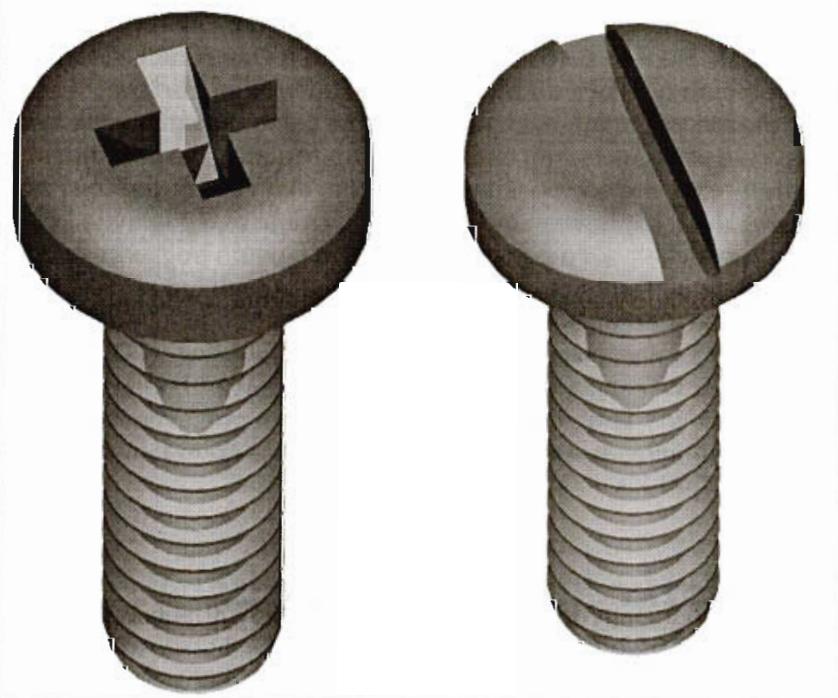
Ukoliko niste odrasli u šumi s vukovima, sigurno znate šta je odvijač („šrafciger“). Koristite ga da biste pomoću vijaka sastavili predmete ili ih rastavili. Postoje odvijači svih veličina. U elektronici se koriste vrlo mali, a posebno je koristan komplet malih, takozvanih „juvelirskih/časovničarskih odvijača“.

Odvijače možete kupiti skoro u svim prodavnicama, uključujući gvoždarske radnje i buvље pijace. Kupujte ih u kompletu da biste uštedeli novac.

Vozeći gospodīcu Filips

Odvijači imaju vrhove različitih tipova. Postoje takozvani krstasti odvijači (filips odvijači) – s vrhom u obliku znaka plus – ili obični, sa klasičnim ravnim vrhom; odgovarajući vijci prikazani su na slici 3-1. Uvek se koristi odvijač koji odgovara glavi vijka.

Za svaki tip vijka obavezno koristite odvijač odgovarajuće veličine. To je posebno važno kada se koriste krstasti i specijalni vijci. Za svaki tip glave vijka postoje odvijači različitih veličina, a ako upotrebite odvijač neodgovarajuće veličine, možete oštetiti glavu vijka. Zato je korisno kupiti više različitih odvijača – tako ćete, kad god vam zatreba, pri ruci imati odgovarajući u alatku.



Slika 3-1:
Dva tipa ureza
na glavi vijka.

Koliko tipova vijaka postoji? Evo liste:

- ✓ **Vijci s ravnim urezom:** Ovi vijci imaju jedan urez na glavi; verovatno se najčešće upotrebljavaju. Koriste se sa odgovarajućim odvijačem.
- ✓ **Krstasti vijci:** Ovi vijci na glavi imaju ureze u obliku znaka plus (+). Koriste se sa odgovarajućim, krstastim odvijačima. Ovo su, posle vijaka s ravnim urezom, verovatno najčešći korišćeni vijci.
- ✓ **Vijci sa šestougaonim urezom:** Ovi vijci imaju ureze u obliku šestougaonika. Koriste se sa odgovarajućim šestougaonim odvijačem ili skupom šestougaonih ključeva u obliku slova L. (Te alatke se često nazivaju i imbus ključevi ili alen ključevi.) Bez obzira na to koju alatku koristite sa ovim vijcima, ona *mora* biti odgovarajuće veličine!
- ✓ **Specijalni vijci:** Ovi vijci imaju raznovrsne glave. Proizvodači mnoge od njih prave za određene poslove ili distributere i nećete ih često koristiti. Dobijaju različite nazive, kao što su Torx i Pozi-Drive. Pošto se ovi vijci retko koriste, ne kupujte specijalne odvijače sve dok vam ne zatrebaju. Kao i u slučaju vijaka sa šestougaonim urezom, neophodno je da uparite specijalne vijke sa odgovarajućim odvijačima.

Različiti vijci za različite poslove

Zašto, pobogu, vijci imaju različite vrste glava? Niko ne zna pravi odgovor, ali to možda ima veze s krugovima koje vanzemaljci ostavljaju u žitnim poljima kada posete našu planetu. Naravno, šalimo se! Svaki tip vijka ima svoje prednosti, u zavisnosti od primecene. Evo kratkog pregleda:

- ✓ Većina ljudi koji često koriste odvijače, prednost najčešće daje vijcima s ravnim urezom jer ih je lako upariti s raznim tipovima vrha odvijača. (I pored toga, opšte pravilo kaže da samo jedna veličina vrha odvijača odgovara određenom tipu vijka.)
- ✓ S krstastim vijcima jednostavnije je radići u automatizovanoj i poluautomatizo-

vanoj proizvodnji. Odvijač prirodno „upada“ u ureze na glavi vijka čime se ostvaruje odličan kontakt između odvijača i vijka. Zato su krstasti vijci savršeni za rad na proizvodnim trakama i koriste se u većini elektronskih sprava, igračaka i drugih uređaja koji se nalaze na tržištu.

- ✓ Vijci sa šestougaonim urezom i specijalni vijci obezbeđuju odličan kontakt bez proklizavanja između odvijača i samog vijka. Koriste se kada spoj treba da bude izuzetno jak, kao što je slučaj na mašinama s velikim brojem obrtaja ili na onima koje trpe snažne potrese i udare, poput automobila.

Odvijači s magnetnom privlačnošću

Kada koristite male vijke, mnogo će vam pomoći ako pri ruci imate namagnete vijke. Takvim odvijačima mogu se podići vijci koji su negde upali i može se lako poravnati vrh vijka sa odgovarajućim otvorom – i to sve jednom rukom, bez mnogo mukel! Ako nemate namagnete vijke, kupite uređaj koji omogućava da ih (kao i druge metalne alatke) namagnete i razmagnete.



Naravno, nisu svi vijci metalni. Neki su izrađeni od najlona ili drugih plastičnih materijala, tako da namagnetisan odvijač neće biti od velike koristi pri radu s njima. Čak i neki metalni vijci nisu magnetni, pa namagnetisan odvijač neće imati nikakve natprirodne moći nad njima. Takvi vijci se najčešće prave od mesinga, aluminijuma ili neke vrste nerđajućeg čelika.

Otkrićemo vam trik koji ćete upotrebiti ako koristite nemagnetne vijke i ne možete da ih zadržite u potrebnom položaju. Nabavite paketić plastelina, koji možete kupiti u svakoj prodavnici kancelarijskog materijala. Vrlo malo plastelina nanesite preko glave vijka. Umetnите odvijač u glavu vijka. Vijak bi trebalo da ostane pričvršćen za odvijač dovoljno dugo dok ne počnete da ga zavrćete.

Sečice i klešta za skidanje izolacije

Sečice i klešta za skidanje izolacije neophodne su alatke u svakoj električarskoj radionici. Kao što im i samo ime kaže, sečice i klešta za skidanje izolacije koriste se za sečenje žice i skidanje izolacionog omotača s nje. Kombinovanu alatku (sečice i deo za skidanje izolacije) vidite na slici 3-2. Možete ih kupiti u svim boljim prodavnicama elektronskih komponenata i alatki, u gvoždarskim radnjama ili prodavnicama alata za hobiste – „uradi sam“.



Slika 3-2:
Kombinovane
sečice i klešta za
skidanje
izolacije.

Na mnogim kleštima za skidanje izolacije, možete izabrati odgovarajući presek (ili prečnik) žice. (Pročitajte izdvojeni odeljak „Šta je, dodavola, presek žice?“ ako želite da saznote nešto više o tome.) Takva alatka olakšava skidanje izolacije, pri čemu se ne oštećuje niti preseca žica koja se nalazi ispod izolacije.



Neki ljudi koji se bave elektronikom više vole da koriste dve zasebne alatke, umesto kombinacije sečica i klešta za skidanje izolacije, zato što se jedna od te dve „alatke“ tupi brže od druge (u zavisnosti od tipa posla koji obavljate i žice koju koristite). Kupovina dve zasebne alatke manja je investicija, a i kada dode vreme da jednu od njih zamenite novom, nećete morati da platite mnogo.

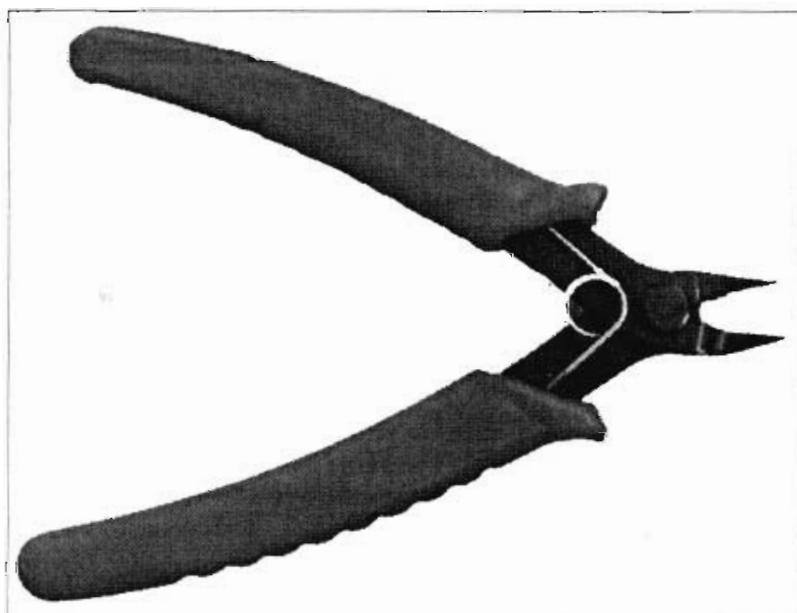
Šta je, dođavola, presek žice?

Debljina žice se izražava poprečnim presekom ili prečnikom (promerom). Najtanja žica koja se često koristi u elektronici, preseka je $0,05 \text{ mm}^2$ i upotrebljava se za povezivanje komponenta na ploči i obmotavanjem žicom (o toj tehnici detaljnije ćemo govoriti u poglavlju 12). Za tako tanke žice treba koristiti specijalne, namenske sečice.

Presek žice za opštu primenu u elektronici iznosi od $0,3$ do $0,5 \text{ mm}^2$ i koristi se za

većinu projekata. Za neke druge primene, kao što je ožičavanje velikih motora, možete upotrebiti žicu preseka $0,8$ ili $1,3 \text{ mm}^2$. Da biste znali o čemu zapravo pričamo, žica preseka $0,5 \text{ mm}^2$ ima prečnik od $0,8$ milimetara, bez obzira na to da li se koristi jedan provodnik ili je napravljena od više upredenih provodnika. O žicama i presecima više ćemo govoriti u poglavlju 5.

Drugi tip sečica su ravne ili „štipajuće“ sečice (slika 3-3). One ravno sekut stampane ploče i vrlo su korisne kada morate da pridete blizu određenog dela. Odlične su za sečenje žice preseka od $0,05 \text{ mm}^2$ do $1,3 \text{ mm}^2$ (tj. prečnika od $0,25$ do $1,3 \text{ mm}$). Deblja žica može da ošteti ovu alatku ili istupi sečiva i zato koristite dijagonalne sečice ili kombinovana klešta (kombinirke).



Slika 3-3:
„Štipajućim“
sečicama se
krajevi žice sekut
ravno.

Prava klešta za pravi posao

Pomoću klešta lakše dohvivate odredene predmete, savijate žicu i pridržavate predmete na pravom mestu tokom rada. Za delikatne poslove koristite klešta s tankim vrhom od 12 cm, poput onih koje koriste juveliri. Veća klešta upotrebite za sve druge poslove. (Uzgred, veličina klešta se odnosi na ukupnu dužinu alatke, a ne na to koliko je rastojanje između vrhova kada su klešta otvorena.)

Obavezno koristite klešta odgovarajućih dimenzija. Ukoliko upotrebite pre-mala klešta, možete ih oštetiti ili uništiti. U slučaju da upotrebite prevelika klešta, oštetićete komponente i nepotrebno se iznervirati.



Lupa: da biste bolje videli

Kroz luku uvećanja 4X ili 8X „izbliza“ ćete videti i proveriti svojih ruku delo. Luka će vam izuzetno dobro doći kada proveravate lemljene „mostove“, tražite takozvane „hladne“ ili nepotpune lemove. (O svim zamkama koje vas čekaju kada lemiti i nakon toga, govorićemo u poglavljju 8.)

Uvećanje 4X ili 8X znači da luka uvećava sliku četiri odnosno osam puta. Naravno, postoje i lupe drugih uvećanja. Lupe sa uvećanjem manjim od 4X možda neće uvećati sliku predmeta koji gledate dovoljno da bi vam koristilo, a one sa uvećanjem većim od 8X možda će biti prejake za poslove i zadatke koji se obavljaju elektronici.

Pogledajte luku na slici 3-4. Ona je pričvršćena za podesive štipaljke koje drže male predmete dok radite. Takav komplet, poznat pod nazivom „treća ruka“, posebno će vam koristiti tokom lemljenja, i kad god radite sa sitnim komponentama.

Druga mogućnost koju treba da razmotrite jeste nošenje luke na glavi. Zvuči bolno, ali nije. Ta se luka postavlja na glavu kao kačket, s tim što je samo uvećavajuće staklo tačno u visini očiju; kada vam nije potrebno, možete ga podići.



Mesto za sve i sve na svom mestu

S vremenom će se, kako budete stupali u svet elektronike, na vašem radnom stolu i u radionici nalaziti sve više i više raznih delova, alatki i komponenata. Svakako ćete hteti da u svakom trenutku znate gde se šta nalazi, a to ćete donekle ostvariti ako koristite kutiju za delove, koju neki zovu i kutija za otpad. U tim kutijama se nalaze fioke za čuvanje navrtki, vijaka, otpornika, kondenzatora i drugih malih predmeta. Izaberite kutiju koja ima onoliko fioka odgovarajuće veličine koliko vam je potrebno. Lično koristim kutije koje imaju i velike i male fioke; u većim fiokama mogu se držati nešto veće komponente, ali i neke alatke, kao što je lemilica.

Pomoću nalepnice označite šta se tačno nalazi u kojoj fioci. Koristite nalepnice po kojima se piše rukom ili one koje se štampaju u odgovarajućim štampačima. U fioke s različitim predmetima mogu se staviti i pregrade. Za svaki odeljak koristite zasebnu nalepnicu. Ne pišite po fioci markerom ili bilo čim što ostavlja trajan trag. Verovatno ćete ponekad menjati namenu jedne ili više fioka.





Slika 3-4:
Ovaj koristan
komplet je
kombinacija
štipaljki i lupe.

Šta vam sve treba od alata?

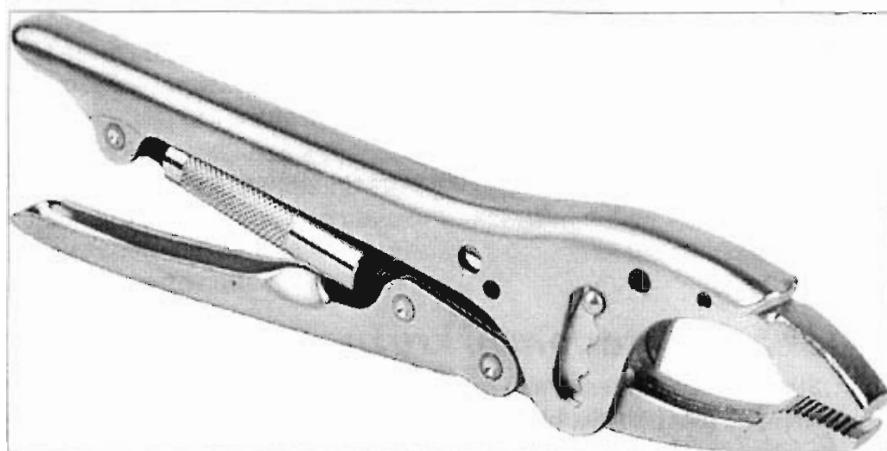
S vremena na vreme, u svojoj elektroničarskoj radionici koristićete alatke iz obične radionice (primera radi, verovatno će vam zatrebati testera ili bušilica kada za Noć veštica budete pravili svetlećeg duha). Međutim, ne žurite i ne kupujte odmah sve alatke koje će vam možda zatrebati. U zavisnosti od tipa vašeg projekta, neke od tih alatki koristićete samo povremeno. Zato, pozajmите one koje nemate, ali ih obavezno vratite vlasniku kada završite posao!

Navećemo osnovne alatke koje bi morale da vam budu pri ruci, ili koje bi po potrebi trebalo da pozajmите od prvog suseda:

- ✓ **Stolarski (kandžasti) čekić:** S njim možete raditi praktično sve što vam padne na pamet, uključujući ukucavanje i „čupanje“. Najkorisniji je običan stolarski čekić, težine oko 400 grama.
- ✓ **Čekić s gumenom glavom:** Za nežno „sastavljanje“ predmeta koji se obično opiru spajaju. Koristi se i za oblikovanje lima, recimo u slučaju da pravite Robota Robija ili neko drugo metalno kućište.
- ✓ **Testera:** Za isecanje svega i svačega. Nabavite raznovrsne rezne listove. Oni s krupnjim zupcima koriste se za sečenje drveta i plastičnih cevi, dok su rezni listovi sa finijim zupcima najbolji za testerisanje metala.

- ✓ **Kalup za rezanje pod uglom:** Pribor koji olakšava sečenje pod uglom pomoću ručne testere. Kalup ima ravnu površinu širine od sedam do deset centimetara na koju postavljate ploču i dve vertikalne strane s prorezima. Ploču koju sečete postavljate na ravnu površinu, a testeru provlačite kroz proze sa strane kako biste je ravno vodili dok drvo sečete pod uglom. Kupite dobar kalup za rezanje pod uglom i pričvrstite ga za radnu površinu. Izbegavajte drvene kalupe, jer ne traju dugo. Aluminijumski ili plastični kalup je bolji i samo malo skuplji od drvenog.
- ✓ **Francuski ključ:** Ovaj podesiv ključ biće koristan dodatak vašoj zbirci alata.
- ✓ **Klešta stege:** Kao što su Vice-Grips (to je robna marka). Mehanizmom za zaključavanje pridržavate predmete koje treba iseći, izbušiti ili na njima obaviti bilo koji drugi posao. Ova alatka je prikazana na slici 3-5.
- ✓ **Gedore (nasadni ključevi):** Olakšavaju pričvršćivanje šestougaonih navrtki za vijke. Kupite ih u kompletu jer ćete tako dati manje novca a nikada ne možete znati kada će vam zatrebatи odgovarajuća veličina.
- ✓ **Merna traka:** Kupite jeftinu, krojačku mernu traku. Ne treba vam ništa skupo niti predugačko.
- ✓ **Komplet turpija:** Upotrebite ih za glaćanje grubih ivica presečenog drveta, metala ili plastike. Kupite komplet minijaturnih turpija u prodavnici alata za hobiste. Koriste se i rade kao i veće turpije – jedina razlika je to što su manje, samim tim savršene za elektroniku.
- ✓ **Bušilica:** Nabavite motornu bušilicu s mogućnošću menjanja brzine bušenja. Kada radite s metalom i plastikom, broj obrtanja mora da bude manji. Za izuzetno osetljive predmete i komponente, koristite ručnu bušilicu. U elektroničarskoj radionici najbolje je koristiti bušilicu s glavom prečnika 4 ili 9,5 milimetara. (*Glava drži burgije na svom mestu. Što je prečnik glave veći, to se mogu koristiti veće burgije.*)
- ✓ **Komplet burgija:** Za bušilicu su vam potrebne različite burgije. One obavezno treba da budu oštре, pa ih zato redovno oštrite ili menjajte. Kupite komplet različitih burgija; za većinu elektronskih projekata najviše će vam odgovarati burgije prečnika od 0,8 do 4 milimetra.
- ✓ **Stega:** Koristi se za držanje predmeta s kojima radite. Nije neophodno da kupujete veliku i tešku stegu – mala stega koju ćete postaviti na ivicu radnog stoia biće sasvim dovoljna.
- ✓ **Zaštitne naočare:** Nosite ih dok radite čekićem, kada sečete, bušite i u svim situacijama kada leteći otpaci mogu da vam povrede oči. *Obavezno nosite zaštitne naočare.* Nemojte ih samo držati na polici u radionici.

Slika 3-5:
Klešta stege
koriste se kao
obična klešta,
ali imaju meha-
nizam za
zaključavanje
koji vrhove drži
u odgova-
ujućem položaju.



Gde treba „parkirati“ alat?

O osnovnim alatkama koje su vam potrebne za elektronske projekte govorili smo u odeljku „Ručne alatke koje ćete koristiti“ na početku poglavlja. Sada ćemo odgovoriti na pitanje: gde treba čuvati te alatke tako da vam ne smetaju kada ih ne koristite ali da uvek budu spremne kada vam zatrebaju. Ako u svom domu imate namenski kutak za bavljenje elektronikom, neke alatke možete okačiti na zid. Taj prostor odvojite za alatke koje najčešće koristite – sečice, klešta i slično.

Ostale alatke možete staviti u manju kutiju za alat, koju možete držati na radnom stolu. Takve kutije se mogu kupiti za nekoliko stotina dinara. Da biste uštedeli novac, možete koristiti i plastičnu kutiju za ribolovački pribor. (Plastika će odgovarati pošto alatke za elektroniku nisu velike ni teške.) Te kutije obično imaju mnoštvo malih pregrada u koje možete staviti vijke i razne manje predmete zaostale iz starih projekata, a imaju i veliki pregradak za držanje neophodnih osnovnih alatki.

Alatke koje vam nisu neophodne (ali bi mogle da koriste)

Mnoge druge alatke mogu se upotrebiti da biste brže i lakše radili na elektronskim projektima. Te alatke vam nisu neophodne, ali ako ih već imate u garaži, sigurno ćete znati da ih s vremenom na vreme iskoristite na pravi način.

Bušenje stonom bušilicom

Rupe ćete bolje i preciznije izbušiti stonom bušilicom nego ručnom motornom bušilicom. Zašto? Bolje kontrolišete ugao bušenja i dubinu svake rupe. Steznom glavom bušilice držite predmet u kome treba izbušiti rupu – nikada ga nemojte držati rukama. Stona bušilica će vam naročito biti korisna kada budete pravili



štampane ploče (kako se to radi, pročitaćete u poglavlju 11). Ako kupite malu burgiju broj 58, brzo i efikasno ćete izbušiti rupe za umetanje komponenata na svakoj štampanoj ploči.

Verovatno su vam poznate veličine burgija koje se izražavaju milimetrima: 0,8, 3, 6 i tako dalje. Pored toga, burgije se označavaju i brojevima. Burgija broj 58, uobičajena u elektronskim projektima pošto je odlična za bušenje rupa u koje se umeću konektori komponenata na štampanim pločama, ima prečnik od jednog milimetra.

Sečenje stonom ili kružnom testerom

Stona ili kružna testera je prikladna alatka jer olakšava sečenje većih komada drveta i plastike. Da biste obezbedili ravan (prav) rez, koristite ugradenu vodicu ili onu koju ćete napraviti od drveta i stezaljki. Ako ne znate šta je vodica ili bilo koji drugi deo testere ili kako se koristi, pročitajte uputstvo koje ste dobili s testerom. Ne zaboravite: zaštita na prvom mestu.

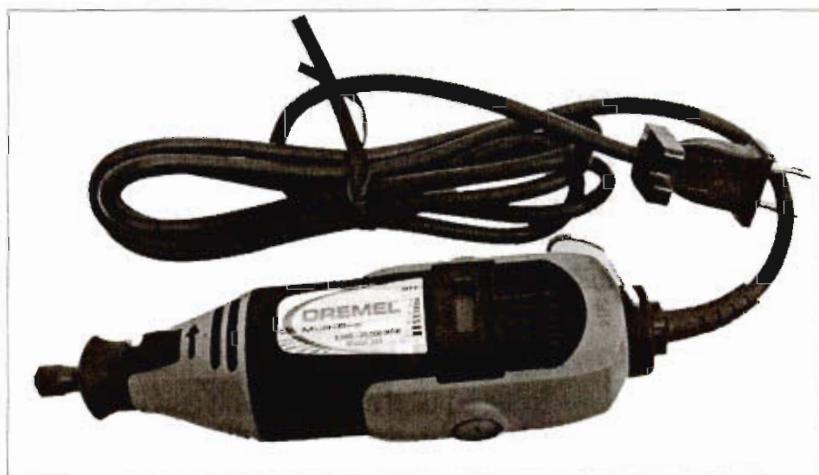
Kada sečete plastiku, koristite testeru s finim zupcima. Ukoliko plastiku sečete testerom za drvo, možete je oštetiti.

Upoznajte motorne hobi alatke

Motorna hobi alatka, kao što je model na slici 3-6, možda nalikuje na manju motornu bušilicu, ali se zato okreće mnogo, mnogo brže: 25.000 obrtaja u minutu i više. (Poređenja radi, većina motornih bušilica radi na 2500 obrtaja u minuti.) Bolje alatke, kao što su one koje proizvode kompanije Dremel i Weller, imaju mogućnost podešavanja broja obrtaja.

Za svaki posao koristite odgovarajuću burgiju. Na primer, ne koristite rendastu burgiju za drvo ako bušite metal ili plastiku jer će se prorezi vrlo lako i brzo napuniti metalnim, odnosno plastičnim opiljcima. U uputstvu koje ste dobili sa alatkom pročitaćete kako da uparite burgiju i materijal s kojim radite.

Slika 3-6:
Motorna hobi
alatka radi na
velikom broju
obrtaja i
možete je kori-
stiti za bušenje,
sečenje i mode-
lovanje gotovo
svakog
materijala.



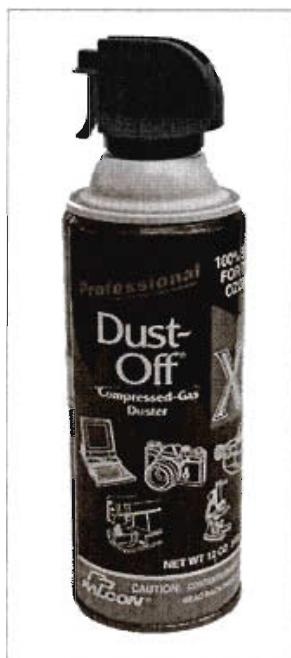
Čist i dobro podmazan alat

Jednu činjenicu ne možete nikako poreći: elektronika ne podnosi prljavštinu. Električna kola, komponente i sve što koristite u elektronskim projekcijama mora da bude blistavo, sjajno i čisto inače možda neće raditi. Na čistoću treba posebno обратити pažnju kada na štampanoj ploči lemit komponente. Prljavština stvara loše leme spojeve, a zbog njih uređaji ne rade ili rade samo izvesno vreme. Navećemo nekoliko proizvoda i tehnika uz koje će vaši elektronski uređaji i radni prostor biti čisti i uredni.

Elektronika bez mrlje

Verovatno već imate većinu potrebnih sredstava i materijala za čišćenje, neophodnih za elektroničarsku radionicu, tako da će biti potrebno samo da ih pronadete po kući. Dajemo vam kratak, koristan spisak:

- ✓ **Meka krpa:** Radionicu i alatke sačuvate od prašine pomoću meke krpe. Izbegavajte sprejeve uobičajene u domaćinstvima jer neki od njih stvaraju statički elektricitet koji može da ošteti elektronske komponente i uređaje.
- ✓ **Komprimovan vazduh:** Prašinu iz osetljivih elektronskih uređaja možete očistiti pomoću komprimovanog vazduha. On se kupuje u bočicama, kao što je ona na slici 3-7.



Slika 3-7:
Vazduh u boci?
Da, jer je
odličan za
čišćenje prašine
i prljavštine
sa osetljivih
elektronskih
komponenata.

- ✓ **Sredstva za čišćenje u domaćinstvu:** Alatke, radne površine i spoljne površine uređaja koje pravite poprskajte s malo univerzalnog sredstva za čišćenje u domaćinstvu, da biste uklonili tvrdokornu prljavštinu i masnoću. Pošto su ta sredstva na bazi vode, ne koristite ih u blizini uređaja i električnih kola pod naponom jer možete izazvati kratak spoj.
- ✓ **Sredstva za čišćenje/odmašćivanje elektronskih uređaja:** Kad direktno čistite delove i štampane ploče, koristite isključivo sredstvo za čišćenje/odmašćivanje namenjeno za elektronske komponente. Obično se nalaze u bočici pod pritiskom ili u bočici sa četkicom za nanošenje.



Neki elektronski uređaji, posebno motori, moraju biti podmazani da bi radili. Pazite da pri čišćenju ne uklonite svu mast ili ulje. Ako morate da očistite uređaj ili deo koji mora biti podmazan, obavezno na kraju dodajte sveže ulje ili malo masti.

Ulje i mast – da bi delovi bili skliski

Elektronski uređaji koji imaju mehaničke delove moraju se podmazati na početku posla i periodično, za vreme rada. Pravi primer za to je robot koji hoda. Da bi se robot kretao bez problema, neophodno je s vremena na vreme kanuti kap ili dve ulja u zglobove. Da li ćete koristiti ulje ili mast, zavisi od toga šta podmazujete:

- ✓ Za delove koji se obrću, koristite lako mašinsko ulje, poput onoga za šivaće mašine ili muzičke instrumente. Izbegavajte ulje koje ima sastojke protiv rđanja jer mogu da izazovu reakciju plastičnih delova i da ih otope.
- ✓ Za zupčanike ili delove koji klize, koristite sintetičku mast, kao što je litijumska mast.



Lako mašinsko ulje i sintetička mast kupuju se u specijalizovanim prodavnica elektronskih komponenata, ali i u prodavnicama muzičkih instrumenata, šivačih mašina i pribora, materijala za hobiste i gvožđarama.

Limenuku iz Čarobnjaka iz Oza možda je trebala velika kanta ulja da bi stalno bio podmazan, ali će vama – za većinu elektronskih projekata – biti dovoljna i samo mala količina. Odličnu zamenu za ulje u bočicama ili konzervama predstavlja špric za podmazivanje. Kao što već po nazivu možete naslutiti, ulje se nalazi u nečemu što liči na medicinski špric. „Igla“ je tanka, dugačka cevčica, savršena za podmazivanje teško dostupnih mesta. Takvi špricevi se mogu nabaviti u mnogim prodavnicama elektronskih komponenata, muzičkih instrumenata ili u fotografskim radnjama.



Neke mehaničke komponente ne treba podmazivati uljem ili mašću. Štaviše, sredstva za podmazivanje mogu da oštete neke delove. Određeni samopodmazujući plastični delovi mogu da se polome ako ih izložite sredstvima za podmazivanje na bazi petroleja. Ukoliko niste potpuno sigurni da određene mehaničke delove treba podmazati, nemojte automatski nanositi mast ili ulje. Ako popravljate neki deo elektronskog uređaja, recimo DVD ili CD plejera, zatražite od proizvodača uputstvo za podmazivanje.

Iako su sintetički sprejevi za podmazivanje vrlo zgodni (kao što su WD-40 i LPS) ne treba ih koristiti u elektronici. Za to postoje dva glavna razloga:

- ✓ Mogli biste da imate problema s kontrolisanjem površine koju pokrivate sprejom. Sprej dopire do velikog broja delova koja ne bi trebalo podmazivati, što može da napravi veliku zbrku.
- ✓ Mnoga sintetička sredstva za podmazivanje neprovodna su. Fina „magla“ spreja mogla bi da padne na delove koji bi trebalo da imaju električnu vezu. Ako sredstvo za podmazivanje prekine tu vezu, električno kolo neće raditi.



Sredstvo za podmazivanje treba primeniti direktno i precizno na deo koji treba podmazivati.

Još malo o sitnicama za čišćenje i konstruisanje

Tokom rada na elektronskim projektima zatrebaće vam i mnoštvo drugih predmeta i sredstava za čišćenje, održavanje i konstruisanje. Među njima su:

- ✓ **Slikarske četkice:** Njima ćete lakše očistiti dosadnu prljavštinu. Ne trebaju vam nikakve posebne četkice, ali izbegavajte one jeftine koje se linjaju. Kupite i malu i široku četkicu u kompletu, kako biste mogli da obavite sve vrste čišćenja. Možete upotrebiti i staru četkicu za zube (molim vas, prvo je operite i osušite).
- ✓ **Četkica za čišćenje fotografске lampe:** Objedinjava dejstvo meke četkice i dejstvo jakog mlaza vazduha. Možete je kupiti u svakoj fotografskoj radnji.
- ✓ **Sredstvo za čišćenje kontakata:** Omogućava da očistite električne kontakte. Kupuje se u spreju, ali ga možete primeniti i tako što ćete prvo poprskati četkicu a zatim njome preći preko kontakata.
- ✓ **Štapići za uši:** Lakše ćete ukloniti višak ulja i sredstva za podmazivanje i očistiti kontakte. Imajte ih u svakoj bolje snabdevenoj radnji ili samoposluzi.
- ✓ **Tupferi od gaze:** Što je gaza šira, to bolje. Gaza je čista (zapravo sterilna) i ne ostavlja dlačice. Koristite ih kao sterilne krpe za čišćenje elektronskih delova.
- ✓ **Štapići za zanoktice i turpije za nokte:** Rasturite taj komplet za negu noktiju! „Alatkama“ iz njega očistite prljavštinu sa štampanih ploča i električnih kontakata.
- ✓ **Gumica za brisanje:** To parče ružičaste gume odlično će očistiti električne kontakte, posebno one koje je zaprljala kiselina iscurela iz baterije. Pažljivo je koristite jer trljanjem gumice o štampanu ploču možete proizvesti statički elektricitet. Obavezno koristite ružičastu guminicu, a ne belu napravljenu od polimera, jer će ostaviti ostatke koji se teško uklanjaju.
- ✓ **Glina za modelovanje (plastelin):** Popunite pukotine i oštećenja na plastičnim kućištima elektronskih uređaja iz vaše radionice.

Lepljive stvari da vam se uređaju ne raspadnu

U mnogim elektronskim projektima moraćete da upotrebite određenu vrstu lepila. Na primer, možda ćete morati da pričvrstite malu štampanu ploču za unutrašnju stranu kućišta. Kap-dve lepka ili nekog drugog adhezivnog sredstva, biće dovoljno.

U zavisnosti od slučaja, možete upotrebiti običan lepak, epoksidni ili cijanoakrilatni lepak (poznatiji kao superlepak), obostrano lepljivu traku ili pištolj za nanošenje toplog tečnog lepka. Objasnimo za šta je najbolje koristiti svako od pomenutih adhezivnih sredstava:

- ✓ *Beli (običan) lepak* možete kupiti u knjižarama, samoposlugama, gvožđarama i prodavnicama s kućnim potrepštinama. Taj lepak se isporučuje u bočicama ili tubama. Suši se 20 do 30 minuta, ali potpuno deluje tek za 12 sati. Njime se najbolje lepe drvo i drugi porozni materijali. Ako treba zlepiti metal ili plastiku, izaberite neko drugo adhezivno sredstvo koje navodimo u nastavku.
- ✓ *Epoksidni (dvokomponentni) lepak* se isporučuje u dve tube. Pri korišćenju, neophodno je pomešati jednakе količine ovog sredstva iz obe tube, a zatim smesu naneti na delove koje želite da zlepite. Većina epoksidnih lepkova suši se za 5 do 30 minuta, a potpuno se stvrđnjava za oko 12 sati. Spojevi na koje je nanet epoksidni lepak jaki su i otporni na vlagu.
- ✓ *Cijanoakrilatni (CA) lepak* skoro trenutno može da zalepi delove od bilo kog materijala. Pažljivo ga nanosite jer se može desiti da zlepite prste. Običan CA lepak upotrebite prilikom spajanja glatkih delova koji se savršeno uklapaju; a „teži“, poseban CA lepak u slučaju da spoj nije stoprocentno skladan.
- ✓ *Obostrano lepljiva traka* je odlično sredstvo za brzo i lako spajanje delova. Traka je idealna za pričvršćivanje štampanih ploča za kućište ili ojačavanje komponenata koje labavo stoje na svojim mestima. Možete je iseći na bilo koju dužinu, a ako treba da popunite veće praznine, postavite više slojeva trake jedan na drugi. Pre nego što je upotrebite, proverite da li su traka i površine na koje je treba postaviti suve i čiste.
- ✓ Pištolj za nanošenje tečnog lepka (slika 3-8), namenjen je osobama koje ne žele da čekaju satima da bi se lepak osušio. Umetnute dozu lepka u pištolj, uključite ga, sačekajte minut da se lepak zagreje i zatim možete početi s lepljenjem. Sušenje traje samo tridesetak sekundi. Spojevi su vodonepropusni i potpuni. Lepak koji se nanosi zagrejan je do temperature od 250 do 350 stepeni – više nego dovoljno da izazovu opekatine pa budite pažljivi, ali ne i da bi istopio lemljene spojeve ili oštetio elektronske komponente.



Slika 3-8:
Pištolj s toplim
tečnim lepkom
za brzo
lepljenje.

Formiranje elektroničarske laboratorije

Gde ćete smestiti svoju radionicu, važno je isto koliko i projekti na kojima radite i alatke koje koristite. Kao i u slučaju nekretnina, čarobna reč za radove u elektronici je lokacija, lokacija i samo lokacija. Odaberite prikladno, ugodno mesto u svom stanu ili kući, pa ćete se bolje organizovati i više ćete uživati u eksperimentima. Ništa nije gore od ustajalog vazduha i neurednog radnog stola pod slabim osvetljenjem.

Osnovni sastojci dobre laboratorije

Osnovni „sastojci“ dobro formirane laboratorije su sledeći:

- ✓ Udobno mesto za rad, sa stolom i stolicom
- ✓ Dobro osvetljenje
- ✓ Dovoljno električnih priključaka, sa strujom jačine najmanje 15 ampera
- ✓ Alatke i kutije za alatke na policama ili u ormanu
- ✓ Ugodna, suva klima
- ✓ Stabilna, ravna radna površina
- ✓ Mir i tišina



Savršeno radno mesto ne bi trebalo da smeta nikome čak i ako ste odsutni nekoliko sati ili dana. Takođe, radni sto bi trebalo da bude van domaćaja dece. Radoznali mališani i elektronika ne idu jedno s drugim!

Kako onda pronaći u svom domu raj za elektroniku i kako bi ga trebalo najbolje opremiti? U sledećim odeljcima daćemo vam potrebne savete i smernice.

Izbor odgovarajućeg mesta

Pre nego što počnete da opremejte radionicu, razmislite o mestu koje će vam najviše odgovarati. Garaža je savršena lokacija, jer u njoj možete slobodno lemiti, lupati čekićem i rezati, bez bojazni da ćete uništiti novi, skupi tepih. Nije vam potrebno mnogo prostora: $1 \times 1,5$ metar biće sasvim dovoljno. U garaži se možete baviti elektronikom tako da i dalje možete bez problema parkirati automobil (pod pretpostavkom da prostor već niste zakrčili biciklima, kosilicom za travu, starim igračkama i ko zna čime sve ne).

Radioniku možete formirati i u sobi ako nemate mesta u garaži ili nemate garažu, ali samo pod uslovom da ta soba ispunjava neke osnovne zahteve. Kada radite u sobi s tepihom, trebalo bi da preko njega prostrete zaštitnu prevlaku ili neki drugi materijal da biste sprečili ili redukovali stvaranje statičkog elektriciteta – primera radi, nabavite antistatičku podlogu. O merama za sprečavanje statičkog elektriciteta govorili smo u poglavlju 2.

Prekrivanjem poda odnosno tepiha, ne samo da ćete sprečiti stvaranje statičkog elektriciteta, već ćete imati i dodatne pogodnosti. Kada se podloga ispuni ostacima lema, parčićima žice i konektorima komponenata, možete je lako izneti, očistiti metlom i vratiti je na isto mesto, kao da je nova. (Podloga će svakako biti kao nova, što se ne može reći za metlu kojom ćete je očistiti.)

Spavača, radna ili dnevna soba prihvatljiva su mesta za elektroničarsku radionicu, ali se potrudite da je smestite u jedan ugao sobe ili koliko-toliko izdvojen deo. Vrlo je verovatno da ćete prekinuti rad na projektu preko noći ili na duži period, pa bi sve što se nalazi na radnom stolu trebalo da ostane netaknuto.

Ukoliko vam je radni prostor u glavnom delu kuće ili stana, možda ćete želeti (ili će biti neophodno) da ga sakrijete kada ne eksperimentišete. Možete napraviti priličan nerед dok radite na nekom projektu, posebno ako ste usred pronalaženja uzroka problema. Paravan će na pravi način prikriti vaš radni prostor, posebno ako je u ugлу sobe.

Ako je radni prostor dostupan ostalim članovima porodice, obavezno uklonite integrisana kola i druge oštре predmete s poda – jako je bolno kada se nagaze! Pronadite način da sprečite pristup svima koji nedovoljno poznaju zaštitne mere. Decu prirodno privlače elektronski uređaji, pa zato držite svoje uređaje, alatke i materijal van dometa – na polici ili iza zaključanih vrata.

Ako radite u spavaćoj sobi ili trpezariji, radni sto za elektroniku možete smestiti i u orman. Zatvorite vrata i niko neće znati da upravo pravite svemirski bojni brod sa ugrađenim aparatom za kafu.



Trostruka pretnja: vrućina, hladnoća i vlažnost

Bez obzira na to gde ćete smestiti svoju radionicu, uvek vodite računa o klimatskim uslovima. Ako je prostor koji ste načelno izabrali hladan, topao ili vlažan, odustanite od njega. Ekstremno niske ili visoke temperature i vlaga ne samo da će uticati na vas već imaju štetan uticaj i na elektronska kola.

Evo nekih smernica kojih bi trebalo da se pridržavate:

- ✓ Ako radite u garaži, na tavanu ili u podrumu, postavite izolaciju ili poboljšajte postojeću. Rolne izolacionog materijala od fiberglasa relativno su jeftine, a postavljaju se lako i brzo. Međutim, opasno je udisati fiberglas. Obavezno pažljivo proučite uputstva za postavljanje. Tokom rada s fiberglasom, nosite rukavice, zaštitne naočare i masku za lice.
- ✓ Podrumi i garaže mogu da budu problematični jer bivaju previše vlažni. Ako je vaš podrum u nivou podzemnih voda ili ispod njega, na podu će se možda nagomilavati vlaga. Iz bezbednosnih razloga, nikada ne radite u prostoriji s vlažnim ili nakvašenim podom.
- ✓ Ako radite u garaži, radni sto bi trebalo da bude udaljen od vrata i drugih otvora. Tako ćete sprečiti da vlaga spolja uđe u prostoriju i uništi sav vaš trud. Pored toga, sprečite da se na štampanim pločama i komponentama nađu trava, bube i prašina. (U našoj garaži „crne udovice“ vole da pletu mrežu i da se gnezde ispod radnog stola za elektroniku.)

Osnovna pravila za dobar radni sto

Ne treba vam veliki ili nalickan radni sto. Veličinu radne površine određuju tipovi projekata kojima ćete se baviti, ali u većini slučajeva njegove dimenzije trebalo bi da budu oko 60×90 cm. Sigurni smo da u kući već imate manji sto, radnu ploču ili kamperski sto koji možete iskoristiti za radni sto.

Dajemo vam neke ideje za vaš radni sto:

- ✓ Ploču stola napravite od vrata, a nogare od drvenih profila dužine 75 cm i preseka 5×10 cm; pričvrstite ih za radnu površinu odgovarajućim šarkama. (Sve to možete kupiti u bilo kojoj prodavnici za majstore, tipa „uradi sam“.) Vrata od iverice su jeftinija, ali ona od punog drveta traju duže i ne izvitoperuju se tokom vremena i zbog opterećenja. Alternativno, radnu površinu možete napraviti i od šperploče debljine 2 cm.
- ✓ Ako vam to više odgovara, zaboravite na drvene nogare i napravite jednostavan radni sto od vrata i dva „magarca“ za sečenje drva. Prednost ovakvog stola je to što ga lako možete rastaviti i smestiti u ugao kada ga ne koristite.
- ✓ Mnogi električari vole da prekriju radnu površinu nekom podlogom. Ona služi kao jastuće koje štiti štampane ploče, integrisana kola i druge komponente. Ako koristite komad tepiha, izaberite nov, čist restl i isecite ga na odgovarajuću meru. Što je ta podloga manje čupava, to je bolje (da ne biste stalno gubili sitne komponente). Ako ste u mogućnosti, kupite tepih koji je isprskan antistatičkim sprejom ili, još bolje, onaj koji sadrži antistatička metalna vlakna.

Ne zaboravite da ćete, dok radite na svojim projektima, biti pognuti nad radnim stolom i po nekoliko sati. Radni sto možete kupiti ili napraviti i za malu sumu novca, ali ako nemate dobru stolicu, trebalo bi da je stavite na vrh liste za kupovinu. Obavezno prilagodite visinu sedišta visini radnog stola. Loše podešena stolica može da izazove bolove u ledima i umor.

Poglavlje 4

Najčešće korišćene elektronske komponente

U ovom poglavlju

- Upoznajte otpornike i saznajte zašto su toliko važni
- Brzo menjanje otpora pomoću potencijometara (zašto se to uopšte radi)
- Kako izabrati najbolji kondenzator za električno kolo
- Dešifrovanje oznaka na otpornicima i kondenzatorima
- Upoznavanje s diodama, uključujući one koje svetle
- Istina o tranzistorima
- Šta su integrisana kola?

Elektroničari sve ono što čini električno kolo jednim imenom nazivaju komponente. One omogućavaju da kolo pravilno radi. Iako se kompletno električno kolo može napravi samo od baterije, malo žice i sijalice, u većini projekata koriste se i druge komponente, kao što su otpornici, kondenzatori, diode, tranzistori i integrisana kola. O komponentama razmišljajte kao o osnovnim gradivnim blokovima elektronskih uređaja i naprava.

Izbor komponenata i način njihovog međusobnog povezivanja određuje ulogu i rad električnog kola. Ako nekoliko otpornika, kondenzatora i tranzistora povežete na jedan način, dobićete električnu sirenu. Te iste komponente povezane na drugi način postaju semafor za maketu železnice.

U ovom poglavlju saznaćete nešto više o najčešće korišćenim elektronskim komponentama: koje su, za šta ih možete upotrebiti i šta rade. Da biste postali elektroničar profesionalac, morate dobro razlikovati komponente samo na osnovu njihovog izgleda, pa ćemo vas i tome naučiti u ovom poglavlju.

Živeo otpor

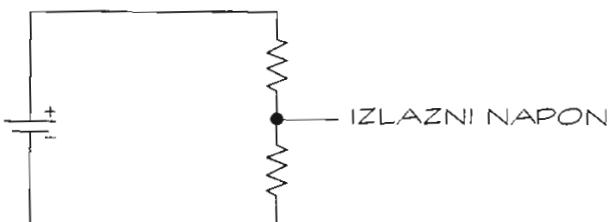
Električna struja je, najprostije rečeno, kretanje elektrona s jednog mesta na drugo kroz žicu (provodnik). Što se više elektrona kreće, to je struja jača. *Otpornicima* pristaje ime: oni pružaju *otpor* kretanju struje kroz njih. Otpornike možete smatrati i „kočnicama“ za elektrone. Kontrolisanjem elektrona koji prolaze kroz takvu kočnicu, određujete šta će da radi neko električno kolo.

Otpornici su nezaobilazni, osnovni gradivni blokovi električnih kola, pa ih ima mnogo u svim elektronским projektima. Možete ih koristiti za:

- ✓ **Ograničavanje struje koja stiže do drugih komponenata:** Neke komponente, kao što su diode koje emituju svetlost (LED diode), troše struju kao što dete jede čokoladu. Pokušaće da pojedu sve što im date. Međutim, za LED diode to može da bude problem – pregorevaju ako „pojedu“ previše električne struje. Zato možete upotrebiti otpornik i ograničiti protok struje do LED diode.
- ✓ **Smanjivanje napona u delu kola:** U mnogim električnim kolima neophodno je obezbediti različite napone za različite delove tog kola. To ćete lako učiniti pomoću otpornika. Dva otpornika spojena na način prikazan na slici 4-1 čine takozvani razdelnik napona. Kad imate dva istovetna otpornika, to jest ako podjednako „koče“ protok struje, napon između njih je tačno upola manji od napona u ostatku kola.
- ✓ **Upravljanje naponom/strujom koji ulaze u druge komponente:** Kombinacija otpornika i kondenzatora, primera radi, daje neku vrstu elektronskog peščanog sata. Otpornik možete postaviti na ulaz tranzistora da biste upravljali stepenom pojačanja signala u tranzistoru. Ili... dobro, verovatno ste već shvatili.
- ✓ **Zaštitu ulaza osetljivih komponenata:** Previše električne struje uništava elektronske komponente. Postavljanjem otpornika na ulaz osetljivog tranzistora ili integrisanog kola, ograničavate struju koja stiže do tih komponenata. Iako nije stoprocentno sigurna, ova jednostavna tehnika može da vam uštedi mnogo vremena i novca koje biste utrošili na popravljanje oštećenih električnih kola.

Slika 4-1:

Napravite razdelnik napona od dva otpornika; to je uobičajena tehnika za dobijanje različitih napona za različite delove električnog kola.



Vrednosti otpornika

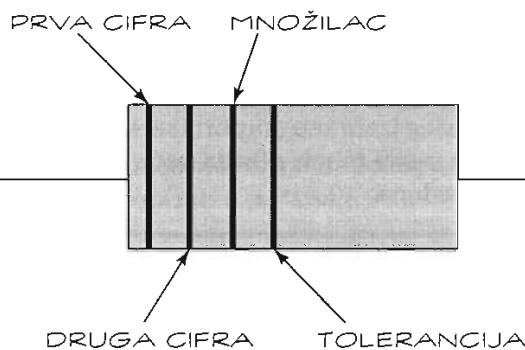
Ako se otpornici ponašaju kao kočnice, onda mora da postoji način za regulisanje pritiska na pedalu, kako biste upravljali protokom elektrona. Taj način upravljanja podrazumeva menjanje otpora otpornika.

Svi koji se bave elektronikom znaju da se vrednost otpora u otporniku izražava omima kao jedinicom mere, a da se za simbol koristi veliko grčko slovo omega: Ω . Što je vrednost u omima veća, to je veći otpor komponente.

Da biste razumeli kako možete podešavati otpor, treba da znate da postoje dve osnovne vrste otpornika: stalni i promenljivi. Evo po čemu se oni razlikuju:

- ✓ **Stalni otpornik** pruža unapred određen otpor električnoj struji. Oznake u boji određuju vrednost otpora većine stalnih otpornika. Obeležavanje bojama počinje od kraja tela otpornika, a oznaka se sastoji od četiri, pet i ponekad šest traka različitih boja. Na slici 4-2 prikazan je raspored traka na telu otpornika, uz naznaku šta koja traka predstavlja.
- ✓ **Promenljivi otpornik**, koji se naziva i potenciometar, omogućava kontinualno podešavanje otpora od praktično 0 omu do neke maksimalne vrednosti. Na potenciometru je obično odštampana najveća vrednost otpora. U odeljku „Podešavanje otpora potenciometrima“, dalje u ovom poglavlju, detaljno ćemo vas upoznati sa ovom vrstom otpornika.

Slika 4-2:
Trake u boji se koriste za označavanje vrednosti stalnog otpornika.



Ne označavaju se svi otpornici bojama. Na telima nekih otpornika vrednost otpora je odštampana. To su *precizni otpornici*. Stvaran otpor komponente je vrlo blizu odštampanoj vrednosti ili tačno toliko. O preciznim otpornicima govorimo više u narednom odeljku.

Oboj me crveno, zeleno i plavo

Kao što smo istakli u prethodnom odeljku, ogromna većina otpornika obeležava se bojama da bi se naznačila vrednost otpora, izražena u omima. Oznake u boji su svetski prihvaćen standard i koriste se u elektronici već nekoliko decenija. Lako je upotreba boja standardizovana, otpornik može da ima četiri ili pet traka u boji, u zavisnosti od toga da li je standardne ili visoke preciznosti.

Na otpornicima standardne preciznosti koriste se četiri trake u boji. Oznaka na otporniku i stvarna, izmerena vrednost otpora razlikuju najmanje dva procenta. Otpornici standardne preciznosti koriste se u 99 procenata amaterskih elektronskih projekata. (*Otpornici visoke preciznosti imaju na sebi pet traka u boji, a stvarna vrednost njihovog otpora odstupa od naznačene najviše jedan procenat. O otpornicima visoke preciznosti više ćemo govoriti u izdvojenom odeljku „Rec (ili dve) o otpornicima visoke preciznosti“, dalje u ovom poglavlju.*)

Evo šta predstavljaju trake na otporniku standardne preciznosti:

- ✓ Trake jedan, dva i tri određuju vrednost otpora.
- ✓ Traka četiri označava toleranciju otpornika i obično je unutar +5 procenata ili +10 procenata stvarne tolerancije otpornika (opseg vrednosti otpora; više o tome pročitajte u sledećem odeljku).

U tabeli 4-1 prikazane su vrednosti oznaka u boji koje se koriste na trakama da bi se pokazala vrednost otpora otpornika. Prepostavimo da je otpornik označen žuto-ljubičasto-crveno-srebrnom trakom. Prve dve trake ukazuju na prve dve cifre otpora otpornika. Na osnovu tabele 4-1, žuta predstavlja broj 4 a ljubičasta broj 7, pa su značajne cifre otpornika sa žuto-ljubičasto-crveno-srebrnom trakom 47. Treća traka je oznaka za množilac. U našem primeru ta traka je crvena, pa je vrednost 100. Pomnožite 47 sa 100 i dobijate 4700 oma. Često se vrednosti veće od 1000 izražavaju slovom k (što je skraćenica od prefiksa kilo, to jest oznaka za 1000), pa je otpor našeg izabranog otpornika 4,7 kilo oma. Obratite pažnju na to da se odredene boje iz ove tabele nikada neće koristiti za određene trake, pa vrednost nije ni navedena.

Tabela 4-1 Označavanje otpornika bojama

Boja	1. cifra	2. cifra	Množilac	Tolerancija
Crna	0	0	1	+20%
Braon	1	1	10	+1%
Crvena	2	2	100	+2%
Narandžasta	3	3	1000	+3%
Žuta	4	4	10.000	+4%
Zelena	5	5	100.000	ne primenjuje se
Plava	6	6	1.000.000	ne primenjuje se
Ljubičasta	7	7	10.000.000	ne primenjuje se
Siva	8	8	100.000.000	ne primenjuje se
Bela	9	9	ne primenjuje se	ne primenjuje se
Zlatna			0,1	+5%
Srebrna			0,01	+10%

Šta je tolerancija otpornika?

Poslednja traka na telu otpornika označava njegovu toleranciju (dozvoljeno odstupanje). Pri određivanju tolerancije uzimaju se u obzir neminovne varijacije koje nastaju u proizvodnji otpornika. Lako je na otporniku možda navedena vrednost otpora od 2000 om, primera radi, stvarna vrednost otpora je verovatno neznatno veća ili manja. Potencijalna varijacija vrednosti otpora naziva se *tolerancija* i ona se izražava u procentima (na primer, tolerancija od ± 5 procenata znači da otpor može da bude 5 procenata veći ili manji od naznačene vrednosti). U većini slučajeva, neznatna odstupanja ne utiču na normalan rad električnog kola. Ukoliko znate toleranciju otpornika lako ćete odlučiti da li je otpornik odgovarajući za određeno električno kolo. Tolerancija je prikazana u poslednjoj koloni tabele 4-1.

Uzmimo ponovo kao primer žuto-ljubičasto-crveno-srebrni otpornik iz prethodnog odeljka. Ako pogledate tabelu 4-1, videćete da srebrna boja ukazuje na toleranciju od $+10$ procenata. To znači da vrednost otpora otpornika može da se razlikuje plus ili minus deset procenata od naznačene vrednosti. Ako otpornik ima naznačenu vrednost otpora od 4,7 kilooma s tolerancijom od deset procenata, stvarna vrednost otpora je između 4230 i 5170 om.

Iz liste delova ili fusnote na dnu šeme kola doznaćete koju toleranciju otpornika možete bezbedno koristiti, bilo za sve otpornike u kolu ili za svaki otpornik pojedinačno. Ako na šemi nije naznačena tolerancija, slobodno možete pretpostaviti da je bezbedno koristiti otpornike standardne tolerancije $+5$ ili $+10$ procenata.

Ukoliko ne znate vrednost otpora određenog otpornika, možete je izmeriti multimetrom, što ćemo opisati u poglavlju 9.



Reč (ili dve) o otpornicima visoke preciznosti

Na mnogim otpornicima visoke preciznosti koristi se sistem označavanja s pet boja (kod otpornika bez traka u bojama, stvarna vrednost otpora odštampana je na njihovom telu). Ti otpornici imaju manji opseg tolerancije od otpornika standardne preciznosti. Otpornici visoke preciznosti koriste se u kolima u kojima se zahteva otpornik tačno određene vrednosti. Na primer, otpornik korišćen u kolu za merenje vremena ili za

referentni napon, mora da ima preciznu vrednost otpora.

Na otpornicima visoke preciznosti, trake predstavljaju sledeće:

- ✓ Trake od jedan do četiri ukazuju na vrednost otpora.
- ✓ Peta traka ukazuje na toleranciju otpornika, koja je najčešće $+1$ procenat.

Neka bude toplota

Kad god se elektroni kreću kroz neku sredinu, proizvode toplotu. Što je više elektrona, toplota je veća. Otpornici se klasificuju i prema snazi. Ona se meri u vatima, a vrednost vam govori koliko vati otpornik može da izdrži – što je veća

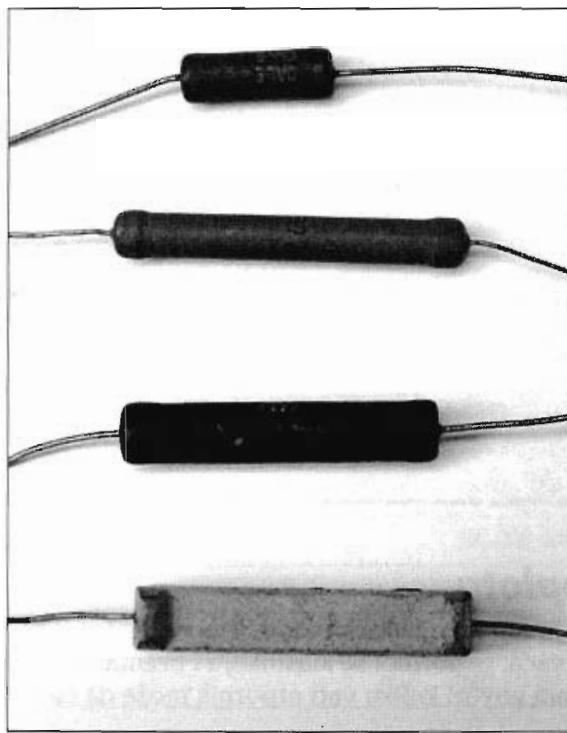
snaga izražena vatima, to je veća toplota. Elektronske komponente mogu da podnesu tačno određenu količinu toplote (koja zavisi od veličine i vrste komponente) pre nego što se pretvore u bezličnu, neupotrebljivu masu. Snaga u vatima se izračunava formulom:

$$P = I \times V$$

P je oznaka za snagu, izraženu u vatima; I predstavlja električnu struju u amperima koja protiče kroz otpornik; V je napon na krajevima otpornika. Na primer, pretpostavimo da je napon 5 volti, a da kroz otpornik protiče struja od 25 miliampera. Da biste izračunali snagu, pomnožite 5 sa 0,025. Dobićete 0,125 ili $\frac{1}{8}$ vata.

Za razliku od vrednosti otpora, na otpornicima je retko odštampana vrednost snage u vatima, bilo brojkama ili kao deo oznake u boji. Umesto toga, morate da procenite snagu na osnovu veličine otpornika, ili – ako znate gde ste kupili otpornike – tu informaciju tražite od proizvođača. Otpornici koji se koriste u kolima sa velikim opterećenjem, kao što su motor ili upravljački uređaj za lampu, moraju biti veće snage od otpornika upotrebljenih u kolima s malom električnom strujom. Snaga najvećeg broja otpornika koji se koriste u amaterskim elektronskim projektima i iznosi $\frac{1}{4}$ ili čak $\frac{1}{8}$ vata.

Otpornici velike snage mogu biti različitog oblika, od kojih su neki prikazani na slici 4-3. Otpornici snage veće od pet vati najčešće imaju epoksidni ili neki drugi vodonepropusni i vatrostalni omotač, i pravougaoni su a ne cilindrični. Otpornici velike snage ponekad čak imaju i sopstveni hladnjak za odvođenje toplote.



Slika 4-3:
Otpornici velike
snage različitih
su oblika.

Podešavanje otpora potenciometrima

Promenljivi otpornici, poznatiji pod nazivom potenciometri, omogućavaju „biranje“ otpora. Gornja granica potenciometra određuje stvaran opseg otpora. Većina potenciometara obeležena je tom gornjom vrednošću – 10 K, 50 K, 100 K, 1 M i tako dalje. Na primer, s potenciometrom od 50 K možete izabrati bilo koji otpor od 0 do 50.000 oma. Imajte na umu da je opseg potenciometra samo približan. Ako na potenciometru nema oznake, morate upotrebiti multimetar da biste odredili opseg. (O merenju otpora pomoću multimetra čitaćete u poglavljiju 9.)

Gotovo svi potenciometri su obrtnog tipa. Postoje i potenciometri s klizačem, koji se najčešće koriste na uređajima kao što je stereo oprema. Obrtni potenciometri se obično lakše ugrađuju.

Na obrtnim potenciometrima, „brojčanik“ se može rotirati za skoro svih 360 stepeni, u zavisnosti od kvaliteta potenciometra koji koristite. Na jednom kraju potenciometar praktično ima otpor 0 oma, a na drugom je vrednost otpora najveća naznačena vrednost. Kontrola jačine zvuka na televizoru ili temperature električnog čebeta klasični su primjeri obrtnog potenciometra.

Kondenzatori: rezervoari elektriciteta

Kondenzatori su, posle otpornika, najčešće korišćene komponente u elektronskim uređajima. Kondenzatori su zanimljive spravice. Oni skladište elektrone tako što ih privlače ka pozitivnom polu. Čim se napon smanji ili nestane, elektroni se oslobađaju. Kada kondenzator na taj način uklanja ili dodaje elektrone, on zapravo omogućava regulisanje promena napona. U nekim slučajevima kondenzatori se u kombinaciji sa otpornicima mogu koristiti kao merači vremena (tajmeri – više o tome u poglavljju 7). Kondenzatori omogućavaju konstruisanje svih tipova električnih kola, kao što su pojačavači i hiljade drugih.

Kondenzatori se upotrebljavaju za različite svrhe, uključujući:

- ✓ **Pravljenje merača vremena:** To je neka vrsta elektronskog metronoma, u kome se kondenzator uparuje sa otpornikom da bi se brojali otkucaji.
- ✓ **Ispravljanje napona:** Uređaji koji pretvaraju naizmeničnu struju u jednosmernu često koriste kondenzatore da bi se napon „ispegla“ i njegova vrednost ostala na stabilnom, stalnom nivou.
- ✓ **Blokiranje jednosmerne struje:** Kada su redno povezani sa izvorom signala, kao što je mikrofon, kondenzatori blokiraju jednosmernu struju ali propuštaju naizmeničnu. U većini pojačavača se, primera radi, koristi ta osobina kondenzatora.
- ✓ **Podešavanje frekvencije:** Kondenzatori se koriste za pravljenje jednostavnih filtera koji odbijaju naizmenične signale nivoa većeg ili manjeg od željene učestanosti. Podešavanjem vrednosti kondenzatora moguće je podešavati vršne frekvencije filtra.

Šta je u kondenzatoru?

Iako možda smatrate da su kondenzatori složene naprave, zbog svih mogućih primena, oni su zapravo vrlo jednostavnii. Tipičan kondenzator ima u sebi dve metalne pločice. One se ne dodiruju, već ih razdvaja *dielektrični materijal*, što je samo pomodan naziv za izolator. U kondenzatorima se najčešće koriste plastika, liskun i papir. (O dielektricima ćemo više govoriti u odeljku „Dielektrik ovo, dielektrik ono“.)

Faradi veliki i mali

Sigurno ste do sada već shvatili sledeće: kao što političari imaju opravdanje za sve svoje postupke, tako i elektroničari imaju jedinicu mere za absolutno sve veličine. Kondenzatori imaju svoju kapacitivnost koja se meri *faradima*. Što je vrednost veća, to u jednom trenutku kondenzator može da uskladišti više elektrona. Farad je prilično velika jedinica mere, pa se kapacitivnost većine kondenzatora izražava mikrofaradima, to jest, milionitim delovima farada. Možda ćete naići i na manje vrednosti kapacitivnosti – pikofarade ili milioniti deo milionitog dela mikrofarada. U elektroničarskoj dokumentaciji mikrofarad se skraćeno piše s grčkim slovom mikro, kao μF , na primer $10 \mu\text{F}$. Pikofarad se skraćeno piše pF .

Evo nekih primera:

- ✓ $10 \mu\text{F}$ je deset-milioniti deo farada.
- ✓ $1 \mu\text{F}$ je milioniti deo farada.
- ✓ 100 pF je stominioniti deo milionitog dela mikrofarada.

Praćenje radnog napona

Radni napon, koji se ponekad obeležava engleskom skraćenicom WV (*working voltage*), najveći je napon koji kondenzator može da izdrži pre nego što se oštete dielektrični slojevi. Pri naponu većem od radnog, struja može da napravi lûk između pločica, poput munje tokom oluje. Ako kondenzator nije projektovan da izdrži visoke napone, u njemu nastaje varnica koja se „probija“ kroz dielektrik i kondenzator postaje neupotrebljiv (probijen).

Kondenzator za kola jednosmerne struje ne podnosi više od 16 do 35 volti. Veći naponi vam nisu potrebni, pošto se takva kola najčešće napajaju naponima između 3,3 i 12 volti. Samo kada pravite električna kola u kojima se koriste veći naponi morate обратити pažnju na radni napon kondenzatora. Da biste bili sigurni, najbolje je izabrati kondenzator s radnim naponom najmanje 10 do 15 procenata većim od napona u kolu.

Dielektrik ovo, dielektrik ono

Zamislite da vam kćerka zatraži da joj napravite voćni kup s bananama. Problem: u kući nemate nijednu bananu. Zato se odlučujete na improvizaciju i umesto banana koristite krastavce. Bljak! To jednostavno nije isto. Uzrok nisu krastavci, već vaša odluka da upotrebite povrće koje je izazvalo kulinarsku katastrofu.

Slično tome, projektanti električnih kola biraju kondenzatore za različite projekte na osnovu dielektrika u njima. Neki materijali su bolji za odredene primene: baš kao i banane za voćni kup.

Najčešće korišćeni dielektrični materijali su aluminijumski elektrolit, tantalov elektrolit, keramika, liskun, polipropilen, poliestar (ili Mylar[®]), papir i polistiren. Polipropilenski, poliestarski i polistirenski kondenzatori obično se jednim imenom zovu blok kondenzatori. Ako je u šemi kola naveden kondenzator određenog tipa, pobrinite se da nabavite odgovarajući.

U tabeli 4-2 navedeni su najčešće korišćeni tipovi kondenzatora, njihov uobičajeni opseg napona i najčešća primena.

Tabela 4-2 Karakteristike kondenzatora

Tip	Opseg	Primena
Keramika	od 1 pF do 2,2 µF	Filtriranje, premošćavanje
Liskun	od 1 pF do 1 µF	Merenje vremena, oscilator, precizna kola
Metalizirana folija	do 100 µF	Blokiranje jednosmerne struje, napajanje, polikarbonatno filtriranje
Poliestar	od 0,001 do 100 µF	Ista kao polikarbonata
Polistiren	od 10 pF do 10 µF	Merenje vremena, kola za podešavanje
Papirna folija	od 0,001 do 100 µF	Opšte namene
Tantal	od 0,001 do 1000 µF	Premošćavanje, spajanje, blokiranje jednosmerne struje
Aluminijum	od 10 do 220.000 µF	Filtriranje, elektrofizičko premošćavanje

Veliki kondenzator u malom prostoru

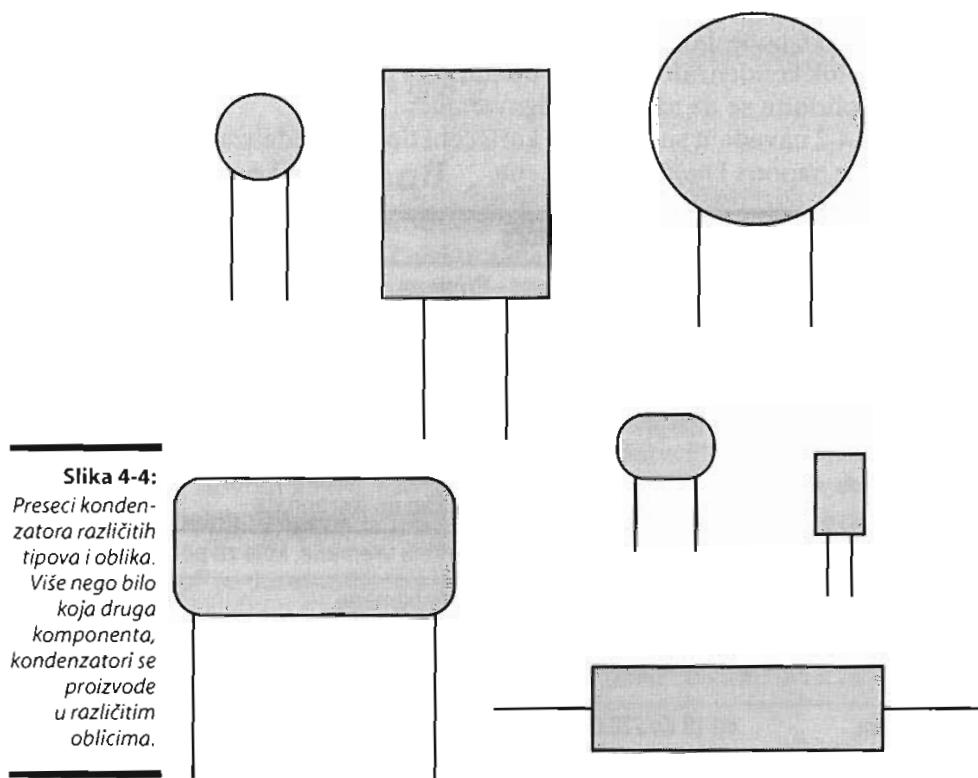
Pravljenje kondenzatora kapacitivnosti reda veličine farada postalo je moguće tek nedavno. Kada bi se koristile klasične tehnike konstruisanja, kondenzator od jednog farada bio bi veći od kutije za hleb.

Primenom drugih tehnologija i materijala, kao što su mikroskopski sitne ugljenične granule, proizvođači sada mogu da

naprave kondenzatore od jednog i više farada koji staju na dlan. Računarske memorije, radio-prijemnici sa satom i drugi električni uređaji koji moraju da zadrže rezervu nanelektrisanja za one periode kada nije uključeno napajanje, obično koriste kondenzatore kao rezervne baterije.

Kondenzatori mogu biti različitih oblika, kao što je prikazano na slici 4-4. Kondenzatori s papirnim i aluminijumskim dielektrikom najčešće su cilindričnog oblika. Kondenzatori s tantalom, keramikom, liskunom i polistirenom loptastiji su, jer se uranjaju u epoksidno ili plastično kupatilo da bi se оформio spoljni

omotač. Međutim, ne proizvode se svi kondenzatori odredene vrste (kao što su oni s liskunom ili Mylarom®) na isti način, pa ne možete uvek na osnovu njegove spoljašnjosti odrediti vrstu.



Kolika je kapacitivnost mog kondenzatora?

Kapacitivnost nekih kondenzatora – izražena u faradima ili delovima farada – odštampana je direktno na njima. Obično su to kondenzatori sa aluminijumskim elektrolitom. Na velikim kondenzatorima ima dovoljno prostora da se odštampaju vrednosti kapacitivnosti i radnog napona.

Za navedenje kapacitivnosti i tolerancije većine manjih kondenzatora, kao što su kondenzatori s diskom od liskuna kapacitivnosti 0,1 ili 0,01 μF , koristi se trocifreni sistem označavanja. Veliki broj elektroničara smatra da se sistem označavanja brojevima lako koristi. Međutim, tu postoji „kvaka 22“! (Uvek je imao.) Osnova tog sistema su pikofaradi, a ne mikrofaradi. Broj 103, korišćen u tom sistemu, označava broj 10 za kojim slede tri nule, znači 10.000 ili 10.000 pikofarada.

Sve vrednosti veće od 1000 pikofarada najčešće se izražavaju mikrofaradima. Da biste vrednost preveli iz pikofarada u mikrofarade, pomerite decimalni zarez šest mesta uлево. Znači, rezultat navedenog primera (10.000 pF) bio bi 0,01 μF .

Tabelu 4-3 možete iskoristiti kao referentni vodič za sistem brojčanog obeležavanja kondenzatora. Imajte na umu da prve dve cifre označavaju vrednost u pikofaradima. Tako, na primer, kondenzator na kome je odštampano „22“ ima kapacitivnost od 22 pikofarada. Brojevi sa tri cifre označavaju mikrofarade.

Tabela 4-3 Vrednosti kapacitivnosti

Oznaka	Vrednost
nn (broj od 01 do 99)	nn pF
101	0,0001 µF
102	0,001 µF
103	0,01 µF
104	0,1 µF
221	0,00022 µF
222	0,0022 µF
223	0,022 µF
224	0,22 µF
331	0,00033 µF
332	0,0033 µF
333	0,033 µF
334	0,33 µF
471	0,00047 µF
472	0,0047 µF
473	0,047 µF
474	0,47 µF

U drugom, ređe korišćenom sistemu, upotrebljavaju se i brojevi i slova, kao u ovom primeru:

4R1

Mesto slova R ukazuje na položaj decimalnog zareza: 4R1 je zapravo 4,1. U ovom sistemu označavanja ne navode se jedinice mere – mogu biti mikrofaradi ili pikofaradi.

Vrednost kapacitivnosti možete proveriti pomoću merača kapacitivnosti ili multimetra sa odgovarajućim ulazom. Kod većine mernih instrumenata neophodno je da se kondenzator uključi direktno u instrument, jer se kapacitivnost može povećati ukoliko su izvodi priključaka duži, pa je očitavanje nepreciznije. U poglavlju 9 detaljnije ćemo govoriti o ispitivanju kondenzatora.

Kada mikrofarad nije stvarno mikrofarad

Većina kondenzatora je vrlo neodredena. Vrednost odštampana na telu kondenzatora i stvarna vrednost kapacitivnosti ne moraju biti iste. Štaviše, možda čak nisu ni blizu jedna drugoj. Razlog su varijacije u proizvodnji, ali ne namerom proizvodača. Srećom, nepreciznost je retko važna u kolima iz kućne radinosti. Međutim, morate imati na umu te varijacije kako biste, ako se u kolu zahteva precizniji kondenzator, znali šta da kupite.

Kao i otpornici, i kondenzatori se ocenjuju na osnovu tolerancije, izražene u procentima. Na mnogim kondenzatorima, na toleranciju ukazuje jedno jedino slovo. Ono se ponekad štampa odvojeno od drugih oznaka na telu kondenzatora, a nekada kao poslednje slovo nakon trocifrene oznake, kao u primeru

103Z

Slovo Z označava toleranciju od +80 procenata do -20 procenata. To znači da kondenzator čija je nominalna kapacitivnost $0,01 \mu\text{F}$ ima stvarnu kapacitivnost 80 procenata veću ili 20 procenata manju od navedene vrednosti. U tabeli 4-4 navedena su značenja najčešćih oznaka za toleranciju kondenzatora.

Tabela 4-4 Oznake tolerancije kondenzatora

Oznaka	Tolerancija
B	+ 0,1 pF
C	+ 0,25 pF
D	+ 0,5 pF
F	+ 1%
G	+ 2%
J	+ 5%
K	+ 10%
M	+ 20%
Z	+ 80%, -20%

Osetljivi na vruće i hladno

Priča o toleranciji još nije završena: vrednost kapacitivnosti kondenzatora menja se s promenom temperature, i to se naziva *temperaturni koeficijent*. Ukoliko je temperaturni koeficijent uopšte naveden na telu kondenzatora, onda je to oznaka od tri znaka, kao što je NP0, što znači negativno/pozitivno nula. Kondenzator sa oznakom NP0 prilično je neosetljiv na temperaturne promene.

Sve više proizvodača usvaja EIA sistem obeležavanja tolerancije prema temperaturnim promenama (tabela 4-5). Tri znaka u svakoj oznaci ukazuju na temperaturnu toleranciju i najveće odstupanje u okviru navedenog temperaturnog opsega.

Tabela 4-5 EIA oznake kondenzatora

<i>Prvo slovo</i>	<i>Najniža temperatura</i>	<i>Brojčani simbol</i>	<i>Najviša temperatura</i>	<i>Druge slovo</i>	<i>Maks. promena kapacitivnosti</i>
Z	+10°C	2	+45°C	A	+1,0%
Y	-30°C	4	+65°C	B	+1,5%
X	-55°C	5	+85°C	C	+2,2%
		6	+105°C	D	+3,3%
		7	+125°C	E	+4,7%
				F	+7,5%
				P	+10,0%
				R	+15,0%
				S	+22,0%
				T	+22% – 33%
				U	+22% – 56%
				V	+22% – 82%

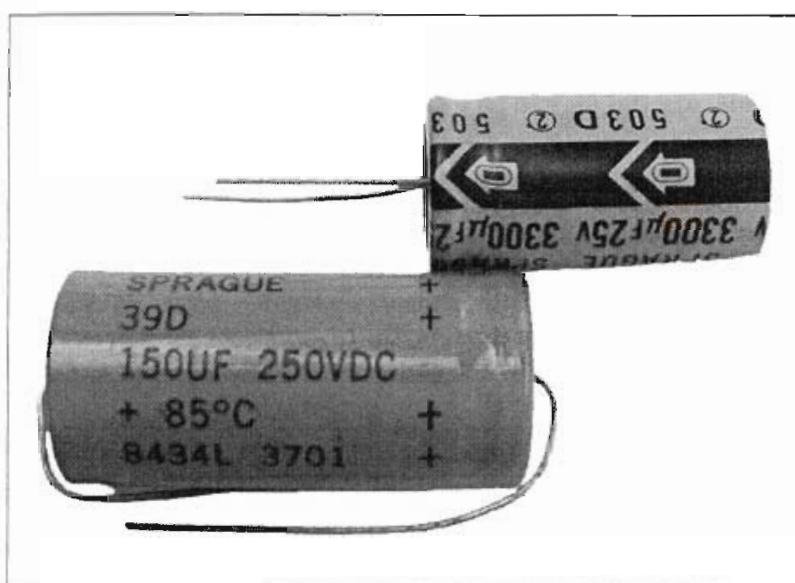
Na primer, pomoću tabele 4-5 otkrićete da kondenzator sa oznakom Y5P ima sledeće karakteristike:

- ✓ -30°C najniža radna temperatura
- ✓ +85°C najviša radna temperatura
- ✓ +10,0 procenata varijacije kapacitivnosti u opsegu od -30°C do +85°C

Polaritet kondenzatora

Poslednja oznaka koju ćete naći na nekim kondenzatorima, posebno s tantalovim i aluminijumskim elektrolitom, jeste simbol polariteta. Po usvojenoj konvenciji, na većini kondenzatora se koristi znak minus (-) za negativan pol, dok se znak plus (+) za pozitivan pol ne koristi. Na primer, na gornjem kondenzatoru na slici 4-5 vidi se znak minus i strelica koji ukazuju na negativan pol kondenzatora sa aluminijumskim elektrolitom.

Imajte na umu da su polarizovani samo kondenzatori veće kapacitivnosti ($1 \mu\text{F}$ i više), najčešće elektrolitički. (Međutim, postoje i nepolarizovani elektrolički kondenzatori. Najčešće se koriste u stereo zvučnicima.) Manji kondenzatori, oni s dielektrikom od liskuna, keramike i Mylara®, nisu polarizovani, pa na njima i ne postoji odgovarajuća oznaka.



Slika 4-5:
Uvek proučite
oznake pola-
riteta na kon-
denzatorima.



Ako je kondenzator polarizovan, *zaista, zaista* morate voditi računa da ga u kolo instalirate pravilno. Ako okrenete priključke kondenzatora, povezivanjem pozitivnog pola s uzemljenjem, primera radi, možete uništiti kondenzator. Možete oštetiti i druge komponente kola, a kondenzator može čak i da eksplodira.

Menjanje kapacitivnosti

Uvek je dobro kada možete da nabavite upravo one komponente koje vam trebaju i kakve ste želeli. Zato je dobro i to što promenljivi kondenzatori omogućavaju podešavanje kapacitivnosti na vrednost koja odgovara vašim potrebama.

Najčešći tip promenljivog kondenzatora jeste onaj u kome se kao dielektrik koristi vazduh, poput kondenzatora za podešavanje prijemnog signala na radio-prijemniku. Promenljivi kondenzatori manje kapacitivnosti često se koriste u radioprijemnicima i predajnicima; oni rade u kolima u kojima se za obezbeđivanje preciznog referentnog signala koriste kristali kvarca. Vrednost kapacitivnosti tih kondenzatora najčešće je u opsegu od 5 do 500 pF.

Diodna manija

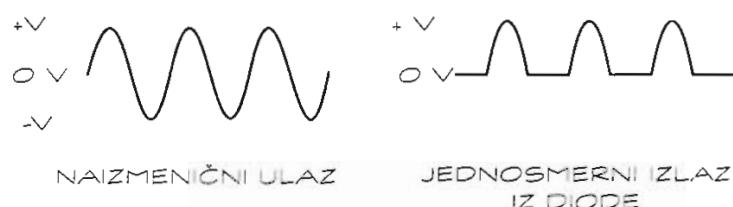
Dioda je najjednostavniji oblik poluprovodnika. Poluprovodnici se u električnim kolima koriste za upravljanje protokom elektrona (više smo o poluprovodnicima govorili u poglavljju 1). Dioda ima dva kraja, oba velike otpornosti kada struja teče u jednom smeru i male kada struja teče u suprotnom. Drugim rečima, diode

se ponašaju kao jednosmerni ventil za elektrone. Elektroni mogu da prolaze kroz diodu u jednom smeru ali ne i u drugom.

Diode se koriste za različite elektronske projekte. Postoji nekoliko podtipova dioda. Najčešće se koriste sledeće:

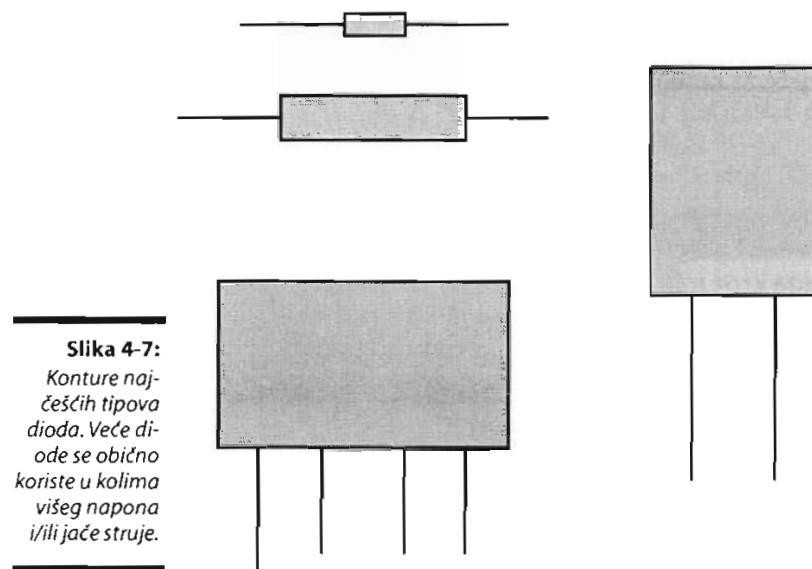
- ✓ **Zener diode:** Ograničavaju napon na unapred utvrđenu vrednost. Od zener diode se lako i jeftino može napraviti regulator napona.
- ✓ **Dioda koja emituje svetlost (LED):** Svi poluprovodnici emituju infracrvenu svetlost kada kroz njih prolazi električna struja. LED diode emituju vidljivu svetlost, koja može biti u svim duginim bojama.
- ✓ **Silicijumski ispravljač s regulacijom:** Tip prekidača koji se koristi za upravljanje jednosmernom ili naizmeničnom strujom. Najčešće se primenjuju u prekidačima za regulisanje jačine svetlosti sijalice.
- ✓ **Diodni ispravljač:** Ova dioda transformiše (ili „ispravlja“) naizmeničnu struju da bi se obezbedila samo jednosmerna struja. (**Zapamtite:** Naizmenična struja „ima“ i pozitivne i negativne vrednosti. Jednosmerna struja se ne menja u vremenu, što znači da je ili pozitivna ili negativna. Primer je dat na slici 4-6.) Diode se često nazivaju ispravljači jer obavljaju tu funkciju transformacije, to jest ispravljaju.
- ✓ **Diodni most (Grecov most):** Komponenta koja se sastoji od četiri diode, povezane tako da čine kvadrat; ona najefikasnije pretvara naizmeničnu struju u jednosmernu.

Različite diode prikazane su na slici 4-7.



Slika 4-6:
Diode mogu
da pretvore
naizmeničnu
struju u jedno-
smernu.





Slika 4-7:
Konture naj-
češćih tipova
dioda. Veće di-
ode se obično
koriste u kolima
višeg napona
i/ili jače struje.

Važne vrednosti za diode: vršni napon i struja

Sem zener dioda, diode nemaju „vrednosti“ kao otpornici i kondenzatori. Dioda jednostavno obavlja svoj posao: upravlja protokom elektrona. Međutim, to ne znači da su sve diode iste. Diode se biraju na osnovu dva glavna kriterijuma: vršnog inverznog napona i struje. Ti kriterijumi određuju koja će se dioda koristiti u nekom kolu.

- ✓ **Vršni inverzni napon** grubo ukazuje na najveći radni napon diode. Na primer, ako je naveden vršni napon diode od 100 volti, nju ne bi trebalo koristiti u kolu u kome se na diodu primjenjuje napon veći od 100 volti.
- ✓ **Vršna struja** je najveća jačina struje koju dioda može da izdrži. Pod pretpostavkom da je za neku diodu navedena vrednost od 3 ampera, ona ne može da provede struju jaču od 3 ampera jer će se pregrenjeti i pokvariti.

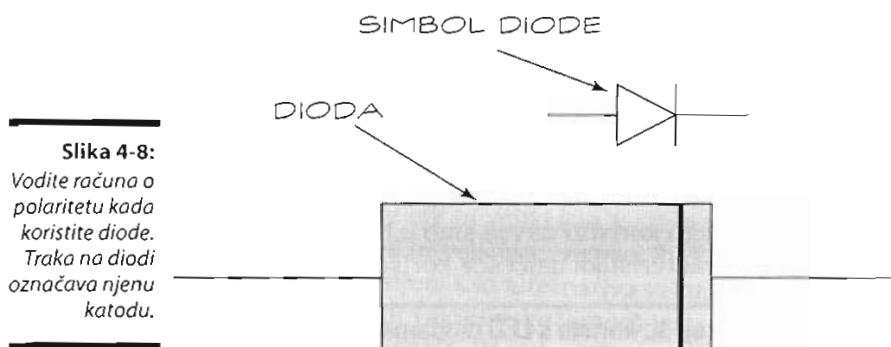
Diode se označavaju standardnim brojčanim oznakama. Klasičan primer je ispravljačka dioda 1N4001, čije su karakteristike vršni inverzni napon od 1,0 volti i napon od 50 volti. Dioda 1N4002 podnosi napon od 100 volti, a 1N4003 od 200 volti i tako redom. Obećavamo da vam nećemo dosadivati svim tim brojevima i njihovim značenjem u pogledu vršnog inverznog napona i struje. Te informacije za svaku diodu lako ćete ponaći u svakom katalogu dioda ili elektronskih komponenata.

Hteli biste da lako prepoznajete diode? Ispravljačke diode za struju od 3 do 5 ampera obično imaju crno ili sivo epoksidno telo i mogu se direktno postaviti i zalediti na štampanu ploču. Diode koje podnose jače struje, recimo 20, 30 ili 40 ampera, obično su u metalnom kućištu. U njemu se nalazi odvod za toplotu ili mesto za povezivanje diode s hladnjakom. Ima i dioda upakovanih kao tranzistori (o kojima ćemo govoriti malo kasnije).



Koja je strana gore?

Sve diode imaju polaritet – pozitivan i negativan kraj (priključak). Ti krajevi imaju specijalna imena: pozitivan kraj se zove *anoda* a negativan *katoda*. Negativan kraj, to jest katodu, lako možete prepoznati jer se na toj strani nalaze crvene ili crne trake. Na slici 4-8 prikazana je dioda s trakom na kraju gde je katoda. Ta traka odgovara liniji u šematskom simbolu diode. Vrlo je važno da prilikom sastavljanja električnog kola postavite diodu tako da linija bude usmerena u pravom smeru.



Kao što smo već rekli u odeljku „Diodna manija“, diode omogućavaju protok struje u jednom smeru a blokiraju je u drugom. Znači, ako diodu pogrešno postavite u kolo, ono uopšte neće raditi ili ćete oštetiti neke komponente. Uvek vodite računa o orijentaciji diode kada je instalirate u električno kolo. Dvaput proverite, pa tek onda radite!

Zabava s diodama koje emituju svetlost

Ako vas privlači jaka svetlost, dopašće vam se čudno ponašanje poluprovodnika. Oni emituju svetlost kada na njih dovedete električnu struju. Ta svetlost je obično vrlo slaba i samo u infracrvenom delu elektromagnetskog spektra. Dioda koja emituje svetlost (LED), kao što su zelena ili žuta svetlost (lampica) kada vam je računar uključen, specijalan je tip poluprovodnika, isključivo za emitovanje svetlosti. Većina LED dioda proizvodi crvenu, žutu ili zelenu vidljivu svetlost, ali neke specijalne vrste emituju infracrvenu, plavu pa čak i belu svetlost.

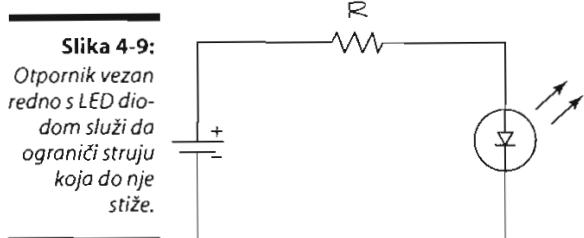
LED diode imaju iste specifikacije kao i „obične“, ali obično podnose samo vrlo slabe struje. Tako neka LED dioda ima vršni inverzni napon od oko 100 do 150 volti s maksimalnom strujom slabijom od 50 miliampera. Ako kroz LED diodu prođe struja jača od maksimalno dozvoljene, izgoreće kao kesten u logorskoj vatri.

Za LED diode navode se najveća dozvoljena struja i vršna struja. *Vršna struja* je apsolutno maksimalna struja koju možete propustiti kroz LED diodu u vrlo kratkom vremenu. Kratko istinski znači kratko – reda veličine milisekundi. Ne mešajte maksimalnu struju s vršnom strujom jer ćete uništiti diodu.



Otpornici, upoznajte LED diode

Otpornik, kao onaj na slici 4-9, koristi se za ograničavanje struje koja protiče kroz LED diodu. Vrednost otpornika se bira tako da struja ostane ispod maksimalne dozvoljene jačine za LED diodu u kolu. Izračunavanje je jednostavno, i za većinu LED dioda i kola napona 5 ili 12 volti, mogu se koristiti uobičajeni otpornici.



Otpornike koji se mogu koristiti naveli smo u tabeli 4-6; vrednosti otpora su izabrane na osnovu karakteristika najčešće korišćenih LED dioda.

Tabela 4-6 Otpornici koji se koriste s LED diodama

Napon kola	Vrednost otpornika ograničavača struje
od 3,3 do 5 volti	330 oma
od 6 do 9 volti	560 oma
od 12 do 15 volti	1 kiloom



Uvek možete izabrat i otpornik veće otpornosti, što samo znači da će LED dioda slabije svetleti. Ako izaberete otpornik manje otpornosti, možete uništiti LED diodu. Pošto većina LED dioda košta samo nekoliko dinara po komadu, možete eksperimentisati sa otpornicima različite otpornosti bez opasnosti po kućni budžet. Igrajte se i proverite koliko jako dioda može da svetli pre nego što je „pošaljete na onaj svet“ – šalimo se, naravno!

Ako želite da preciznije izračunate vrednost otpornika, morate znati direktni pad napona kroz diodu, pored maksimalne struje te LED diode. Većina dioda standardne svetloće ima direktni pad napona od oko 1,5 volti. Najnovije, ultrasljajne LED diode imaju pad napona koji može da bude veći i od 3,5 volti.

Jednačina za izračunavanje željene direktnе struje glasi:

$$R = (V_s - V_f) / I_f$$

- ✓ R je vrednost otpora otpornika koji želite da upotrebite izražena u omima.
- ✓ V_s predstavlja napon napajanja u voltima.
- ✓ V_f je direktni pad napona kroz diodu. I on se takođe izražava u voltima.
- ✓ I_f je direktna struja (u amperima) koju želite da propustite kroz LED diodu. Možete koristiti najveću specificiranu jačinu struje za datu LED diodu ili nešto manju, ali nikada veću vrednost direktnе struje!

Pretpostavimo da se kolo napaja naponom od 6 V a da je direktni pad napona kroz diodu 1,2 V. Treba vam direktna struja od 40 mA (odnosno 0,040 ampera). Kada te vrednosti unesemo u jednačinu, dobijamo:

$$R = (6 - 1,2) / 0,040$$

Izračunajte ovo u glavi, na papiru ili pomoću digitrona i zaključite da je R jednak 120 oma. Znači, da biste kroz ovu LED diodu propustili direktnu struju od 40 mA kada je napajanje 6 volti, koristite otpornik od 120 oma. Ne zaboravite da ponovo izračunate vrednost otpornika ako promenite napon napajanja ili upotrebite LED diodu s većim ili manjim direktnim padom napona.

Tranzistor: moderno čudo

Zamislite svet bez običnog tranzistora. Radio-prijemnici bili bi veličine štednjaka. Mobilni telefoni bili bi veliki kao mašine za pranje rublja. A moderni superbrzi računari bili bi veličine... ostrva Rod Ajlend.

Tranzistori su razvijeni kao alternativa vakuumskim lampama. Dve osnovne namene tranzistora (ili vakuumske lampe) jesu pojačavanje signala ili uključivanje i isključivanje signala. Pored malih dimenzija, tranzistor ima još jednu prednost – troši manje snage od vakuumske lampe a obavlja isti zadatak.

Odgovarajućim povezivanjem u kolo, tranzistor se može upotrebiti i za isključivanje ili pojačavanje napona. To vas može zbuniti kada proučavate kola u kojima ima tranzistora. Tranzistori su vrlo složene komponente, pa ćemo u ovoj knjizi govoriti samo o osnovnim tipovima koje ćete najčešće sretati kada stupite u svet elektronike, o njihovom izgledu i ostalim važnim osnovnim detaljima.

Milioni pojedinačnih tranzistora čine mikroprocesor u srcu vašeg kućnog računara. Da tranzistora nema, živeli bismo u svetu bez ličnih računara. (Hm... kasno noću, dok zurim u monitor računara, ponekad mislim da tranzistori i nisu tako dobra ideja...)



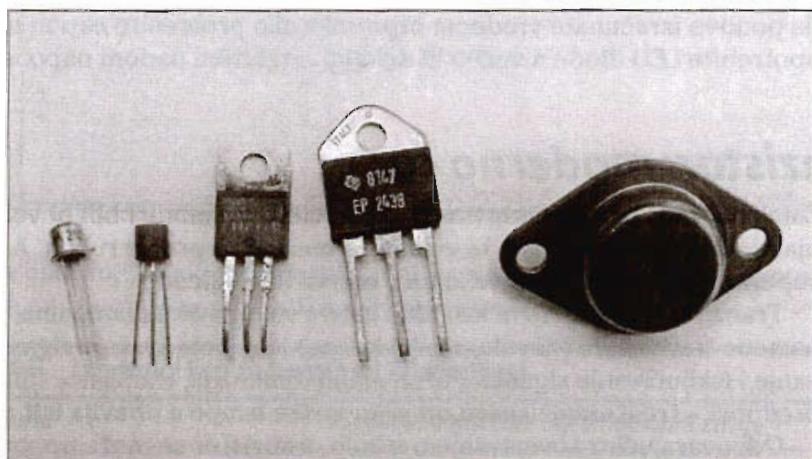
Karakteristike tranzistora

Otpornici, kondenzatori pa čak i diode, imaju prilično jednostavne karakteristike, pa ih je lako klasifikovati. S tranzistorima to nije slučaj. Njih karakteriše veliki broj kriterijuma, koji daleko prevazilaze namenu ove knjige. Zato navodimo samo nekoliko:

- ✓ Napon kolektor–baza
- ✓ Napon kolektor–emiter
- ✓ Maksimalna struja kolektora
- ✓ Maksimalna disipacija
- ✓ Maksimalna radna frekvencija

Nijedna od ovih karakteristika ne navodi se na tranzistoru – bilo bi isuviše lako. Da bi se one odredile, morate potražiti tranzistor u nekoj referentnoj knjizi ili katalogu ili proučiti tehničku dokumentaciju na Web lokaciji proizvodača. Oni koji se bave elektronikom na osnovnom nivou, ne moraju da znaju – pa čak ni da razumeju – šta te karakteristike znače. Uglavnom ćete u projektima koristiti tačno naznačene tranzistore.

Na slici 4-10 prikazano je nekoliko tranzistora različitih tipova.



Slika 4-10:
Primeri
različitih
tranzistora.

Ja nisam broj, već slobodan tranzistor!

Više od dvadeset proizvođača trenutno isporučuje nekoliko hiljada različitih tranzistora. Kako ih razlikovati? Jedinstvena brojčana oznaka, kao što je 2N2222 ili MPS6519, identificuje svaki tranzistor. Ako želite da napravite kolo koje ste videli u knjizi ili na nekoj Web lokaciji, pravi tranzistor pronađite na osnovu njegove brojčane oznake.

Ako ne možete da pronađete tačno onaj tranzistor koji je naveden, verovatno možete naći njegovu zamenu. Proizvođači tranzistora dostavljaju uporedne tabele iz kojih ćete izabrati odgovarajuću zamenu za tranzistor koji ne možete da pronađete. NTE, vodeći prodavac zamena, na svojoj Web lokaciji ima takvu uporednu tabelu tranzistora. Adresa je www.nteinc.com.

O kućištima tranzistora

Poluprovodni materijal u kućištu tranzistora veličine je zrna peska, pa čak i manji. Za tako mali objekat teško je zalemiti žice, pa proizvođači svoje tranzistore smeštaju u metalna ili plastična kućišta. Postoji bukvalno nekoliko desetina različitih tipova i veličina kućišta tranzistora i svakako ih ne možemo sve opisati u ovoj knjizi. Međutim, da biste lakše identifikovali najčešće korištene tipove, trebalo bi da obratite pažnju na sledeće:

- ✓ **Plastika ili metal:** Tranzistori za pojačavanje signala prave se u plastičnim ili metalnim kućištima. Za većinu primena zadovoljavajuće je plastično kućište, ali za neke precizne aplikacije neophodno je koristiti tranzistore u metalnom kućištu jer su otporniji na radio-smetnje. Tranzistori za pojačavanje signala skoro uvek imaju tri izvoda (ponekad četiri). Ako tranzistor ima samo dva izvoda, verovatno zavisi od svetlosti, a o njima ćemo govoriti u poglavlju 5.
- ✓ **Veličina je bitna:** Tranzistori snage prave se u plastičnim i metalnim kućištima i fizički su veći od onih za pojačavanje signala

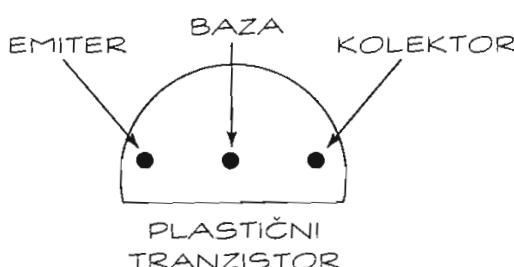
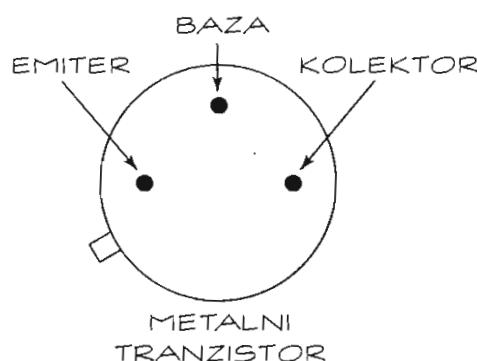
Povezivanje

Tranzistori obično imaju tri žičana priključka, to jest izvoda. Izvodi u tipičnom tranzistoru s tri priključka su

- ✓ baza
- ✓ emiter
- ✓ kolektor

Baza se vezuje za napon ili struju i ona isključuje ili uključuje tranzistor. Emiter i kolektor vezuju se za pozitivan ili negativan napon, ili za uzemljenje. Koji se izvod s čim povezuje, zavisi od električnog kola.

Raspored izvoda prikazan je na slici 4-11. Neki tranzistori, najčešće tranzistori s efektom polja (FET) imaju i četvrti izvod koji povezuje kućište tranzistora i šasiju kola.



Slika 4-11:
Prikaz donje
strane kućišta
tranzistora sa
tri izvoda.

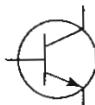


Obavezno i neizostavno se morate uveriti da ste tranzistor u kolo instalirali na pravi način. Ako povežete pogrešne izvode, možete ošteti tranzistor a ponekad i druge komponente. Izvodi tranzistora vas mogu još više zbuniti jer su često (mada ne uvek!) prikazani s donje strane kućišta zato što se na tom delu i leme. To znači da oni na crtežu izgledaju kao da ste okrenuli tranzistor i posmatrate ih od ozdo. Ta perspektiva vam olakšava lemljenje tranzistora za štampanu ploču kola.

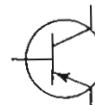
Tipovi tranzistora

Kao prvo, tranzistori se dele na NPN i PNP uređaje. Te tajanstvene skraćenice ukazuju na vrste poluprovodničkih materijala u samom tranzistoru. Ukoliko nemate rendgenski vid, samo na osnovu izgleda ne možete razlikovati NPN i PNP tranzistore. Tip tranzistora ustanovićete na osnovu specifikacija iz kataloga i šema, kao na slici 4-12. Da li ćete izabrati NPN ili PNP tranzistor, zavisi od njegove namene u kolu. Ne možemo se upuštati u detalje izbora NPN ili PNP tranzistora, jer bi nam za to trebala cela jedna knjiga, ali vam možemo reći da ne možete mešati NPN i PNP tranzistore. Ako se u kolu zahteva PNP tranzistor, ne možete ga zameniti NPN tranzistorom; ukoliko to uradite, neki delovi kola počeće da se dime.

Slika 4-12:
Šematski simboli NPN i PNP
tranzistora.
Na NPN trans-
zistoru, strelica
je usmerena od
centra, a na
PNP – ka centru
simbola.



NPN TRANZISTOR



PNP TRANZISTOR

Kao da nije bilo dovoljno činjenica koje treba zapamtiti, moramo vam reći da pored tipa spoja treba voditi računa i o načinu nastanka spoja u proizvodnom procesu. Dva najčešća tipa tranzistora s kojima ćete se susretati jesu bipolarni i FET tranzistori. Evo po čemu se oni razlikuju:

- ✓ **Bipolarni tranzistori:** To je najčešći tip tranzistora (i o njima ćemo govoriti u nastavku ovog odeljka). Na bazu tranzistora dovodi se mala ulazna struja. Time se menja i jačina struje koja teče između kolektora i emitera.
- ✓ **FET (tranzistori sa efektom polja):** I ovi tranzistori imaju tri izvoda, ali se oni zovu gejt, sors i drejn a ne baza, kolektor i emiter. Dovodenjem napona na gejt upravlja se strujom između sorsa i drejna. Postoje dve vrste FET tranzistora: sa N kanalom (slično NPN tranzistoru) i sa P kanalom (slično PNP tranzistoru).



Tehnički, FET tranzistori imaju dve podvrste: MOSFET i JFET. Za osnovno električarsko obrazovanje razlika između ta dva tipa nije toliko važna, ali ćete, pominjući ove tajne iz jezika elektronike, zvučati pametnije kada razgovarate s prijateljima koji se takođe bave elektronikom.

Pražnjenje statičkog elektriciteta može da ošteti FET tranzistore. Zato ih uvek čuvajte u antistatičkoj peni. Kada ih kupite, držite ih u antistatičkoj vrećici ili cevčici i ne vadite ih sve dok vam ne zatrebaju.

Pakovanje stvarčica u integrисano kolo

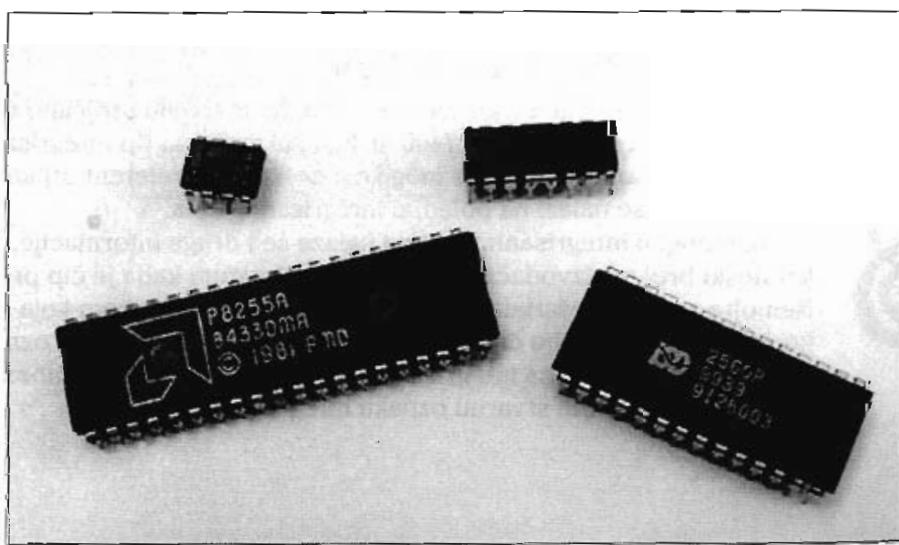
Sve komponente o kojima smo govorili u prethodnim odeljcima pojedinačne su. Iskusni električari ih zovu *diskretne* komponente, što znači zasebne. (Ne mešajte tu reč s rečju diskrecija, koja znači da bi trebalo uvek da gledate svoja posla.)

Dobro došli u svet integrisanih kola, pravog čuda dvadesetog veka. Te zadržavajuće naprave, koje se nazivaju još i čipovi ili IC, minijaturne su štampane ploče napravljene na jednom komadu poluprovodnika. Tipično integrisano kolo ima nekoliko stotina tranzistora, otpornika, dioda i kondenzatora. Zbog njihove efikasnosti, sa samo nekoliko integrisanih kola možete napraviti vrlo složena kola. Integrisana kola su osnovni gradivni blokovi većih električnih kola. Povezuju se međusobno, pa mogu da oforme bilo koji elektronski uređaj.

Način na koji su komponente povezane unutar integrisanog kola određuje njegovu ulogu i rad. Integrisano kolo možete zalemiti direktno na štampanu ploču ili ga ubaciti u odgovarajuće ležište.

Integrisana kola su najčešće u kućištima s dva reda izvoda (tj. nožica ili pinova) (engl. *dual in-line pin*, DIP), kao što su ona na slici 4-13. Na slici su integrisana kola različitih dimenzija i broja izvoda, od 8 do 40. Najčešće se koriste integrisana kola sa 8, 14 i 16 izvoda.

Slika 4-13:
Među najčešće
korišćena ku-
ćišta za inte-
grisana kola
spada ono
s dva reda izvo-
da (pinova).



Linearno, digitalno ili u kombinaciji?

Tokom vremena, proizvođači čipova su električarima ponudili hiljade i hiljade različitih integrisanih kola. Svako od njih radi nešto specijalno. Mnoga integrisana kola koja ćete koristiti standardizovana su, pa o njima nešto više možete saznati u različitim knjigama. Veliki broj proizvođača čipova nudi standardizovana integrisana kola, a proizvođači uređaja i hobisti kupuju ih i koriste u najraznovrsnijim projektima. Druga integrisana kola, specijalne namene, projektovana su da bi obavila neke jedinstvene poslove i zadatke. Najčešće ih proizvodi i prodaje samo jedna kompanija.

Integrisana kola, bez obzira na to je li reč o standardnim kolima ili kolima specijalne namene, mogu se svrstati u jednu od dve glavne kategorije: linearna i digitalna. Ti se pojmovi odnose na vrstu električnih signala koji se koriste u kolu:

- ✓ **Linearna integrisana kola:** Namenjena su za korišćenje u svim električnim kolima s različitim naponima i strujama (analogno kolo). Primer analognog kola je pojačavač za gitaru.
- ✓ **Digitalna integrisana kola:** Koriste se samo u kolima sa dva napona (digitalno kolo). Kao što smo napomenuli u poglavljju 1, ta dva napona predstavljaju binarne digitalne podatke (uključeno/isključeno, visoko/nisko, 0/1). Uobičajeni naponi koji predstavljaju digitalne podatke jesu 0 i (najčešće) 5 volti.

Većina standardnih integrisanih kola spada u kategoriju linearnih ili digitalnih čipova. U većini prodavnica koje kupljene proizvode šalju poštom, integrisana kola se dele u dve zasebne dugačke liste. Neka integrisana kola mogu da rade i sa analognim i s digitalnim signalima, a neka mogu da pretvaraju digitalne signale u analogne i obratno, ili da rade u mnoštvu drugih kombinacija. Nema smisla da sve varijacije objašnjavamo u ovoj knjizi; reći ćemo samo da ne možete baš sve čipove jednostavno svrstati u kategoriju analognih ili kategoriju digitalnih.

Oznake integrisanih kola

Integrisana kola – kao i tranzistori – imaju jedinstvenu brojčanu oznaku koja ih identificuje. Ta šifra, recimo 7400 ili 4017, ukazuje na tip integrisanog kola. Specifikacije i parametre integrisanog kola potražite u referentnoj knjizi ili na Internetu. Oznaka se nalazi na poleđini integrisanog kola.

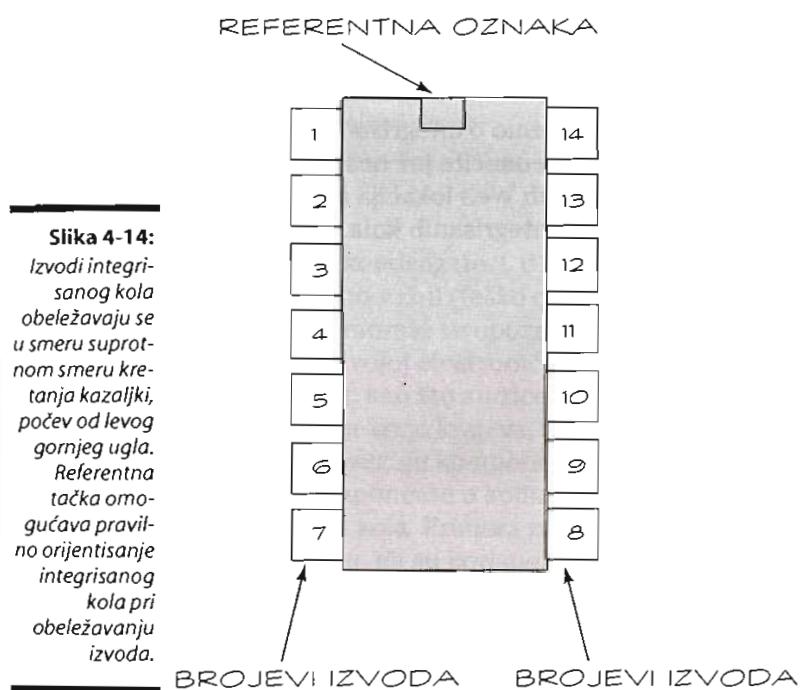


Na mnogim integrisanim kolima nalaze se i druge informacije, uključujući kataloški broj proizvođača, a ponekad čak i datum kada je čip proizveden. Nemojte zato pomešati datum ili kataloški broj sa oznakom koja se u katalogu koristi za identifikaciju čipa. Proizvođači nemaju standard za označavanje datuma proizvodnje na integrisanim kolima, pa ćete možda morati da se pomučite da biste odredili stvarnu oznaku integrisanog kola.

Izvodi integrisanog kola

Zbog svoje prirode, integrisana kola moraju da imaju više priključaka da bi se povezala sa ostalim komponentama. Ti priključci se nazivaju *izvodi, nožice ili pinovi*. Jedan izvod je za napajanje, drugi za uzemljenje, treći za ulazni signal, četvrti za izlazni signal i tako redom. Funkcija svakog izvoda zavisi od rasporeda izvoda. Taj raspored se ne štampa na gornjoj strani čipa. Da biste integrisano kolo upotrebili u svom projektu, raspored izvoda morate proučiti u uputstvu za dato integrisano kolo. Uputstva s podacima za najčešće korišćena integrisana kola (ali i za ona druga) možete pronaći na Internetu. Da biste ih lakše pronašli, upotrebite velike pretraživače Weba kao što su Google ili Yahoo.

Po konvenciji, izvodi integrisanog kola broje se u smeru suprotnom smeru kretanja kazaljki, počev od gornjeg levog izvoda najbližeg referentnoj oznaci (engl. *clocking mark*). Ta oznaka je obično usek, ali može biti i rupica, bela traka ili traka u boji. Izvodi se obeležavaju od vrha integrisanog kola nadole, počev od broja 1. Tako su, primera radi, izvodi 14-pinskog integrisanog kola obeleženi od 1 do 7 duž leve strane odozgo nadole i od 8 do 14 duž desne strane, odozdo nagore, kao što se vidi na slici 4-14.



Na šemama se povezivanje integrisanih kola prikazuje na jedan od dva načina:

- ✓ Na nekim šemama, integrisano kolo se prikazuje s brojevima pored svakog izvoda. Brojevi odgovaraju rasporedu izvoda čipa. (Ne zaboravite, počnite od jedinice gore levo i idite u smeru suprotnom smeru kretanja kazaljki.) Pomoću ovakvih šema možete lako povezati integrisano kolo jer ne morate tragati za tim čipom u knjizi ili uputstvima. Samo se potrudite da pažljivo sledite šemu i da pravilno brojite izvode.
- ✓ Ako na šemi ne postoje brojevi izvoda, morate pronaći kopiju dijagrama rasporeda izvoda. Za standardna integrisana kola, te dijagrame ćete pronaći u referentnim knjigama i na Internetu. Za nestandardne čipove, moraćete da posetite Web lokaciju proizvodača.



Uvek možete napraviti referentnu kopiju rasporeda izvoda, čak i ako se na šemi nalaze brojevi izvoda. Ako imate takvu kopiju, možete dvaput proveriti ono što ste uradili, kako biste obavili ispravno povezivanje. Možda su na šemi izvodi obeleženi pogrešno, pa ćete sebi uštedeti mnogo truda i nerviranja ako šemu uporedite s dijogramom rasporeda izvoda.

Istražite sami integrisana kola

Mogli bismo još mnogo toga da kažemo o integrisanim kolima, ali to prevazilazi temu ove knjige. Ako biste voleli da naučite još nešto, pročitajte dodatak. U njemu ćete naći adrese zanimljivih Web lokacija s korisnim informacijama i podacima o korišćenju različitih integrisanih kola.

Poglavlje 5

Popunjavanje kutije s delovima

U ovom poglavlju

Izbor odgovarajuće žice

Napajanje baterijama i solarnim čelijama

Prekidači

Upravljanje izlazom pomoću logičkih kola

Fino podešavanje signala pomoću induktivnih kalemova i kristala

Korišćenje senzora

Kako radi motor jednosmerne struje

Pravljenje buke pomoću zvučnika i sirena

Iako su otpornici, kondenzatori, diode i tranzistori o kojima smo govorili u poglavlju 4 izuzetno važni (teško da biste mogli da pronadete električno kolo u kojem njih nema), morate se upoznati i s drugim delovima i komponentama koje ćete koristiti u svojoj elektroničarskoj karijeri.

Neki od tih delova, kao što su žice (kablovi), konektori i baterije, osnova su skoro svakog kola. Na kraju krajeva, teško biste mogli da napravite električno kolo bez žica koje povezuju komponente ili izvora napajanja koji omogućava njihov rad. Neke komponente o kojima ćemo govoriti u ovom poglavlju koriste se samo za određena kola. Primera radi, dosadne i bučne sirene ne upotrebljavaju se u svakom kolu, ali su korisne kada želite da napravite buku.

U ovom poglavlju govorićemo o različitim komponentama, od kojih ćete neke morati da nabavite odmah a ostale tek kada vam zatrebaju.

Povezivanje

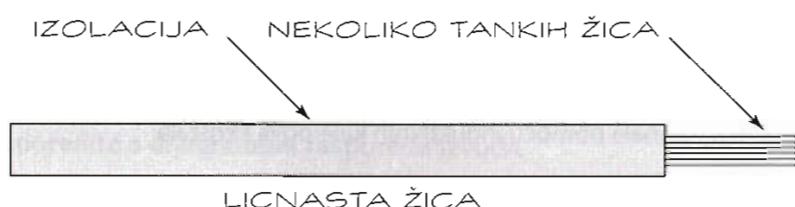
Tokom pravljenja električnog kola moraćete da povezujete komponente kako biste omogućili protok struje između njih. U narednim odeljcima opisaćemo žice, kablove i konektore koji upravo to omogućavaju.

Žica

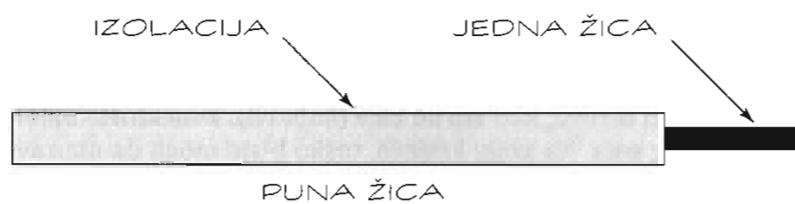
Žica koju koristite u elektronskim projektima samo je dugačak struk metalra, najčešće od bakra. Žica ima samo jednu ulogu – kroz nju se kreću elektroni. Međutim, na raspolaganju vam je nekoliko tipova žice. U narednim odeljcima govorićemo o tome koji ćete tip žice koristiti u određenim situacijama.

Licnasta ili puna žica?

Presecite kabl za napajanje bilo koje sobne lampe (prvo obavezno proverite da li ste kabl isključili iz zidne utičnice i budite spremni da nakon toga zamenite kabl) i videćete dva ili tri snopa vrlo tankih žica omotanih izolacijom. To je tako-zvana *licnasta* žica. Ako u kablu postoji samo jedna jedina žica umesto nekoliko snopova, to je *puna* žica. Primere tih tipova žice vidite na slici 5-1.



Slika 5-1:
Mislite da je
žica samo žica?
Razmislite još
jednom. Evo
kako izgledaju
dva tipa žice.



Kada se koristi koji tip žice? Nije tako teško kao što možda mislite: licnastu žicu birate za projekte i poslove u kojima će se ona stalno pomerati. Primera radi, ovaj tip žice koristite za multimetar, jer kablove za povezivanje sondi sa samim uredajem stalno pomerate i savijate. Kada biste uzeli punu žicu, pukla bi i prekinula se posle samo nekoliko savijanja.

Punu žicu koristite za povezivanje komponenata na prototipskoj ploči (više ćemo o prototipskim pločama govoriti u poglavlju 11) i u drugim uredajima u kojima se žice neće pomerati. Puna žica se lako umeće u otvore na ploči, a nakon toga ostaje u položaju i u obliku u kojem ste je postavili. Ako povežete komponente na prototipskoj ploči licnastom žicom, moraćete da uvrnete licne da bi sve ušle u otvor, a tada neka licna može da se prekine i da napravi kratak spoj u kolu.

Veličina je važna

Veličina žice određuje se njenim nazivnim poprečnim presekom ili prečnikom. Uobičajene mere i odgovarajuće vrednosti prečnika žice u milimetrima, navedene su u tabeli 5-1.

Tabela 5-1 Žice koje se najčešće koriste u elektronskim projektima

Nazivni presek (mm^2)	Prečnik žice (mm)
1,31	1,29
0,82	1,02
0,52	0,81
0,33	0,64
0,05	0,25

Dajemo vam i nekoliko smernica za korišćenje različitih žica:

- ✓ Žicu prečnika 0,6 ili 0,8 mm možete koristiti za većinu projekata.
- ✓ Žice prečnika 1 ili 1,3 mm prikladne su za zahtevne primene, kao što je povezivanje motora sa izvorom napajanja.
- ✓ Žicu prečnika 0,25 mm koristite za takozvano *omotavanje žicom*, što je metod za povezivanje komponenata na štampanim pločama, o kome ćemo govoriti u poglavlju 12.

Žice navedenih dimenzija mogu se koristiti u svim projektima opisanim u poglavljima 14 i 15. Žicu većeg prečnika koristite za mnoge druge primene, tamo gde se radi sa većim snagama. Na primer, ako u kuhinji imate električni štednjak, obično ćete za njegovo priključivanje na izvor napajanja koristiti žicu koja ima prečnik oko 4 mm.

Ako počnete da radite na projektima u kojima se koriste viši naponi ili jače struje od onih opisanih u ovoj knjizi, posavetujte se sa iskusnijim elektroničarem ili potražite informacije u nekom referentnom priručniku, kako biste odredili odgovarajući prečnik žice. Na primer, u knjizi standarda *National Electrical Code* navedeni su odgovarajući prečnici žica za sve vrste povezivanja i priključivanja koje koristite u domaćinstvu. Za takve poslove neophodno je da preuzmete sve zaštitne mere i imate dovoljno iskustva.

Svet žica u boji

Ko god je rekao da je u elektronici sve crno-belo, sigurno nije znao ništa o žicama. Izolacija oko žice pravi se u različitim bojama da bi se lakše odredilo kako i sa čime je treba povezati.

Pogledajte, primera radi, priključke baterije napona 9 volti. Videćete jednu crvenu i jednu crnu žicu. Crvena žica je povezana s pozitivnim polom baterije, a crna s negativnim.

Kada pravite električno kolo (na primer, kada radite s prototipskom pločom), žice određenih boja koriste se za različite električne veze. Na osnovu toga, osoba (ako nema fotografsko pamćenje) jednim pogledom na kolo identificuje sve veze u njemu.

Navodimo različite boje i preporučenu primenu:

- ✓ Crvenu žicu koristite za sve veze s pozitivnim naponom (+V).
- ✓ Crnu žicu koristite za sve veze s negativnim naponom (-V) ili za uzemljenje. Ako žicu koristite za uzemljenje, možete upotrebiti i zelenu.
- ✓ Žutu ili narandžastu žicu koristite za ulazne signale, kao što je signal iz mikrofona. Ako imate više ulaznih signala, za svaki koristite žicu druge boje.

Žice tvore kablove

Kablovi su zapravo grupa od dve ili više žica koje su zaštićene spoljnjim izolacionim slojem, kao što je kabl za napajanje lampe pomenut u odeljku „Licnasta ili puna žica?“. Kablovi se razlikuju od licnaste žice po tome što su žice u kablovima razdvojene slojevima izolacije. Kablovi su i otporniji na mehaničke uticaje od pojedinačnih žica, pa ih možete položiti između različitih uređaja – na primer, kablove možete upotrebiti za povezivanje televizora i DVD plejera. Kabl s takozvanim „banana“ konektorima prikazan je na slici 5-2.



Slika 5-2:
Kabl s „banana“
konektorima.

Nema dobre veze bez konektora

Ako pogledate tipičan kabl, recimo onaj koji služi za povezivanje računara i štampača, videćete da na svakom kraju ima metalne ili plastične elemente. Na računaru i štampaču postoje i metalne ili plastične utičnice koje prihvataju krajeve

kabla. Svi takvi metalni ili plastični delovi na kablovima jednim imenom se nazivaju *konektori*. Konektor na kablu, koji zovemo *utikač*, ubacuje se u odgovarajući konektor (u ovom slučaju, ležište ili *utičnicu*) štampača. Različite iglice i otvoru omogućavaju povezivanje žice iz kabla sa odgovarajućom žicom u ureduju.

U svojim elektroničarskim avanturama najčešće ćete se susretati sa sledećim tipovima konektora:

- ✓ *Priklučni blok* ili *redna stezaljka* najjednostavniji je tip konektora. Priklučni blok sadrži skup uparenih vijaka. Blok se pričvršćuje za kućište ili šasiju ureduja koji pravite, a sve one žice koje je neophodno povezati leme se ili pritežu odgovarajućim vijcima na priključnom bloku. Za mnoge projekte kojima ćete se baviti na samom početku, nije vam potrebno ništa složenije od ovog tipa konektora.
- ✓ *Korisna varijacija priključnog bloka* omogućava da jednostavno umetnete kraj žice s kojeg je skinuta izolacija u kontakt na bloku, umesto da lemite žicu.
- ✓ *Utikači i utičnice* koji omogućavaju prenošenje audio signala između ureduja, recimo između gitare i pojačavača, imaju kableve kao one prikazane na slici 5-2. Utikači su na oba kraja kabla, a utičnica je montirana na gitari i pojačavaču. Kablovi koji se koriste za ovakvo povezivanje imaju jednu ili dve žice za prenošenje signala; oko njih se nalazi metalni oklop. On minimizira smetnje, to jest ograničava šum koji može da izobliči signal.
- ✓ *Priklučni blokovi za štampane ploče* koriste se za dovodenje signala do štampane ploče i odvodenje signala od nje (o štampanim pločama više ćemo govoriti u poglavlju 12). Pravougaoni oblik konektora omogućava lako postavljanje ploče ili trakastog kabla. Konektori ovoga tipa nazivaju se prema broju iglica (pinova) – na primer, 40-pinski konektor. Kada budete počeli da pravite robote ili druge složenije ureduje koji sadrže više od jedne štampane ploče, koristite ove konektore.

U elektronici se koriste i mnogi drugi konektori o kojima ne morate ništa da znate, sve dok se ne latite složenijih projekata. Kada budete počeli da pravite svemirski brod ili bilo koji drugi komplikovaniji elektronski uređaj, detalje o konektorima potražite na Web lokacijama proizvodača ili u katalozima.

Napajanje

Sve žice i konektori ovoga sveta potpuno su beskorisni ako nemate izvor napajanja. Kada sastavite neki uređaj, neophodno je da obezbedite napon i struju koji će omogućiti njegov rad. Napajanje možete dobiti iz gradske električne mreže (o tome smo više govorili u poglavlju 3), baterija ili solarnih ćelija.

Baterije i solarne ćelije su odličan izvor napajanja za mnoge elektronske projekte, jer su luke i prenosive. U narednim odeljcima govorićemo o izboru odgovarajućih baterija i solarnih ćelija za vaše projekte.

Napajanje baterijama

U baterijama se pozitivni napon na jednom izvoru, odnosno negativni napon na drugom, stvara u procesu koji se zove elektrohemiska reakcija. Da bi se pokrenula elektrohemiska reakcija, neophodno je dva različita metala postaviti u određen hemijski rastvor. (Pošto ovo nije knjiga *Hemija za neupućene* – a takva postoji, napisao ju je Džon Mur a objavila izdavačka kuća Wiley Publishing – nećemo se detaljnije baviti tim procesom, već samo osnovama rada baterija.)

Baterije možemo podeliti u različite grupe na osnovu njihove veličine, napona i tipa hemikalija koji sadrže – na primer, cink-ugljenik ili nikl-kadmijum. Na slici 5-3 prikazano je nekoliko baterija najčešće korišćenih veličina.

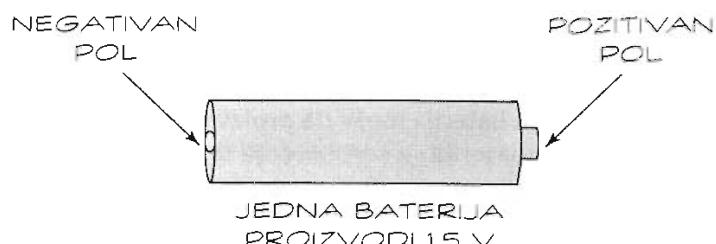


Slika 5-3:
Male (AA),
srednje (C)
i velike (D)
baterije.

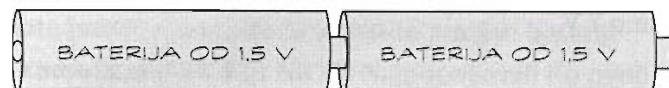
Počnite od baterija iz naše svakodnevice

Istraživanje baterija započnite standardnim baterijama za jednokratnu upotrebu koje se mogu kupiti u svakoj trafici ili samoposluži. Baterije čija se veličina označava oznakama AAA, AA, C i D daju napon od 1,5 V, nasuprot tranzistorskoj bateriji (maloj pravouganoj bateriji koja liči na Lego® kockicu i koju ćete videti u mnogim manjim elektronskim uređajima) čiji je napon 9 V i velikoj kockastoj bateriji za veće baterijske lampe, čiji je napon oko 6 V.

Možete upotrebiti bilo koji broj baterija od 1,5 V da biste dobili napon neophodan za rad vašeg uređaja. Primera radi, kada pozitivan pol jedne baterije povežete s negativnim polom druge baterije (redna veza baterija), kao na slici 5-4, dobićete napon od 3 V.



Slika 5-4:
Rednim povezivanjem baterija dobija se dvostruko veći napon od napona jedne baterije.



Baterije se smeštaju u držače baterija. Kada četiri baterije napona 1,5 V stave u jedan takav držač, primera radi, one zajedno daju napon od 6 V; ako postavite 6 baterija napona 1,5 V, dobićete napon od 9 V i tako redom. Na slići 5-5 prikazan je držač baterija sa četiri baterije tipa AA.

Slika 5-5:
Četiri baterije napona 1,5 V smeštene u držač baterija zajedno daju napon od 6 volti.





U mnogim projektima u kojima je neophodan napon od 9 volti, bolje je koristiti držač baterija sa šest baterija tipa AA manjeg napona (1,5 V) nego jednu bateriju napona 9 V. Zašto? Baterija tipa AA duže traju od jedne baterije napona 9 V. Električna struja koju baterija može da proizvede pre nego što istroši svoje hemikalije, varira. Držač baterija sa šest baterija tipa AA objedinjeno sadrži više hemikalija od jedne baterije napona 9 V, pa duže može da generiše električnu struju. (U ovom primeru se pretpostavlja da je hemijski sastav baterija isti, o čemu ćemo govoriti kasnije, u odeljku „Razvrstavanje baterija po sadržaju“.) Kada počnete da koristite bateriju, ona se troši pa napon pada; primera radi, proverili smo bateriju od 9 V koju smo koristili nekoliko dana i utvrdili da daje napon od samo 7 V.

Maksimalno iskorišćavanje baterija tipa AA

Vrednost ampersati ili miliamper sati neke baterije ukazuje vam na količinu struje koju baterija može da proizvede za dat vremenski period. Na primer, tranzistorска baterija napona 9 volti obično ima vrednost od oko 500 miliampersati (ta vrednost zavisi od tipa baterije; u odeljku „Razvrstavanje baterija po sadržaju“ naći ćete više detalja o to-

me). Ta baterija može da napaja kolo koje troši 25 miliampera približno 20 sati pre nego što njen napon počne da opada. Baterija tipa AA može da ima i vrednost od 1500 miliampersati. Shodno tome, grupa baterija tipa AA može da napaja kolo koje troši 25 miliampera približno 60 sati.

Baterije koje neprekidno rade

Ako uređaj koji pravite troši mnogo struje ili planirate da ga koristite neprekidno, može se desiti da se baterije tipa AA za jednokratnu upotrebu istroše isto toliko brzo kao što nestaju kokice dok u bioskopu gledate neki uzbudljiv film. U tom slučaju možete koristiti;

- ✓ **Baterije tipa C ili D:** Te baterije su veće od baterija tipa AA. Ne zaboravite, što je baterija veća, to duže traje.
- ✓ **Punjive baterije:** Neke baterije omogućavaju da obnovite hemikalije koje se u njima koriste, tj. da dobijete napon blizak izvornom naponu. O njima ćemo više govoriti u narednom odeljku.



Iako ima i onih koji pune baterije za jednokratnu upotrebu, to baš i nije dobra ideja. Baterija može da pukne pa će kiselina curiti, ili što je još gore i opasnije – eksplodiraće (zamislite tako nešto – slika uopšte nije lepa).

Razvrstavanje baterija po sadržaju

Baterije se razvrstavaju na osnovu hemikalija koje sadrže. Imajte na umu da baterije svih veličina, o kojima smo govorili u prethodnim odeljcima, mogu da sadrže različite hemikalije i da od njih zavisi da li se baterija može puniti ili je za jednokratnu upotrebu.



Ako kupite punjive baterije, obavezno proverite da li ste nabavili i odgovarajući punjač.

U najčešće korišćenim tipovima baterija koriste se sledeće hemikalije:

- ✓ **Cink-ugljenik:** Ovaj tip baterija spada u najnekvalitetnije baterije za jednokratnu upotrebu. Iako su jeftine, kratko traju pa ćete morati često da ih menjate.
- ✓ **Alkalni metali:** Predlažemo da za svoje projekte prvo počnete da koristite alkalne baterije. One traju oko triput duže od cink-ugljeničnih baterija. Kada otkrijete da ste se u elektroniku upetljali toliko da često morate da menjate baterije, počnite da koristite punjive baterije.
- ✓ **Nikl-kadmijum (Ni-Cd ili NiCd):** Najpopularniji tip punjivih baterija. Iako su mnogi proizvođači već rešili taj problem, najveći nedostatak nikl-kadmijumskih baterija je takozvani memorijski efekat. Baterije s memorijskim efektom morate potpuno isprazniti pre ponovnog punjenja kako biste bili sigurni da će doći svoj puni kapacitet. Ako ih ne ispraznите potpuno, neće se do kraja napuniti. Nikl-kadmijumske baterije najčešće daju napon od oko 1,2 volta.
- ✓ **Nikl-hidrid metala (Ni-MH):** Baterija ovoga tipa generišu napon od oko 1,2 volta. Nemaju memorijski efekat kao nikl-kadmijumske. Ako se odlučite za punjive baterije, predlažemo da počnete s ovim tipom. Kad kupite punjač i dovoljan broj baterija tipa nikl-hidrid metala, s vremenom ćete uštedeti značajan iznos novca.
- ✓ **Litijum:** Ako radite na projektu za koji su potrebne lage baterije, predlažemo litijumske. One generišu veći napon od baterija ostalih tipova i on je najčešće oko 3 volta. Litijumske baterije imaju i veći kapacitet od alkalnih. Skuplje su od ostalih i uglavnom nisu punjive. Međutim, za projekte i uređaje kod kojih morate voditi računa i o težini (ne, ne mislimo na vašu težinu), kao što je mali robot koji se kreće po kući, one su izuzetno korisne i prikladne.



Ne brinite mnogo o tome treba li koristiti litijum-polimerske ili litijum-jonske baterije. Neki stručnjaci za izvore napajanja predviđaju da će proizvodni proces za litijum-polimerske baterije u budućnosti omogućiti proizvodnju boljih baterija. Međutim, u ovom trenutku nikako se ne može reći da imaju veliku prednost nad litijum-jonskim baterijama. Zato koristite baterije koje ćete najlakše naći ili one koje su jeftinije.

Napajanje solarnim čelijama

U poglavlju 4 govorili smo o diodama koje emituju svetlost kada se kroz njih propusti električna struja. Obratno, ako na diode „bacite“ svetlosni snop, one generišu struju. *Solarna čelija* je zapravo velika dioda koja generiše električnu struju kada je izložena izvoru svetlosti, kao što je Sunce.

Za napajanje nekog vašeg uređaja možete kupiti panele solarnih čelija. Pre toga ćete morati da izaberete odgovarajuću veličinu panela na osnovu napona i struje za napajanje uređaja. Primera radi, panel dimenzija 12×12 cm može pod-

jakom sunčevom svetlošću da generiše struju jačine 100 miliampera i napon od 5 volti. Nije problem obezbediti ni struju od 10 miliampera, ali možda ćete teško usaglasiti veličinu panela neophodnog za dobijanje te struje i mali ili prenosivi uređaj koji pravite.

Pre nego što izaberete solarni panel za projekat, razmotrite sledeće kriterijume:

- ✓ Da li će solarni panel biti izložen sunčevoj svetlosti u periodu kada uređaj treba da bude uključen?

Ako je odgovor odrečan, odlučite se za neki drugi izvor napajanja. Ukoliko baš želite da budete ekstravagantni, projektujte uređaj tako da solarne celije pune baterije koje će i po mraku napajati uređaj.

- ✓ Da li je panel koji daje dovoljno napajanja istovremeno i dovoljno mali da može da stane u uređaj?

Ako nije, izmenite projekat uređaja tako da troši manje struje ili izaberite drugi izvor napajanja.

Uključivanje i isključivanje napajanja

Do sada ste već naučili nešto o žicama koje će povezati komponente u kolu i izvorima napajanja koji će kolu „udahnuti život“. Međutim, kako se napajanje uključuje i isključuje? Za to se koriste prekidači i releji, o kojima ćemo govoriti u narednim odeljcima.

Uključivanje i isključivanje struje pomoću prekidača

Kada promenite položaj prekidača da biste isključili baterijsku lampu, vi zapravo prekideate vezu između baterije i sijalice. Svi prekidači i preklopni rade isto: ostvaruju vezu između žica da bi se omogućio protok električne struje ili tu vezu prekidaaju da bi se protok struje zaustavio.

Kada isključite baterijsku lampu, prekidač postavljate u takozvani otvoreni položaj. Kad je prekidač u *otvorenom položaju*, ne postoji veza između žica i struja ne može da teče. Kada uključite baterijsku lampu, prekidač postavljate u zatvoren položaj. S prekidačem u *zatvorenom položaju* žice su povezane (i kolo je zatvoreno) pa struja može nesmetano da protiće.

Jednostavnii prekidači

Na baterijskoj lampi je najčešće takozvani klizni prekidač. Da biste uključili ili isključili baterijsku lampu, potrebno je da klizni prekidač pomerite unapred ili unazad. Neke druge tipove prekidača vidite na slici 5-6.

Polužni, preklopni i klizni prekidači obavljaju istu funkciju i rade na isti način, pa za uređaj koji pravite izaberite onaj koji vam je najdostupniji. Na primer, klizni prekidač je najpodesniji za okruglu ručnu baterijsku lampu zbog položaja palca ruke, dok polužni prekidač najviše odgovara uređaju koji se nalazi na vašem radnom stolu.



Slika 5-6:
Odozgo nadole:
dva polužna
prekidača,
preklopni
prekidač i
mikroprekidač.



Želite da vidite mikroprekidač u akciji? U poglavlju 15 opisujemo kako ovaj tip prekidača možete upotrebiti kao odbojnik koji će robotu „reći“ kada je udario u nešto. Postoje tri verzije prekidača sa utisnim dugmetom:

- ✓ **Normalno zatvoren (NC):** Ovaj prekidač sa utisnim dugmetom prekida kolo samo kada pritisnete dugme.
- ✓ **Normalno otvoren (NO):** Ovaj prekidač sa utisnim dugmetom zatvara kolo samo kada pritisnete dugme.
- ✓ **Pritisnuto/otpušeno:** Ovaj prekidač zatvara kolo kada pritisnete dugme, a otvara ga kada sledeći put pritisnete dugme.

Prekidače sa utisnim dugmetom u elektronici najčešće koristite za uključivanje ili isključivanje kola. Na primer, da biste aktivirali zvono na vratima, treba da pritisnete normalno otvoren prekidač.

Šta se nalazi u prekidaču?

Osnovni tipovi prekidača, o kojima smo govorili u prethodnom odeljku, nazivaju se jednopolni. Neka vas ne brine što smo za njih navodili različite nazive: u osnovi, oni imaju jednu žicu koja ulazi u prekidač i jednu koja iz njega izlazi.

Da bi vaš elekroničarski život bio zanimljiviji, verovatno ćete naići i na druge tipove prekidača koji su nešto drugačije označeni – to su dvopolni prekidači. Dok jednopolni prekidači imaju jednu ulaznu žicu, dvopolni imaju dve. Kod običnih

prekidača svaku ulaznu žicu možete povezati s jednom izlaznom žicom (ili prekinuti njihovu vezu), dok preklopni prekidači (preklopnići) omogućavaju da izaberete s kojom ćete od dve izlazne žice povezati svaku od ulaznih žica.

Postoje varijacije jednopolnih i dvopolnih prekidača i preklopnika, uključujući:

- ✓ **Jednopolni preklopnik:** Kod ovog prekidača, jedna žica ulazi u prekidač a dve izlaze iz njega. Kada želite da izaberete uređaj koji kolo treba da uključi (na primer, zeleno svetlo da bi se znalo da je ulaz u prostoriju dozvoljen ili crveno svetlo koje zabranjuje ulazak), koristite ovu vrstu preklopnika.
- ✓ **Dvopolni prekidač:** Prekidač ovog tipa ima dve ulazne žice i dve izlazne. Koristi se za upravljanje sa dva zasebna kola. Primera radi, u jednom kolu mogu da budu komponente koje rade na 5 volti a u drugom komponente koje rade na 12 volti. S jednim prekidačem, oba takva kola možete uključivati ili isključivati.
- ✓ **Dvopolni preklopnik:** Dve žice ulaze u prekidač a četiri izlaze. Ovaj prekidač ima tri položaja. U prvom položaju, povezan je prvi par izlaznih žica. U drugom položaju, nijedna od četiri izlazne žice nije povezana (neki preklopnići nemaju ovaj položaj). U trećem položaju, povezan je drugi par izlaznih žica. Ovaj tip prekidača možete koristiti da biste menjali polaritet jednosmernog napona koji napaja motor kako bi se motor okretao u suprotnom smeru. (Jedan položaj obezbeđuje obrtanje motora u smeru kretanja kazaljki na satu, drugi položaj isključuje motor, a treći obezbeđuje njegovo obrtanje u smeru suprotnom od smera kretanja kazaljki na satu.)

Kada relej „okreće“ prekidač

Napravili ste uređaj koji će vas obavestiti kada vaš „nestašni“ zet Pera krene da prazni frižider. Međutim, imate problem: uređaj napajaju baterije od 5 volti, a vi želite da uređaj uključi sijalice i sirene koje će istinski uplašiti gladnog Peru. Zapravo, problema nema: upotrebite relej.

Kako rade releji

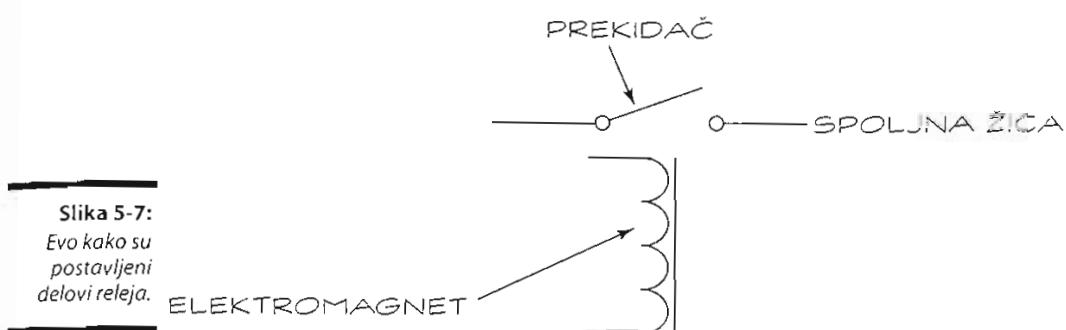
Relej je, jednostavno rečeno, električno napajan prekidač. Kada uređaj pošalje 5 volti releju, uključuje se elektromagnet i tako zatvara prekidač u releju. Ako prekidač povežete na napon od 220 volti, moći ćete da napajate i uključite toliko sijalice i sirene da Peri više nikada ne padne na pamet da noću vršlja po frižideru.

Svet elektromagneta

Kako elektromagneti deo releja radi? *Elektromagnet* može da bude i žica namotana oko gvozdene šipke ili čak eksera. Kada kroz žicu propustite struju, ekser postaje namagnetisan. Kada isključite struju, ekser gubi magnetne osobine.

Dva magneta se međusobno privlače ili odbijaju u zavisnosti od toga koje krajeve (polove) magneta sastavite. Deo prekidača u releju sastoji se od poluge pričvršćene za magnet, kao što je prikazano na slici 5-7. Kada na namotaj žice

primenite napon, elektromagnet privlači polugu ka sebi, prekidač se zatvara i povezuje izvor napona od 220 volti sa sijalicama i sirenama (dovidenja, Pero!). Kada prekinete protok struje kroz kalem, elektromagnet se isključuje i opruga povlači polugu pa se prekidač otvara.



Možete naći releje koji koriste jednosmerni napon od 5, 12 ili 24 V za napajanje elektromagneta s jednopolnim prekidačem ili preklopnikom i s dvopolnim preklopnikom (videti odeljak „Šta se nalazi u prekidaču,” u kojem smo govorili o tipovima prekidača).

Evo nekoliko jezičkih začkoljica kada je reč o relejima. Elektroničari često govore da se kontakti otvaraju ili zatvaraju umesto da se prekidač u releju otvara ili zatvara. Takođe, polugu u releju nekada nazivaju armatura. Bez obzira na korišćene izraze, relj uvek radi na isti način.



Donošenje odluka pomoću logičkih kola

Ako ste ikada igrali šah – bilo sa živim protivnikom ili protiv računara – znate da ta igra zahteva logičko razmišljanje. Kada konj napada vašeg topa, mnogo je poteza koje možete odigrati da biste ga zaštitali. Naravno, sve moguće poteze morate razmotriti u mislima da biste se odlučili za najbolji.

Kad vam je protivnik računar, pitate se kako je ta mašina naučila da logički razmišlja?

Ukoliko zanemarimo komplikovano programiranje i elektronska kola koja su neophodna da bi računar mogao da igra šah, šta to omogućava programu i elektronskim kolima da primene logiku? Za izvođenje tog „trika“ neophodna su takozvana logička kola. *Logička kola* su integrisana kola koja uzimaju ulazne vrednosti i određuju na osnovu skupa pravila koju izlaznu vrednost treba primeniti. Obično logička kola imaju dva ulaza; jedno logičko kolo, *invertor*, ima samo jedan ulaz. Postoje i logička kola s više od dva ulaza i njih ćete takođe koristiti u nekim projektima.

U tabelama od 5-2 do 5-6 u odeljku „Najčešća logička kola“, naći ćete informacije o tome kako se izlazna vrednost menja u zavisnosti od ulaza.



Logika u elektronici

Iako verovatno nećete praviti šahovski računar sledeće generacije, logička kola ćete svakako koristiti za jednostavnije uređaje. Na primer, mikroprocesor u kalkulatoru koji upotrebljavate da biste proverili transakcije i stanje na tekućem računu koristi logička kola za sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje. Na nivou elektronskih projekata kojima ćete se verovatno baviti u početku, možete napraviti jednostavno kolo s nekoliko logičkih kola koja će brojati koliko se puta u toku dana otvore ulazna vrata, čime ćete pratiti dolaske i odlaske članova vaše porodice.

Kada se govori o logičkim kolima i vrednostima ulaza i izlaza, kaže se da je *ulaz visok* (1) ili *nizak* (0 – nula). U tipičnom kolu, *visok ulaz* znači da kolo ima napon od približno 5 volti, jer se taj napon obično koristi za uključivanje tranzistora. *Nizak ulaz* znači da je napon približno nula volti.

Najčešća logička kola

U elektronici ćete koristiti neko od ovih pet najčešćih tipova logičkih kola: I, ILI, invertor (ili NE), NI (u osnovi je to I kolo za kojim sledi invertor) i NILI (u osnovi ILI kolo za kojim sledi invertor). U tabelama od 5-2 do 5-6 navedeni su izlazi svih navedenih kola za različite kombinacije ulaza.

Tabela 5-2 Ulaz/izlaz I kola

<i>Ulaz A</i>	<i>Ulaz B</i>	<i>Izlaz</i>
Nizak	Nizak	Nizak
Nizak	Visok	Nizak
Visok	Nizak	Nizak
Visok	Visok	Visok

Tabela 5-3 Ulaz/izlaz ILI kola

<i>Ulaz A</i>	<i>Ulaz B</i>	<i>Izlaz</i>
Nizak	Nizak	Nizak
Nizak	Visok	Visok
Visok	Nizak	Visok
Visok	Visok	Visok

Tabela 5-4 Ulaz/izlaz invertora

<i>Ulaz</i>	<i>Izlaz</i>
Nizak	Visok
Visok	Nizak

Tabela 5-5 Ulaz/izlaz NI kola

<i>Ulaz A</i>	<i>Ulaz B</i>	<i>Izlaz</i>
Nizak	Nizak	Visok
Nizak	Visok	Visok
Visok	Nizak	Visok
Visok	Visok	Nizak

Tabela 5-6 Ulaz/izlaz NILI kola

<i>Ulaz A</i>	<i>Ulaz B</i>	<i>Izlaz</i>
Nizak	Nizak	Visok
Nizak	Visok	Nizak
Visok	Nizak	Nizak
Visok	Visok	Nizak

Naziv svakog kola potiče od uticaja ulaza na njegov izlaz. Primera radi, izlaz I kola je 1 samo kada su oba ulaza (jedan ulaz I drugi ulaz) na visokom nivou (1), dok je izlaz ILI kola visok kada je jedan ILI drugi ulaz visok, ILI kada su oba ulaza jedinice. Simbole koji se u elektronskim šemama koriste za logička kola predstavljemo u poglavljju 6.

U integriranim kolima se najčešće nalazi više logičkih kola, kao što je integrirano kolo sa četiri dvoulazna I kola (četvorostruko dvoulazno I kolo). Na Web lokaciji proizvodača integriranog kola potražite tabelu s podacima o tome koji izvodi kola su ulazi, izlazi, V+ (napon) i uzemljenje. Na osnovu tih informacija birate različite opcije, recimo da li ćete u integriranom kolu koristiti jedno ili sva četiri logička kola.

Obavezno proverite da li komponenta koju kupujete ima dovoljan broj ulaza neophodnih za vaš projekat. Ne zaboravite da možete kupiti logička kola s više od dva ulaza. Na primer, većina proizvodača elektronskih komponenata isporučuje i I kolo sa tri ulaza.

Neke komponente već imaju logička kola koja su povezana tako da obavljaju odredene funkcije, kao što su brojanje ili dekodiranje. Kada koristite takva integrisana kola, u tabeli s podacima koju obezbeđuje proizvodač proverite kako komponenta radi i koja je funkcija njenih izvoda.



Upravljanje frekvencijom pomoću kalemova i kristala

Induktivni kalemovi i kristali u bliskoj su vezi s frekvencijom (učestanošću). Kalemovi se koriste za filtriranje, tj. odstranjivanje svih frekvencija sem one koja je potrebna (kao u slučaju prijema radio-programa; o tome nešto detaljnije u nastavku). Kristali se često koriste za generisanje određenih učestanosti u kolu.

Skladištenje energije u kalemovima

Svi koji u automobilu imaju radio-prijemnik a iskusili su dosadnu i neprijatnu situaciju kada svakih deset minuta treba ponovo pronalaziti željenu radio-stanicu, znaju da radio-stanice „dolaze“ i „odlaze“. Šta se zapravo nalazi u radio-prijemniku a što omogućava prijem programa (bez obzira na njihovu nestalnost)?

Sve radio-stanice emituju električne talase na određenoj frekvenciji. Kada promenite radio-stanicu, vi podešavate radio na novu frekvenciju pomoću promenljivih komponenata u kolu tako da one omoguće prijem samo onih signala koji se emituju na datoј frekvenciji.

Dakle, šta to „briše“ sve signale sem onih koje emisuje vaša omiljena radio-stanica? U kolima se za filtriranje frekvencije koriste kalemovi, zajedno s kondenzatorima (o kojima smo govorili u poglavljju 4).

Induktivne kalemove nači ćeete i u mnogim drugim električnim kolima i uređajima. Na primer, u složenijim izvorima napajanja kalemovi se koriste za smanjivanje „šuma“ na 50 Hz koji se često javlja na dolaznim linijama napajanja.

Drugi nazivi za induktivni kalem

Ponekad ćeete čuti da neko induktivne kalemove naziva i drugim imenima, kao što su prigušnica, namotaj ili samo kalem. Te nazive možete koristiti kao sinonime, ali za projektante električnih kola oni nemaju uvek isto značenje. Na primer, elektroničari ka-

lem najčešće koriste da bi obezbedili rad kola na određenoj frekvenciji, a prigušnicu za odbacivanje grupe ili opsega frekvencija. U ovoj knizi koristićemo izraz induktivni kalem (kalem), kojim ćemo obuhvatiti sve te podvarijante.

Induktivnost je sposobnost kalema da skladišti energiju u magnetnom polju koje ga okružuje kada kroz kalem protiče električna struja. Vrednost induktivnosti izražava se henrijima (H ili h) ili – češće – milihenrijima (hiljaditim delovima henrija) i mikrohenrijima (milionitim delovima henrija). Vrednost induktivnosti je zapravo mera sposobnosti kalema da smanji napon signala naizmenične struje. Obično se označava pomoću boja – kao kod otpornika – o čemu smo govorili u poglavljju 4. Često se vrednost induktivnosti kod većih kalemova štampa direktno na komponenti. Kalemovi manjih induktivnosti umnogome liče na otpornike manje snage, pa se koristi i slično obeležavanje bojama. Kalemovi veće induktivnosti su različitih veličina i oblika, što zavisi od namene.

Kalemovi mogu biti stalni ili promenljivi. Kod oba tipa, tanka žica je omotana oko izolacionog jezgra. Broj namotaja žice, materijal od kojeg je napravljeno jezgro i prečnik žice, određuju vrednost induktivnosti kalema. Stalni kalemovi imaju konstantnu induktivnost, dok na promenljivima postoji dugme čijim okretnjem podešavate induktivnost.

Jezgro kalema može biti od vazduha, ferita (gvožđa) ili mnogih drugih materijala (iako se najčešće koriste vazduh i feriti).

Kristalno čiste frekvencije

Kada kristal kvarca isečete na određenu debljinu, kristal osciluje na određenoj frekvenciji. Kristali se koriste u kolima koja se zovu oscilatori; ona generišu električne signale na određenoj frekvenciji. Mikrokontrolери, kao što je kontroler BASIC Stamp (o njemu ćemo govoriti u poglavlju 13), koriste oscilatore. Oni se upotrebljavaju i u mnogim drugim elektronskim uređajima.

Frekvencija kristala izražava se megahercima (MHz), što je jedinica mere o kojoj više možete pročitati u poglavlju 1. Kristali imaju dva izvoda za povezivanje sa električnim kolima i mogu se nabaviti u različitim oblicima.

Izgleda očigledno i smisleno, ali vodite računa o sledećem: kada kupujete kristal obavezno izaberite onaj čija radna frekvencija odgovara vašem projektu.



I u elektronici postoje osećanja

Neke komponente „nateraju“ kolo da nešto uradi (recimo, da uključi svetlo) kada „oseće“ kako se nešto dogodilo (recimo, promenila se temperatura). Takve komponente nazivamo senzori. U narednim odeljcima predstavićemo nekoliko senzora koje ćete možda koristiti u elektronskim projektima.

Vidite li svetlost?

Postoji varijacija koja je zajednička za nekoliko standardnih komponenata o kojima smo govorili u poglavlju 4: zavisnost od svetla. Određene verzije otpornika, dioda i tranzistora osetljive su na svetlost. Izlaz tih komponenata menja se u zavisnosti od promene svetlosti koja na njih pada. Komponente zavisne od svetlosti možete koristiti kao senzore u uređajima kao što su protivprovalni alarmi, zaštitni uređaji koji su povezani s pokretnim garažnim vratima kako bi ih zaustavili kada mačka prolazi ispod njih i automatima koji uključuju svetlo u sumrak a isključuju ga u zoru. Možete ih koristiti i za komunikaciju. Ako pomoću daljinskog upravljača rukujete TV prijemnikom (a ko to ne čini?), znajte da se u televizoru nalazi tranzistor ili dioda osetljiva na svetlost koja prima signale s daljinskog upravljača.

Objasnićemo kako se otpornici i tranzistori uklapaju u „jednačinu“ svetlosnih senzora:

- ✓ Otpornici zavisni od svetla nazivaju se i fotoćelije ili fotootpornici. Njihova otpornost se menja u zavisnosti od količine svetlosti koja pada na njih. Tipična fotoćelija je najosetljivija na vidljivu svetlost, posebno u zelenozutom delu spektra.
- ✓ Tranzistore i diode osetljive na svetlost možete smatrati fototranzistorima odnosno fotodiodama. Fototranzistori i fotodiode spolja izgledaju isto, pa ih držite razdvojeno u kutiji s delovima. Najčešće su osjetljivi na infracrvenu svetlost (u osnovi to je toplota) koja se ljudskim okom ne vidi. Kada koristite daljinski upravljač televizora, koristite fotodiodu u daljincu koja šalje infracrvene signale fototranzistoru u televizoru.

U ovom poglavlju smo naveli samo osnovne informacije o komponentama koje su osetljive na svetlost. U poglavljima 14 i 15 dajemo opis projekata u kojima se koristi nekoliko tipova komponenata zavisnih od svetlosti.

Osetite akciju detektorima kretanja

Kada kročite na nečiji trem a istog trenutka se upali svetlo, otkrili ste detektor kretanja na delu. U mnogim kućama, školama i prodavnicama, detektori kretanja koriste se za uključivanje svetla ili otkrivanje provalnika.

U većini detektora kretanja primenjuje se tehnika poznata pod nazivom pasivno infracrveno zračenje (PIR), a upotrebljava se u kolima napona 220 volti. Ti detektori se obično montiraju na zid ili na vrh reflektora i zauzimaju dosta prostora.

Za uređaje koji se napajaju baterijama, verovatno će vam zatrebatи kompaktan detektor kretanja koji radi na oko 5 volti. Možete ih nabaviti od proizvođača i isporučilaca sistema zaštite.

Šta se nalazi u detektoru kretanja?

Unutrašnjost PIR detektora kretanja prilično je jednostavna. PIR detektori kretanja sadrže dva kristala, sočivo i malo elektronsko kolo. Kada infracrvena svetlost (u osnovi, topota koju generiše ljudsko telo ili bilo koji drugi topao objekat) pogodi kristal, on generiše elektricitet. Svaka osoba, kao i sva druga živa bića, odaje topotu, pa se detektor kretanja aktivira kada mu se približite.

Detektori kretanja najčešće imaju tri izvoda: uzemljenje, izvor pozitivnog napona i izlaz za senzor. Ako PIR detektor kretanja napajate naponom od +5 volti, napon na izlazu će biti oko nula volti kada PIR ne detektuje kretanje. Kada se neko ili nešto pokrene u dometu detektora, napon na izlazu iznosi oko 5 volti.

Ne kupujte PIR senzor umesto detektora kretanja. Senzor nema sočivo koje se nalazi u detektoru kretanja. Senzor upravo preko sočiva detektuje kretanje a ne na osnovu nečijeg prisustva.



Ostali tipovi detektora kretanja

U slučaju da ste posebno zainteresovani za nadzor i želite da saznate nešto više o detektorima kretanja, ukratko ćemo vam predstaviti dva tipa:

- ✓ **Aktivni infracrveni senzor kretanja:** Ovaj senzor koristi jednu LED diodu koja emituje infracrvenu svetlost, i detektor – kao što je fototranzistor – koji generiše struju kada ga pogodi zrak infracrvene svetlosti. Kada neko prođe između LED diode i senzora, fototranzistor prestaje da generiše struju. Ovaj senzor je zapravo samo verzija staromodnog električnog oka koga se nešto stariji čitaoci ove knjige sećaju iz starih filmova o Džemsu Bondu, a možete ga efikasno koristiti samo u područjima sa stalnim saobraćajem, kao što su hodnici.

- ✓ **Ultrazvučni detektor kretanja:** Ovaj detektor generiše ultrazvučne talase koji se odbijaju od svih predmeta u prostoriji. Ako se u njoj ništa ne pomeri, ultrazvučni talasi se vraćaju neizmenjeni. Ukoliko se neko ili nešto kreće po prostoriji, ultrazvučni talasi se izobličavaju, i to izobličenje pobuduje alarm. Valjano je i opravdano koristiti ove uredaje umesto PIR detektora samo ako vas posebno privlače ultrazvučne naprave.

Sve vam je toplije i toplije: temperaturni senzori

Sećate li se kada ste kao dete ležali u krevetu tokom hladne zimske noći? Iznenadno i neočekivano, čuli biste nešto! Međutim, brzo biste shvatili da to nije zla veštica koja je došla po vas – samo se peć ili grejalica uključila da bi se zagrejala hladna kuća. Termostat na zidu aktivirao je peć jer je „osetio“ da je temperatura pala ispod zadate.

U termostatu se koristi namotaj metalne trake (koji se zove *bimetalna traka*) i on se skuplja kako se temperatura smanjuje. Kada se namotaj smanji do određene tačke koja zavisi od temperature zadate na termostatu, aktivira se prekidač i uključuje peć. To je jednostavan i često korišćen tip temperaturnog senzora i najčešće se nalazi u termostatima. Ostali tipovi temperaturnih senzora, uključujući termoparove, poluprovodničke temperaturne senzore, infracrvene temperaturne senzore i termistore, umesto mehaničkim putem (bimetalna traka) mere promene temperature električnim putem.

Da biste sebi olakšali život, predlažemo da se u projektima u kojima želite da merite temperaturu držite termistora jer se oni u principu lakše koriste od termoparova i infracrvenih temperaturnih senzora. *Termistor* je otpornik čija se otpornost menja s promenom temperature.

Postoje dva tipa termistora:

- ✓ **Termistor s negativnim temperaturnim koeficijentom (NTC):** Otpornost ovog termistora opada s porastom temperature.
- ✓ **Termistor s pozitivnim temperaturnim koeficijentom (PTC):** Otpornost ovog termistora raste s porastom temperature.



Na svakom termistoru trebalo bi da postoji oznaka tipa (NTC ili PTC). Ako oznake nema, s kojim tipom termistora radite odredićete ako proverite da li otpornost raste ili se smanjuje s porastom temperature.

U katalogima proizvoda obično se navodi otpornost termistora na 25 stepeni Celzijusa, što je približno sobna temperatura. Otpornost termistora izmerite multimetrom (o tome kako se on koristi pročitaćete u poglavlju 9) i to na nekoliko različitih temperatura; tako ćete dobiti vrednosti otpornosti na svakoj od njih i moći ćete da kalibrišete termistor. Ako nameravate da koristite termistor koji će na određenoj temperaturi pokrenuti neku akciju, obavezno izmerite otpornost na toj temperaturi. Termistori imaju dva izvoda bez polariteta, tako da ne morate brinuti koju ćete žicu povezati sa izvorom napona (+V).

Ostali načini da osetite temperaturu

U odeljku „Sve vam je toplije i toplije: temperaturni senzori,” pomenuli smo i nekoliko drugih tipova temperaturnih senzora. Ukratko ćemo, za one najznačajnije među nama, navesti njihove karakteristike:

- ✓ **Poluprovodnički temperaturni senzori:** Posle termistora oni se, verovatno, najlakše koriste. Najčešći tip ovog senzora sadrži dva tranzistora. Izlazni napon senzora zavisi od temperature.
- ✓ **Termoparovi:** Ovi senzori generisu napon koji se menja s promenom temperature. Termoparovi sadrže dve žice (na primer, jednu bakarnu i jednu od legure bakra i nikla), stopljene ili zalemljene u jednoj tački. Metali koji se koriste

određuju kako se napon menja s temperaturom. Termoparove možete upotrebiti za merenje visokih temperatura, reda veličine nekoliko stotina stepeni pa čak i preko hiljadu stepeni.

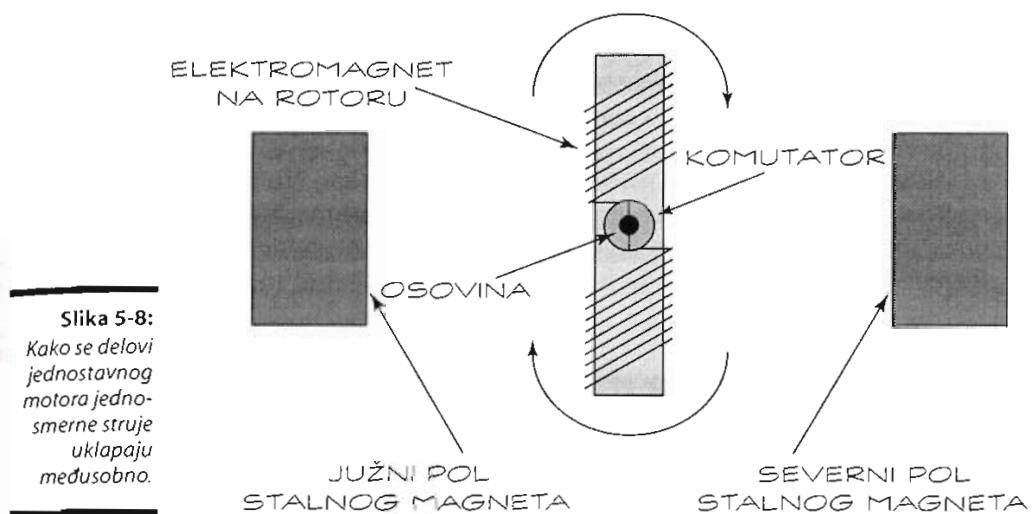
Infracrveni temperaturni senzori: Ti senzori mere infracrvenu svetlost koju emituje neki objekat. Njih možete koristiti u situacijama kada senzor mora da bude udaljen od objekta koji nameravate da merite, na primer, kada je objekat okružen korozivnim gasom. Termoparovi i infracrveni temperaturni senzori najčešće se koriste u industrijskim postrojenjima i naučnim laboratorijama.

Dobre vibracije s motorima jednosmerne struje

Jeste li se ikada zapitali šta uzrokuje vibriranje pejdžera? Ne, nije u pitanju meki poskakujući pasulj. U uredajima tog tipa obično se koristi motor jednosmerne struje. Takav motor pretvara električnu energiju – kao što je energija uskladištena u bateriji – u kretanje. To kretanje može da bude okretanje točkova robota ili „podrhtavanje“ pejdžera. U stvari, motor jednosmerne struje možete upotrebiti u svim projektima koji uključuju i neko kretanje.

Elektromagneti su važan deo motora jednosmerne struje pošto se ti motori, u osnovi, sastoje od elektromagneta na osovini koja rotira između dva stalna magneta, kao što je prikazano na slici 5-8.

Pozitivan i negativan pol baterije povezuju se tako da svaki kraj elektromagneta ima isti polaritet kao stalni magnet pored njega. Isti polovi magneta međusobno se odbijaju. To odbijanje pokreće elektromagnet i izaziva obrtanje osovine. Kako se osovina obrće, tako pozitivna i negativna veza elektromagneta menjaju mesta, pa magneti nastavljaju da „guraju“ osovinu. Jednostavan mehanizam sastavljen od *komutatora* (segmentiranog točkića kod koga je svaki segment povezan s različitim krajem elektromagneta) i četkica koje dodiruju komutator, uzrokuje promenu veza. Komutator se obrće zajedno sa osovinom dok su četkice stacionarne, s tim da je jedna povezana s pozitivnim polom baterije a druga s negativnim. Dok osovina, pa samim tim i komutator, rotira, menja se segment koji je u kontaktu sa svakom četkicom. Tako se menjaju krajevi elektromagneta povezani s pozitivnim, odnosno negativnim naponom.



Slika 5-8:
Kako se delovi jednostavnog motora jednosmerne struje uklapaju međusobno.



Ako želite detaljnije da proučite rad mehanizma u motoru jednosmerne struje, kupite neki jeftin motor i rastavite ga.

Osovina u motoru jednosmerne struje rotira brzinom od nekoliko hiljada obrtaja u minuti – što je prebrzo za većinu aplikacija. Proizvodači zato prodaju i motore sa uredajem koji smanjuje brzinu izlazne osovine na manje od sto obrtaja u minuti – slično kao što se promenom stepena prenosa pomoću menjača u automobilu menja brzina automobila.

U katalogozima proizvodača obično se navodi nekoliko specifikacija motora. Dve ključne stavke koje morate uzeti u obzir jesu:

- ✓ **Brzina:** Izražena u obrtajima u minuti (engl. *revolutions per minute, rpm*). Potrebna brzina zavisi od predvidene namene. Primera radi, kada želite da napravite model automobila, „gadajte“ brzinu od 60 obrtaja u minuti – tada će motor okretati točkove jednom u sekundi.
- ✓ **Radni napon:** Radni napon se navodi kao opseg dozvoljenih napona. U projektima se uobičajeno koristi motor koji radi u opsegu od 4,5 do 12 volti. Obratite pažnju i na nominalni napon i navedeni broj obrtaja u minuti, koje daje proizvodač. Motor se okreće navedenom brzinom kada se napaja nominalnim naponom. Ako je napon manji od nominalnog, motor se okreće sporije.

Motori jednosmerne struje imaju dva izvoda (ili terminala za koji lemiti žice) – po jedan za pozitivan i negativan napon napajanja. Motor se pokreće dovodenjem jednosmernog napona koji generiše potrebnu brzinu, a zaustavlja isključivanjem napona.

Efikasniji metod upravljanja brzinom motora zove se *impulsno-širinska modulacija*. Primenom te metode, napon se u kratkim impulsima uključuje i isključuje. Što su intervali duži, motor se brže okreće. Ako pravite uređaj kojim upravlja motor – kao što je robot – u kompletu ćete verovatno naći i komponentu za kontrolu brzine.



Ako za osovini motora pričvršćujete predmete kao što su točkovi ili elise ventilatora, obavezno proverite da li ste ih dobro pričvrstili pre nego što uključite motor. U suprotnom bi taj predmet mogao da otpadne i da vas ili nekoga drugog pogodi u lice.

Želite da napravite malo buke?

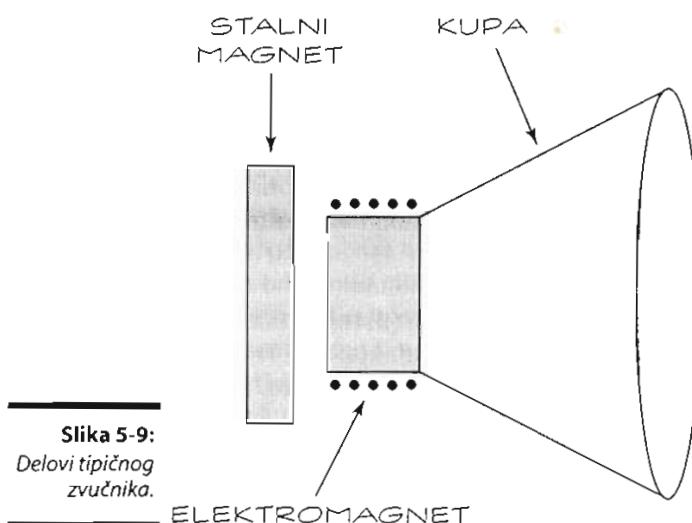
Verovatno ste se nekada zapitali šta je zvuk? *Zvuk* je niz vibracije koje putuju kroz vazduh. Kada govorite, primera radi, vaše glasne žice vibriraju da bi generisale zvučne talase koji kroz vazduh stižu do ušiju slušalaca.

Da biste u elektronici stvorili zvuk, možete koristiti zvučnike i sirene. U stvari, svet elektronike je prilično bučan. Elektronskim uređajima možete aktivirati sirene, alarme, zvučnike i na drugi način stvoriti zvukove. U narednim odeljcima proučićemo te uređaje koji će omogućiti da svoje projekte obogatite zvukom.

O zvučnicima

Većina zvučnika se sastoji od stalnog magneta, elektromagneta i kupe. Na slici 5-9 prikazane su komponente zvučnika i njihov raspored.

Elektromagnet je pričvršćen za kupu. Kada kroz elektromagnet prolazi električna struja, on se ili privlači ka stalnom magnetu ili (ako struja protiče u drugom smeru) odbija od njega. Kretanje elektromagneta izaziva vibriranje kupe i tada nastaju zvučni talasi.



Slika 5-9:
Delovi tipičnog
zvučnika.

Opseg učestanosti u kome zvučnik generiše zvuk navodi se u hercima (Hz) ili kilohercima (kHz). Ljudsko uvo čuje zvuk u opsegu od 20 Hz do 20 kHz. Zvučnici generišu zvuk različitih opsega učestanosti, u zavisnosti od njihove veličine i dizajna (na primer, u stereo sistemu jedan zvučnik generiše zvuk niske – bas – učestanosti, a drugi visoke – sopran – učestanosti). Ako želite da napravite zvučnik opšte namene, ne brinite mnogo o opsegu učestanosti. Međutim, ukoliko pravite vrhunski stereo sistem, moraćete izvesno vreme da utrošite na istraživanje i pronalaženje zvučnika koji zadovoljavaju vaše potrebe.



U poglavlju 1 detaljnije smo govorili o hercima i kilohercima kao jedinicama mere.

Sirene

Priznajte – sirene su super. One mogu da urade mnogo šta, od upozorenja da je neko ušao u vašu sobu do toga da uplaše vašu mačku i nateraju je da skoči sa udobnog kauča.

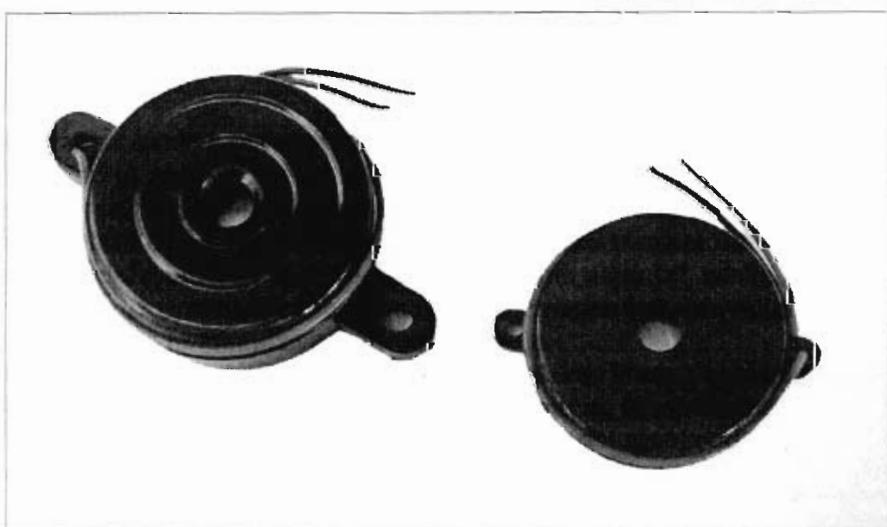


Kako sirene rade?

Evo kako rade najčešće korištene sirene: napon primjenjen na piezoelektrični kristal dovodi do toga da se kristal širi ili skuplja. Ako za kristal pričvrstite membranu, promena izaziva vibriranje membrane i stvaranje zvučnih talasa. Te sirene se zovu piezosirene jer koriste *piezoelektrični efekat*, svojstvo određenih kristala – npr. kvarca i topaza – da se šire ili skupljaju kada se na njih primeni napon.

U nekim sirenama koriste se elektromagneti. Početnicima savetujemo da koriste piezosirene jer tako smanjuju broj pokretnih delova.

Sirene imaju dva izvoda za povezivanje u električno kolo, a proizvode se u različitim oblicima. Na slici 5-10 prikazan je par tipičnih sirena. Da biste ih pravilno povezali, ne zaboravite da se crveni izvod povezuje s pozitivnim jednosmernim naponom.



Slika 5-10:
Bućne male
sirene.

Koliko bučna sirena treba da bude?

Sirena generiše zvuk na jednoj učestanosti. U specifikacijama sirene navodi se nekoliko stavki:

- ✓ **Učestanost zvuka koji emituje:** Većina sirena emituje zvuk učestanosti između 2 i 4 kHz, jer ljudsko uho vrlo lako detektuje zvuk u tom opsegu.
- ✓ **Radni napon i opseg napona:** Obavezno proverite da li ste nabavili sirenu koja radi s jednosmernim naponom koji obezbeduje vaš uredaj.
- ✓ **Jačina zvuka koji proizvodi u decibelima (db) kao jedinici mere:** Što je veća vrednost u decibelima, to je zvuk jači. Veći jednosmerni napon (u opsegu radnog napona sirenе) obezbeduje jači zvuk.



Vodite računa o tome da zvuk ne bude toliko jak da ošteti vaš sluh. Počeće da vam zuji ili bubenji u ušima pri jačini zvuka od 85 db i više.

Deo III

Sve je na papiru

The 5th Wave

By Rich Tennant



U ovom delu...

Svoj put kroz šumu elektronskih projekata naći ćete pomoću šematskog dijagrama – mape na kojoj ćete otkriti koje su vam komponente potrebne i kako ih međusobno treba povezati. U ovom delu naučićete da čitate šeme i da na osnovu njih utvrđujete da li kolo svira, svetli, okreće se... Na kraju ćete imati jasnu sliku o tome šta sve te silne linije i simboli zaista znače.

Poglavlje 6

Čitanje električnih šema

U ovom poglavlju

Razumevanje uloge električnih šema

Upoznavanje s najčešće korišćenim simbolima

Upotreba (ali ne i zloupotreba!) polariteta komponente

Specijalne komponente

Zabavite se šemama iz svih krajeva sveta

Zamislite da bez mape vozite nepoznatim predelima. Vrlo je verovatno da ćete zalutati i da ćete na kraju početi da vozite u krugovima. Mape i auto-karte postoje kako bi vam pomogle da pronađete pravi put. Mape možete koristiti i za pravljenje elektronskih kola. Takve mape se zovu *šematski dijagrami*, i one vam pokazuju kako su povezane komponente u kolu. Na šemama se veze prikazuju simbolima koji predstavljaju elektronske komponente i linijama koje predstavljaju način njihovog povezivanja.

Iako se šemama ne prikazuju sva elektronska kola s kojima ćete se susretati, većina jeste prikazana na taj način. Ako ste odlučili da se ozbiljno bavite elektronikom, pre ili kasnije ćete morati da naučite kako se čitaju šeme. Iznenadenje! Jezik šema nije tako težak. Na većini šematskih dijagrama koristi se tek desetak simbola za komponente, kao što su otpornici, kondenzatori i tranzistori.

U ovom poglavlju reći ćemo vam sve što bi trebalo da znate kako biste mogli da pročitate bilo koju električnu šemu.

Šta je šema i zašto je ona važna?

Ako znate da čitate mapu, već ste na dobrom putu da naučite da čitate i električne šeme. Šematski dijagrami umnogome liče na mape i auto-karte na kojima linije povezuju mesta ili predele. Dok se na mapama linije koriste za povezivanje tačaka i zvezdica koje predstavljaju naselja i gradove, na šemama se linije koriste za povezivanje simbola koji predstavljaju otpornike, tranzistore i kondenzatore što čine neko električno kolo.



Šeme imaju dve osnovne svrhe:

- ✓ **Pokazuju kako da reprodukujete kolo.** Čitanjem šeme, prepoznavanjem simbola i praćenjem njihovih medusobnih veza, možete napraviti kolo prikazano na šemi.
- ✓ **Omogućavaju da razumete kako kolo radi.** Zbog toga ćete, ako zatreba, na pravi način moći da popravite neispravno kolo ili da zamenite komponentu.

Istraživanje načina na koji se čita električna šema pomalo nalikuje na učenje stranog jezika. U principu, otkriće da se na svim šemama prilično poštuju standardne konvencije. Kao što možete govoriti različite dijalekte mnogih stranih jezika, i jezik električnih šema daleko je od univerzalnog. Šeme se mogu razlikovati na osnovu vremena kada su nastale, zemlje porekla, kapricioznosti projektanta i mnogih drugih činilaca.

U ovoj knjizi koristimo konvencije standardno prihvачene u Severnoj Americi. Da bismo vam pomogli da ovlastate i mnogim varijacijama koje ćete susretati, objasnićemo i druge konvencije, uključujući one koje se koriste u Evropi, te dijagrame starijeg stila u kojima se koriste simboli delova kao što su vakumske cevi, prehodnice digitalnih komponenata.



Upoznavanje sa šematskim simbolima

U savremenim šemama elektronskih kola koristi se nekoliko stotina simbola, dok se u starijim kolima iz vremena vašeg dede koristi još više simbola, među kojima su oni za vakumske cevi i druge komponente. Ipak, imate sreću – neophodno je da zapamtite samo nekoliko desetina simbola. Ostale uvek možete potražiti u priručnicima i knjigama kada ih budete videli na nekoj šemi.

U ovom poglavljiju predstavićemo najčešće korišćene simbole, uključujući one za osnovne komponente – na primer, otpornike i kondenzatore; simbole logičkih kola kao što su I i ILI; tranzistore i druge. Simbole ćemo predstaviti svrstane u sledeće četiri kategorije:

- ✓ **Osnovni šematski simboli:** Masa i uzemljenje, tačke spajanja, ulazi i izlazi
- ✓ **Elektronske komponente:** otpornici, tranzistori, diode i prigušnice
- ✓ **Logički simboli:** kola I, ILI, NILI i NE (invertori)
- ✓ **Raznovrsni drugi simboli:** prekidači, sijalice i ostali hardver

Osnovni šematski simboli

Prvi, osnovni šematski simboli predstavljaju mehaničke aspekte kola, kao što su napajanje, mesta i načini povezivanja i svi konektori, utikači i terminali.

U poglavljima 4 i 5 naći ćete informacije o konektorima i utikačima, a u poglavljju 1 o osnovnim pojmovima, izvorima napajanja i uzemljenju.





Napajanje i uzemljenje

Simbol napajanja liči na štapec s kružićem na vrhu. Simbol uzemljenja je duga linija s tri horizontalne crte na dnu. Kolo može da se napaja iz izvora naizmenične struje (AC), kao što je utičnica u zidu napona 220 volti, ili iz izvora jednosmerne struje (DC), kao što je baterija ili izlaz (strana manjeg napona) adaptera ili transformatora. Uzemljenje je veza koja se koristi kao referenca za sve napone u kolu.

Evo kako šeme mogu da izgledaju u zavisnosti od korišćenog izvora napajanja:

- ✓ U elektronskim kolima koja se napajaju iz gradske električne mreže, obično se koristi interno napajanje koje smanjuje napon od 220 volti i pretvara ga u jednosmerni napon. Taj niži, jednosmerni napon napaja komponente u kolu. Ako, primera radi, pred sobom imate električnu šemu video rikordera ili nekog drugog uređaja koji se napaja iz gradske električne mreže, na njoj je verovatno prikazano i naizmenično i jednosmerno napajanje.
- ✓ U kolima koja se napajaju jednosmernim naponima, na šemi se nalazi jedan ili više izvora napajanja, kao što su +5 V, +12 V pa čak i +5/-12 V. Ako na šemi nije naveden napon, često se (mada ne uvek) radi o napajanju od 5 V. Ukoliko izričito nije navedeno drugačije, napon na šemi je skoro uvek jednosmeran a ne naizmeničan.

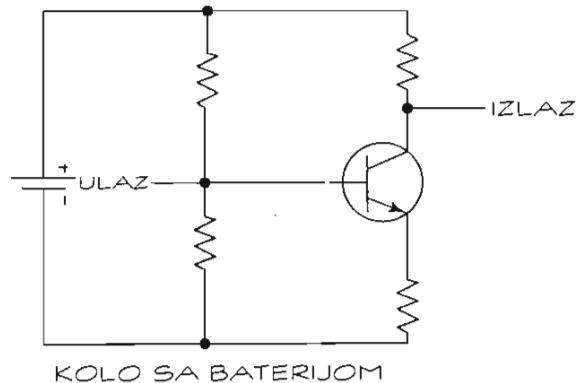
Kao što smo već rekli u poglavlju 1, za sve električne veze neophodne su najmanje dve žice: jedna za napajanje, druga za uzemljenje. Nekada se uzemljenje naziva *i nula* ili *masa*. Kao što se vidi na slici 6-1, uzemljenje u kolu može se prikazati na više načina:

- ✓ **Nema simbola uzemljenja:** Na šemi su dve žice koje napajaju kolo. U kolima koja se napajaju iz baterija, uzemljenje je negativan pol baterije.
- ✓ **Jedan simbol uzemljenja:** Sve veze sa uzemljenjem slivaju se u jednu tačku. Ne prikazuje se izvor napajanja, ali se uzemljenje uvek povezuje s negativnim polom baterije ili jednosmernog izvora napajanja.
- ✓ **Više simbola uzemljenja:** Na složenijim šemama obično je lakše nacrtati kolo s nekoliko tačaka uzemljenja. U stvarnom kolu sve te tačke su objedinjene u jednu.

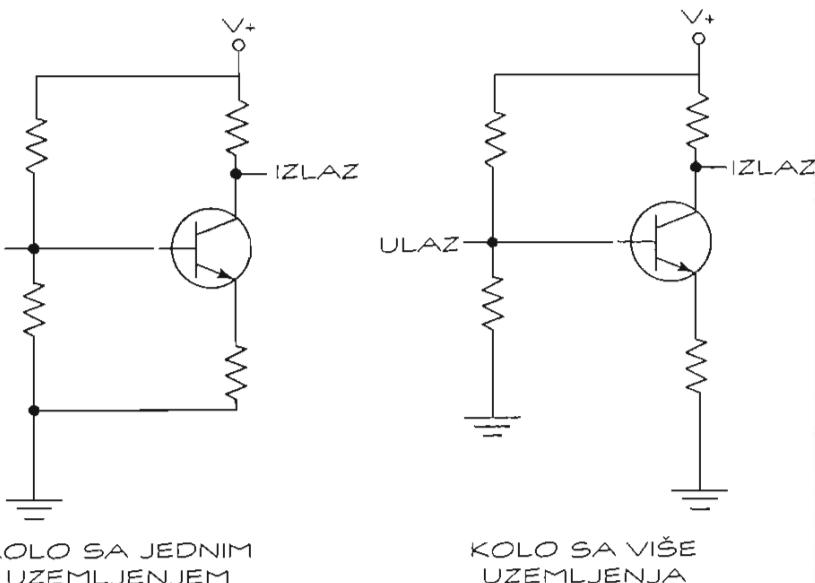
Postoje dva osnovna oblika simbola uzemljenja: klasično uzemljenje (zemlja) i uzemljenje na šasiji (masa), kao što je prikazano na slici 6-2. Iako se ti simboli na šemama koriste ravnopravno, oni zapravo imaju različita značenja.

Uzemljenje označava vezu sa žicom uzemljenja u kućnom električnom sistemu. Na primer, za uzemljenje se najčešće koristi treća (obično zelena) žica u trožilnom kablu.

S druge strane, *uzemljenje na šasiji (masa)* čine povezane žice u kolu visokog napona. Izraz je nastao zbog toga što je na starijim uređajima (hi-fi sistem, televizor...) metalna šasija služila kao zajednička veza sa uzemljenjem. Danas se metalna šasija retko koristi za vezu sa uzemljenjem, ali se, bez obzira na to, izraz „masa“ i dalje upotrebljava.



Slika 6-1:
Uzemljenje se
na šemama
može prikazati
na više načina:
bez simbola
(kada se obično
zamenjuje
simbolom bate-
rije), s jednim
simbolum
uzemljenja i sa
više simbola
uzemljenja.



Slika 6-2:
Uzemljenje i
masa su dve
različite stvari,
s tehničke tačke
gledišta, pa se
i predstavljaju
različitim
šematskim
simbolima.



UZEMLJENJE

MASA
(UZEMLJENJE NA ŠASIJI)



SAVET
U ovoj knjizi koristićemo samo simbol za uzemljenje jer se u savremenim šemama on koristi kao standard.

Međuveze

Komponente se u kolu povezuju ili izolovanim žicama ili tankim bakarnim trakama na štampanoj ploči. (O štampanim pločama i o tome kako ih možete napraviti saznaćete u poglavlju 12.)

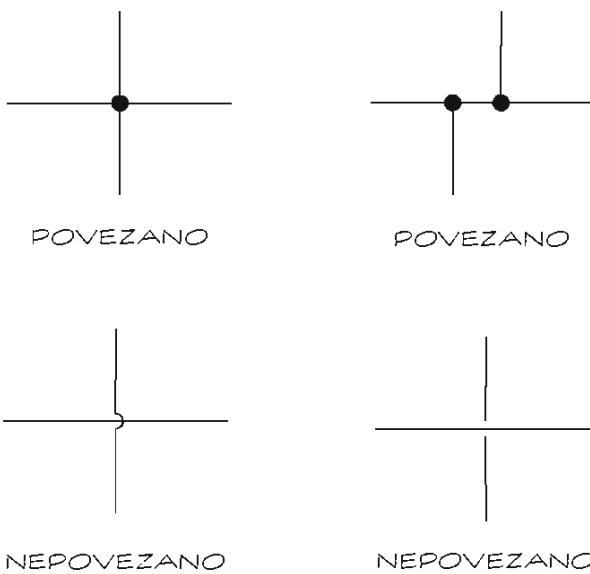
Na šemama se uglavnom ne pravi razlika između načina povezivanja komponenata. Ta veza potpuno zavisi od toga kako ste odlučili da napravite kolo.

Šematsko predstavljanje povezivanja samo pokazuje kuda ide koja žica.

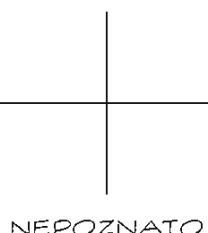
Na složenijim šemama neke linije moraju da prelaze jedna preko druge. Zato je neophodno da znate kada ukrštene linije predstavljaju vezu dve žice, a kada ne. Na idealnoj modernoj šemi, povezane i nepovezane žice prikazujete na sledeći način:

- ✓ Prekid ili polukrug predstavljaju nepovezane žice.
- ✓ Tačka na mestu preseka dve žice označava da su one povezane.

Uobičajene varijacije prikazane su na slici 6-3.



Slika 6-3:
Na šemama se različito prikazuju povezane i nepovezane žice.





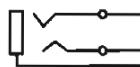
Ovaj način prikazivanja međuveza nije univerzalan, pa morate proveriti stil crtanja šeme da biste otkrili koje su žice povezane a koje nisu. Na primer, na nekoj šemi, povezane žice mogu biti nacrtane bez tačke koja označava mesto preseka, pa je nepoznato da li veza postoji ili ne.

Šeme nisu savršene!

Na šemama na kojima se ne koristi ni prekid ni polukrug, samo vam postojanje tačaka omogućava da otkrijete koje žice treba da budu povezane, ali ne i koje nisu povezane. Šta se događa ako je osoba koja je nacrtala šemu zaboravila da unese tačke? Žao nam je što to moramo da kažemo, ali se i u električnim šemama mogu naći greške, baš kao i u svim drugim oblastima života. Ako napravite

kolo na osnovu takve šeme i kolo ne proradi kada ga prvi put povežete sa izvorom napajanja, prvo posumnjajte na ispuštenu vezu negde u kolu. Međutim, ukoliko nemate elektroničarskog iskustva nećete tako lako odrediti koja veza nedostaje. U takvim slučajevima, zatražite – ako je moguće – pomoć od osobe koja je nacrtala šemu.

Utikači, utičnice i konektori



Prvi prikazani simbol je dvožična utičnica, a drugi predstavlja oklopljenu utičnicu; to su dva najčešća tipa utičnica koja se koriste u elektronici. Većina elektronskih kola na neki je način u interakciji sa spoljnjim svetom. Uzmimo kao



primer pojačalo za gitaru. Ono svakako mora da ima utičnicu da biste mogli da priključite gitaru. U drugim kolima koriste se i utičnice, utikači ili drugi konektori za interakciju s drugim uređajima kao što su temperaturne sonde, mikrofoni ili pakovanja baterija.

Za ostvarivanje tih veza najčešće se koriste sledeće komponente:

- **Uticnica i utikač:** To je odlično uskladen par pošto *utičnica* prima *utikač*. Na primer: „Jelena je uključila slušalice u utičnicu svog novog CD plejera“.
- **Konektor:** *Konektor* je opšti izraz za sve što omogućava lako uspostavljanje i raskidanje veza u kolu. Konektor može da bude sklop s više ležišta ili jednostavan priključni blok s dva vijka.

Simboli za utičnice, utikače i konektore umnogome se razlikuju od šeme do šeme. Simboli koje ćemo mi koristiti u ovoj knjizi spadaju među najčešće upotrebljavane. Stil simbola može se razlikovati od jedne šeme do druge, ali je ideja ista – konektor je sredstvo za povezivanje neke komponente ili dela sa ostatkom elektronskog kola.

Simboli elektronskih komponenata

Postoji bukvalno nekoliko stotina simbola za elektronske komponente jer upravo toliko komponenata treba šematski predstaviti. Srećom, verovatno ćete na šemama koje budete koristili vidati samo mali broj tih simbola.



Ovaj odeljak započećemo predstavljanjem oznaka koje prate komponente na šemama, a zatim ćemo prikazati i opisati simbole najčešćih komponenata, podejane u kategorije.

Dok budete čitali ovaj odeljak, slobodno pogledajte i poglavlja 4 i 5 ako treba da osvežite znanje o tome šta odredena komponenta radi i za šta je možete upotrebiti.

Simboli komponenata vole društvo

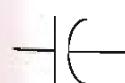
Simboli komponenata „ne voše“ da su sami, pa tako svaki simbol na šemi prati jedna ili više sledećih oznaka:

- ✓ **Referentna identifikaciona oznaka:** Identifikaciona oznaka, na primer „R1“ ili „Q3“. Prihvaćeno je da se za tip komponente koristi slovo. Obično se R koristi za otpornik, C za kondenzator, D za diodu, L za induktivni kalem, T za transformator, Q za tranzistor i U ili IC za integrисano kolo. Ako u kolu postoji više komponenata istog tipa, brojčani sufiks (R3, na primer) identificuje određenu komponentu.
- ✓ **Kataloški broj:** Koristi se ako je komponenta standardna, ako je reč o tranzistoru ili integrisanom kolu, ili ukoliko ste kupili komponente proizvodača koji koristi oznake za obeležavanje svojih proizvoda. Primera radi, ta oznaka može da bude 2N2222 (često korišćen tranzistor) ili 555 (tip integrisanog kola koje se koristi u uređajima za merenje vremena).
- ✓ **Vrednost:** Koristi se ako komponenta nema kataloški broj. Vrednosti se najčešće koriste za otpornike i kondenzatore. Na primer, kada se koristi neki otpornik, vrednost otpora – u omima, kiloomima (hiljadama oma) ili megaomima (milionima oma) – može da bude navedena pored simbola otpornika i/ili referentne identifikacione oznake.



Da bi se ukazalo na pravilno funkcionisanje kola, na šemama se mogu navesti i dodatne specifične osobine komponente. Na primer, obično prepostavljate da su, sem ako je drugačije naznačeno, svi otpornici u kolu snage $\frac{1}{4}$ ili $\frac{1}{2}$ vati. Kada je za kolo neophodna neka druga vrednost snage – recimo, otpornik snage od 1 vata ili 10 vati – tu vrednost možete napisati pored simbola na šemi. U drugim slučajevima, sve posebne osobine i zahteve možete napisati u sastavnici ili u prilogu šemi.

Kondenzatori (C)



Šematski prikaz kondenzatora odslikava njegovu unutrašnju konstrukciju: dve provodne pločice razdvojene malom prazninom. Taj prostor i njegov sadržaj naziva se dielektrik. Kao što je rečeno u poglavlju 4, dielektrik može da bude vazduh, tečnost ili neki oblik izolatora (plastika ili liskun).

Kondenzatori mogu da budu polarizovani i nepolarizovani. Na šemama se polaritet prikazuje znakom plus, iako na samom kondenzatoru polaritet može da bude označen ili znakom plus ili minus pored jednog od dva izvoda.

Bukvar referentnih identifikacionih oznaka

Kondenzatori se često na šemama označavaju slovom (C) za kojim sledi referentna identifikaciona oznaka (C2). Broj ukazuje na određeni kondenzator i koristi se i u sastavniči u kojoj navodite vrednosti kapacitivnosti kondenzatora, ako ona nije odštampana pored simbola kondenzatora. Najčešće se koriste slova koja navodimo u nastavku. Obratite pažnju na to da se za neke komponente koriste skraćenice a ne slova, ali je nomena i uloga ista:

C – kondenzator
D – dioda

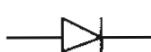
IC (ili U) – integrisano kolo
L – induktivni kalem
LED – dioda koja emituje svetlost
Q – tranzistor
R – otpornik
RLY – relaj
T – transformator
XTAL – kristal
Kada u različitim naslovima i podnaslovima ovog poglavlja vidite slova u zagradi (kao u prvom sledećem naslovu), ona treba da vas podsete na referentnu identifikacionu oznaku te komponente.

Kristali i rezonatori (XTAL)

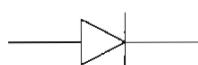


Kristali i rezonatori obezbeđuju preciznu vremensku bazu za elektronska kola. Kada te komponente koristite sa odgovarajućim oscilatornim kolom, kristal ili rezonator generiše niz impulsa, nalik metronomu. Simbol kristala liči na simbol kondenzatora, sem što se između pločica nalazi pravougaonik.

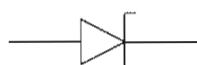
Diode (D)



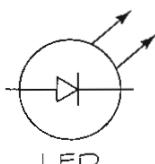
Postoji mnogo vrsta dioda, među kojima su ispravljačke diode, Zener diode i diode koje emituju svetlost (LED). Na slici 6-4 prikazane su najčešće korištene diode: standardna ispravljačka dioda, Zener dioda, LED dioda i fotodioda. LED diode možete upotrebiti kao indikatorske lampice, a fotodiode – za detekovanje svetlosti. Senzor u daljinskom upravljaču video-rikordera primer je fotodiode. U kolima za napajanja pronaći ćete diode spojene u mostove, koje pretvaraju naizmenični napon u jednosmerni.



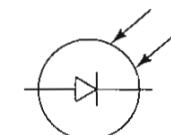
STANDARDNA DIODA



ZENER DIODA



LED



FOTODIODA

Slika 6-4:
Simboli za
različite vrste
dioda.

Induktivni kalemovi (L)

 Induktivni kalemovi su namotaji žice koji se često koriste u radio-frekventnim kolima kao što su AM radio-prijemnici i predajnici. Simboli za različite vrste kalemoveva veoma su slični i lako se primećuju. Osnovna razlika među induktivnim kalemovima ogleda se u materijalu od kojeg je napravljeno jezgro. Najčešće se koriste vazduh i gvožđe.

Operacioni pojačavači (U ili IC)



Operacioni pojačavači su vrsta integrisanih kola, jer su oni zapravo kolo u kolu. U njima su objedinjeni, u jednoj komponenti, svi delovi neophodni za pojačavanje signala. Na šemama se najčešće koristi prikazani simbol za sve pojačavače, ne samo za operacione. Osnovni operacioni pojačavač ima dva ulaza (jedan označen znakom + drugi znakom -) i jedan izlaz.

Releji (RLY)



Releji se koriste za otvaranje i zatvaranje kola dok se drugi napon (najčešće male vrednosti) koristi kao kontrolni. Releji se medusobno razlikuju po broju kontakata. Na slici je prikazan simbol dvopolnog prekidačkog releja. Kada radite s reljima, obavezno držite kontrolni napon (koji je na slici povezan s kalemom) odvojeno od kontaktne napone (koji je na slici povezan s kontaktima releja), pošto oni mogu da se razlikuju i nije predviđeno da im se zamenuju mesta.

Otpornici (R)



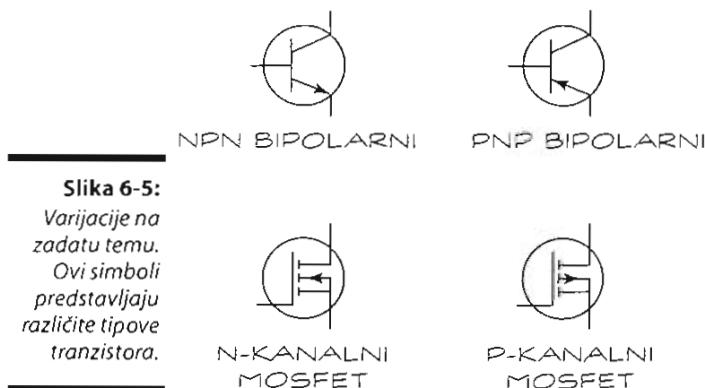
Otpornici su verovatno najčešće komponente svakog elektronskog kola. Otpornici mogu biti stalni ili promenljivi. Otpornost stalnog otpornika, nikada se ne menja. U slučaju promenljivog otpornika, otpornost se može menjati. Šta utiče na promenu otpornosti, zavisi od konstrukcije promenljivog otpornika. U nekim slučajevima na promenu utičete ručno, na primer, okretanjem dugmeta; u drugim slučajevima, uzrok promene otpornosti je spoljni uticaj – na primer, promena jačine svetlosti, temperature ili napona. U odeljku „Jedna veličina odgovara svemu; prilagodljive komponente“ saznaćete nešto više o promenljivim otpornicima.

Tranzistori (Q)



Tranzistori se u kolima često koriste kao prekidači ili kao pojačavači. Većina tranzistora ima tri izvoda (ponekad i četiri). Strelice koje su deo simbola ukazuju na tip tranzistora. Na primer, kod bipolarnog PNP tranzistora, strelica je usmerena ka bazi. Kod bipolarnog NPN tranzistora, strelica je usmerena od baze. (O osnovnim delovima tranzistora, pa i o bazi koju ovde pominjemo, govorili smo u poglavlju 4.)

Najčešće se koriste bipolarni tranzistori, ali se upotrebljavaju i drugi tipovi, kao što su tranzistori sa efektom polja (FET) i jednospojni tranzistori (UJT). Imajte na umu da postoje i tranzistori osetljivi na svetlost koji se uključuju kada se izlože dejstvu svetlosti. Na slici 6-5 prikazani su simboli za PNP, NPN i FET tranzistore.



Slika 6-5:
Varijacije na zadatu temu.
Ovi simboli predstavljaju različite tipove tranzistora.

Transformatori (T)

Transformatori rade upravo ono što im ime kazuje: transformišu (pretvaraju) električnu struju ili napon u veće ili manje vrednosti. Transformatori se najčešće nalaze u sledećim delovima kola:

- ✓ **Deo za napajanje:** U njemu se transformator koristi za smanjivanje napona od 220 V na manju vrednost, recimo 12 ili 18 volti.
- ✓ **Deo audio izlaza:** U njemu transformator služi za promenu *impedanse* kola (mere suprotstavljanja električnog kola protoku naizmenične struje) do nivoa odgovarajućeg za pokretanje audio zvučnika.

Simboli logičkih kola

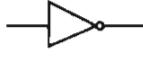
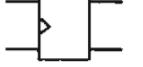
Na šematskim dijagramima mnogih digitalnih kola nalaze se i simboli za logička kola. Simboli logičkih kola ukazuju na akciju koja je odgovor na dva moguća naponska stanja (1 ili 0, uključeno ili isključeno). Pored napajanja, ta naponska stanja jedina su u digitalnom kolu. Simbole za najčešća logička kola navodimo u tabeli 6-1.



Tabela 6-1 Simboli najčešćih logičkih kola

Ime	Simbol	Funkcija
I		Izlaz je binarno 1 samo ako su oba ulaza binarno 1
NI		Isto kao I kolo, ali je izlaz invertovan (binarno 0)

Tabela 6-1 Simboli najčešćih logičkih kola (nastavak)

Ime	Simbol	Funkcija
ILI		Izlaz je binarno 1 ako je bilo koji ulaz (ili oba) binarno 1
NIЛИ		Isto kao ILI kolo, ali je izlaz invertovan (binarno 0)
Bafer		Obезбеђује заштитni bafer ili dodatnu pokretačku struju između dva kola
Invertor		Slično baferu, ali je izlaz invertovan
Flip flop		Menja izlaz od 0 u 1 i obrnuto

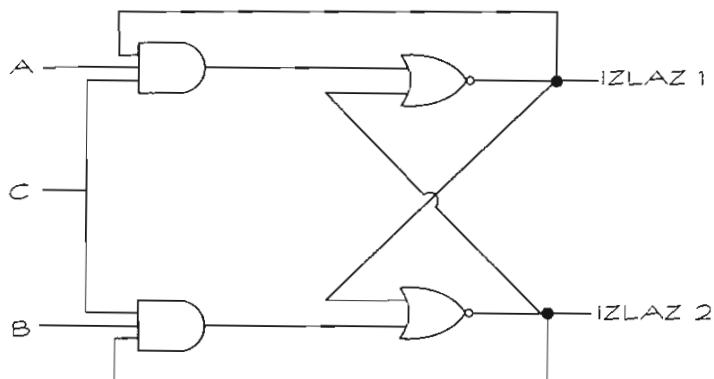
Iako I, ILI i ostala logička kola možete napraviti pomoću tranzistora, u većini slučajeva koristi se integrisano kolo (IC). Jedno integrisano kolo sadrži veći broj pojedinačnih logičkih kola. Na primer, integrisano kolo 7400 sadrži četiri kola koja koriste isto napajanje.

Na nekim šemama prikazuju se pojedinačna logička kola, a na nekim veze sa integrisanim kolom. Primere vidite na slici 6-6. Bez obzira na to da li se na šemi prikazuju zasebna logička kola ili celo integrisano kolo, obično se navode veze s napajanjem. Ako te veze nisu naznačene, nemate izbora sem da potražite takozvani raspored izvoda u referentnom priručniku. *Raspored izvoda* je referentni list na kojem se vidi za šta se koristi koja veza ili izvod integrisanog kola. Često se dijagram rasporeda izvoda nalazi u uputstvima koja dostavljaju proizvođači integrisanih kola, a možete ih pronaći i na Webu, pomoću nekog od poznatih pretraživača.

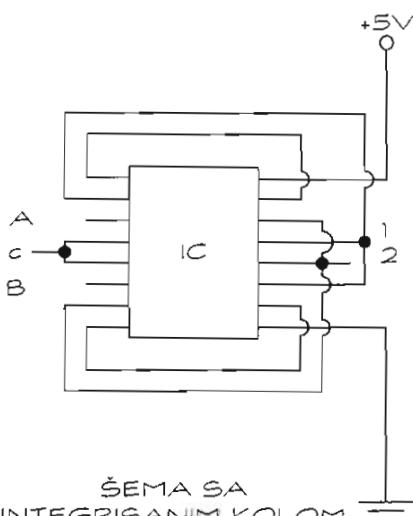
Raznovrsni ostali simboli

Na šemama ćete videti i mnoge druge simbole koji se koriste za predstavljanje različitih komponenata i elektronske opreme. Većina simbola je jasna sama po sebi, pa ćemo se potruditi da u ovom odeljku sve bude što jednostavnije.

Obratite posebnu pažnju na simbole koji se koriste za prekidače. Šematski simbol za prekidač ukazuje i na broj *polova* (veza) i položaje prekidača. Svaki pol može da uključi različite delove kola, recimo one koji se napajaju različitim naponima. (Detaljnije ćemo o prekidačima govoriti u poglavljiju 7).



ŠEMA SA POJEDINAČNIM LOGIČKIM KOLIMA



Slika 6-6:
Na šemama se mogu prikazati zasebna logička kola ili kompletno integrisano kolo.

Evo najčešćih tipova prekidača i nekih varijacija koje ćete koristiti dok se budete bavili elektronским projektima:

- ✓ Jednopoljni prekidač ima jedan položaj (uključeno-isključeno) i samo jedan pol.
- ✓ Dvopolni preklopnik ima dva položaja (uključeno-uključeno ili uključeno-isključeno-uključeno) i dva pola.
- ✓ Ostale varijacije su dvopolni prekidač i prekidači sa tri i više polova.
- ✓ Pored polova i veza, neki prekidači sadrže i oprugu („prekidači s jednim položajem, tasteri“). Oni se opisuju ili kao normalno otvoreni (NO) ili normalno zatvoreni (NC). Prekidač je u normalnom stanju kada taster nije pritisnut. Na primer, kod normalno otvorenog prekidača kolo nije zatvoreno sve dok ne pritisnete taster.

U tabeli 6-2 prikazani su simboli najčešće korišćenih prekidača, kao što su jednopolni i dapolni, uz simbole za neke druge komponente među kojima su zvučnici, baterije i sijalice sa usijanim vlaknom.

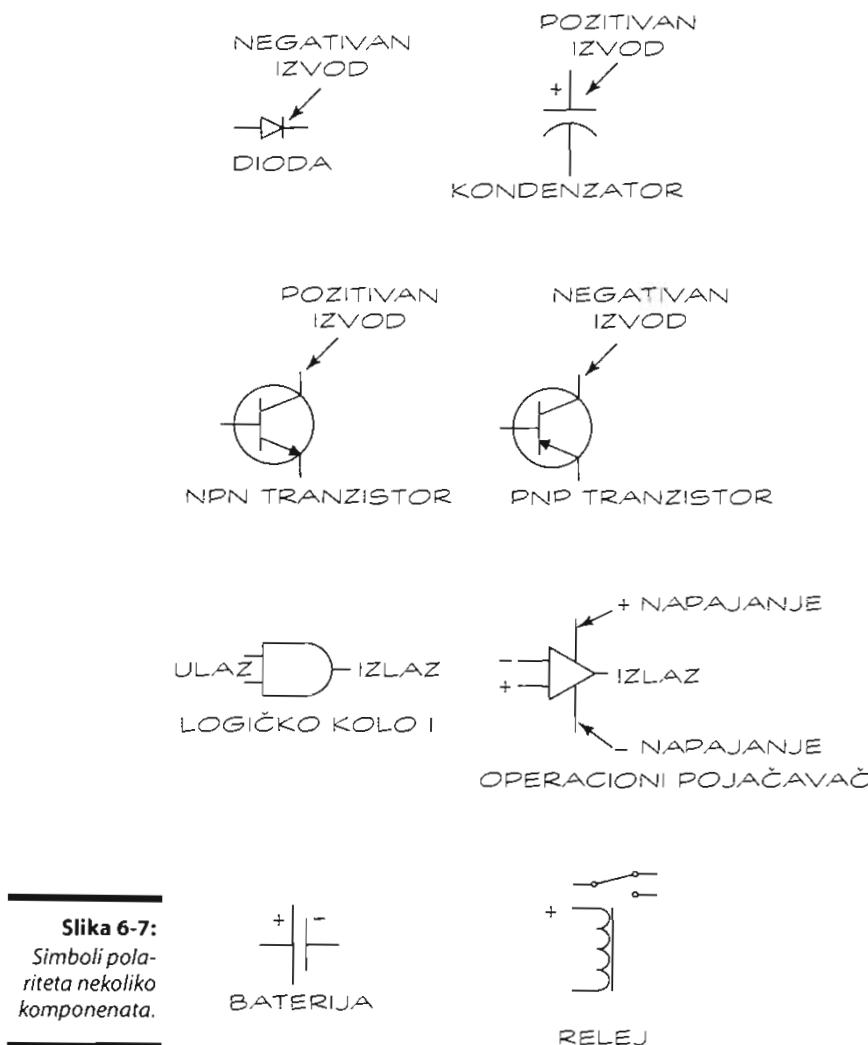
Tabela 6-2 Simboli različitih komponenata

Ime	Simbol
Jednopolni prekidač	
Jednopolni preklopnik	
Dvopolni preklopnik	
Prekidač, normalno otvoren	
Prekidač, normalno zatvoren	
Zvučnik	
Piezoelektrična sirena	
Baterija	
Merač	
Sijalica sa usijanim vlaknom	

Ispravan polaritet komponente

Za mnoge komponente, mada ne za sve, koriste se polarizovane veze. Da biste bili sigurni da će te komponente pravilno funkcisati, morate ih ispravno povezati u kolo. U nekim slučajevima, obrtanje polariteta može nepovratno oštetiti tu komponentu, ali i ostale komponente u kolu.

Na slici 6-7 prikazano je kako se na šemama identificuje polaritet različitih komponenata.



Slika 6-7:
Simboli polariteta nekoliko komponenta.

Obavezno vodite računa o polaritetu kada radite sa sledećim komponentama:

- ✓ **Dioda:** Uključujući ispravljačke diode, Zener diode i diode koje emituju svetlost (LED). Na šemama se polaritet označava kratkom linijom i ona predstavlja *katodu* to jest negativan pol diode.
- ✓ **Neki kondenzatori:** Elektrolitički, tantalni i nekoliko drugih specifičnih tipova. Na šemama se polaritet označava znakom + (plus).
- ✓ **Tranzistori:** Na šemama se polaritet označava prikazivanjem odgovarajućeg tipa simbola.
- ✓ **Logička kola i druga integrisana kola:** Oznake ili druga obeležja simbola označavaju polaritet na šemama.
- ✓ **Operacioni pojačavači:** Operacioni pojačavač ima tri veze (pored napajanja): dva ulaza i jedan izlaz. Ulazi su označeni znacima + (neinvertujući) i - (invertujući).

- ✓ **Baterija:** Na šemama se polaritet prikazuje znakom + (plus), a ponekad i znakom – (minus).
- ✓ **Relej:** Samo kalem. Polaritet je označen znakom + (plus).

Jedna veličina odgovara svemu: prilagodljive komponente

Nekoliko tipova elektronskih komponenata je prilagodljivo. Umesto da rade na samo jednoj vrednosti, ručno možete podešavati komponentu i njenu vrednost u određenom opsegu.

Najčešće prilagodljive komponente s kojima ćete raditi (a čiji su simboli prikazani na slici 6-8) jesu:

- ✓ **Promenljivi otpornik:** Naziva se i potenciometar. Možda najčešće korišćen od svih promenljivih komponenata, ovaj tip otpornika se upotrebljava za upravljanje jačinom zvuka, podešavanje jačine svetlosti i za mnoge druge primene. Potenciometar se sastoji od otpornog elementa povezanog između dva izvoda (terminala) – kao što je vlakno u sijalici. Na trećem izvodu registruje se promena otpornosti kada se okreće dugme potenciometra. Na slici 6-8 prikazan je šematski simbol potenciometra.
- ✓ **Promenljivi kondenzator:** Promenljivi kondenzator se najčešće koristi za fino podešavanje kola, na primer u radio-prijemniku. Kondenzator se sastoji od dve ili više metalnih pločica razdvojenih vazduhom. Okretanjem dugmeta menja se kapacitivnost kondenzatora.
- ✓ **Promenljivi induktivni kalem:** Slično promenljivom kondenzatoru, promenljivi kalemovi se najčešće koriste u kolima za podešavanje. Kalem se obično sastoji od namotaja žice oko pokretnog metalnog jezgra. Okretanjem tog jezgra menja se induktivnost kalem-a.

Slika 6-8:
Na šematskim simbolima promenljivih komponenata koristi se strelica ili neki drugi znak koji pokazuje da se vrednost komponente može menjati.



PROMENLJIVI
OTPORNIK

PROMENLJIVI
KONDENZATOR

PROMENLJIVI
KALEM



Da biste se podsetili šta su kapacitivnost i induktivnost, pročitajte poglavlja 4 i 5.

Fotoosetljive komponente pomažu da vidite svetlost

Specijalne, fotoosetljive verzije otpornika, dioda i tranzistora reaguju na promene osvetljenja. Vrednost komponente se menja u zavisnosti od količine svetlosti koja pada na datu komponentu. Na većini šema, takva priroda komponenata označava se jednom strelicom ili dvema strelicama usmerenim ka telu komponente.

U tabeli 6-3 prikazani su šematski simboli za neke komponente osetljive na svetlost: fotoćelije/fotootpornike, fotodiode, fototranzistore i solarne ćelije.

Tabela 6-3 Simboli fotoosetljivih komponenata

Ime	Simbol	Funkcija
Fotoćelija/fotootpornik*		Fotoosetljiva verzija otpornika
Fotodioda		Fotoosetljiva verzija diode
Fototranzistor		Fotoosetljiva verzija tranzistora
Solarna ćelija		Generiše elektricitet kao reakciju na sunčevu svetlost

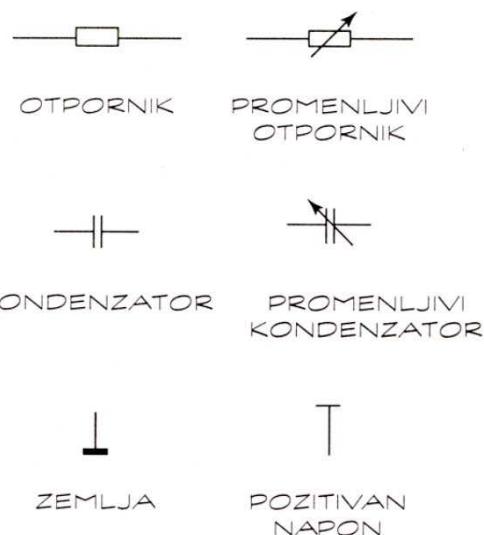
* Izraze fotoćelija i fotootpornik možete koristiti kao sinonime.

Alternativni stilovi šematskih dijagrama

Šematski simboli predstavljeni u ovom poglavlju pripadaju stilu crtanja koji se koristi u Severnoj Americi (posebno u SAD) i Japanu. U nekim zemljama, naročito u Evropi i Australiji, upotrebljavaju se nešto drugačiji simboli. Ako koristite šemu za kolo koje nije projektovano u SAD ili Japanu, moraćete da „prevedete“ šeme kako biste otkrili sve komponente i njihovu ulogu u kolu.

Na slici 6-9 prikazani su simboli koji se obično koriste u Evropi. Obratite pažnju na očigledne razlike u simbolima otpornika – i stalnih i promenljivih.

Simboli se na ovim šemama organizuju drugačije nego na šemama u američkom stilu. U SAD vrednost otpornosti otpornika veća od 1000 izražava se kao 6.8K ili 10.2K, gde slovo K sledi za brojnom vrednošću. U Evropi se ne koristi decimalna tačka (a ni zarez). Najčešće ćete videti da se vrednost otpornosti izražava kao 6K8 ili 10K2 a slovo K (što je skraćenica za kiloom, to jest hiljadu oma) koristi se umesto decimalnog zareza.



Slika 6-9:
Šematski simboli za kola projektovana u Evropi.

Možda ćete nekad videti i druge varijacije šematskih dijagrama, ali se one lako razumeju i razlike nisu značajne. Kada budete naučili da čitate šeme jednog stila, i ostale ćete razumeti bez problema.

Poglavlje 7

Osnove elektronskih kola

U ovom poglavlju

Šta je elektronsko kolo?

Osnovna elektronska kola

Redno i paralelno povezivanje kola

Smanjivanje napona razdelnikom napona

Merenje električne struje

Uparivanje otpornika i kondenzatora

Rad s tranzistorima

Još veće pojačavanje operacionim pojačavačem

Sve je jednostavno sa integriranim kolima

Zamislite da umesto elektronskog uređaja pravite lepu malu drvenu kuću za odmor. Morate znati sve o alatkama i materijalima koji su vam neophodni za gradnju, ali morate i steći veštine i ovladati zanatima, na primer stolarskim i vodoinstalaterskim. Međutim, pre nego što počnete radove, treba da napravite projekat, tj. nacrt krajnjeg izgleda kućice. Upravo to je *električna šema*: nacrt elektronskog kola koje čini osnovu svakog elektronskog uređaja.

U ovom poglavlju govorićemo o osnovama elektronskih kola i osnovnim građivnim blokovima (komponentama) koje koristite da biste sledili nacrt i shvatili kako kolo funkcioniše. *Da biste nastavili čitanje ovog poglavlja, postoji jedan preduslov: vrlo je važno da prethodno pročitate poglavlje 6.*

Šta je elektronsko kolo?

Elektronsko *kolo* je skup komponenata međusobno povezanih žicama kroz koje teče električna struja. Kolo ima pet osnovnih delova:

- ✓ izvor napajanja
- ✓ komponente, kao što su otpornici i tranzistori
- ✓ žice koje povezuju sve elemente kola

- ✓ izlazni uređaj (koji se naziva i opterećenje), na primer zvučnik
- ✓ uzemljenje koje kompletira kolo

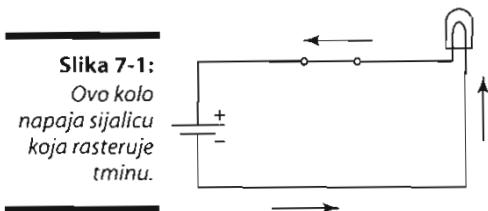
Mnoga kola, ali ne sva, imaju i ulaz.

Najosnovnije kolo

Sigurno je da nećete početi da se bavite gradenjem kuća tako što ćete se upustiti u izgradnju „monstruma“ sa 36 soba, sa složenim kućnim stereo sistemom ugrađenim u zidove i lavigintom tajnih prolaza u podrumu, zar ne? Slično tome, ne bi trebalo da započnete istraživanje elektronskih kola od nekog izuzetno složenog. Zato ćemo krenuti s nečim što je ekvivalentno gradenju kolibe. To je jednostavno kolo koje napaja sijalicu.

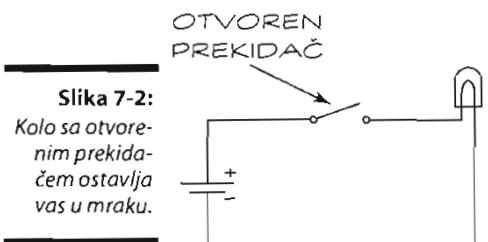
Napajanje sijalice

Jedno od najjednostavnijih kola sastoji se od sijalice i dve žice koje povezuju sijalicu i izvor napajanja. To kolo nije mnogo praktično pošto je sijalica stalno uključena. Kolo će biti mnogo korisnije ako dodate prekidač kojim se uključuje i isključuje sijalica. Na slici 7-1 prikazana je šema kola u kojem su sijalica i prekidač.



Kolo na slici 7-1 ima prekidač u zatvorenom položaju. Kada je prekidač u tom položaju, kolo je zatvoreno i elektroni mogu slobodno da se kreću od negativnog pola baterije, kroz sijalicu, do pozitivnog pola baterije. U sijalici se nalazi vlakno koje se greje i emituje svetlost kada elektroni prolaze kroz njega.

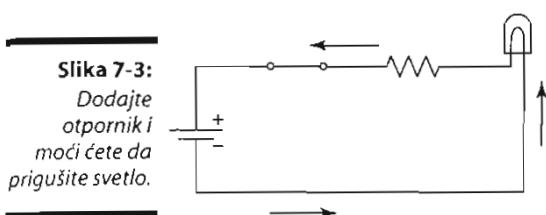
S druge strane, kada je prekidač u otvorenom položaju, kao što je prikazano na slici 7-2, kolo je otvoreno jer u njemu postoji prekid. Zbog toga električna struja ne može da protiće. Bez struje nema ni svetla.



I baterijska lampa radi na isti način. Kada uključite lampu, prekidač zatvara kolo koje čine sijalica i baterija i omogućava protok struje. Kada lampu isključite, otvarate kolo i nema protoka struje.

Upravljanje tokom struje pomoću otpornika

Recimo da pravite model železnice i želite da prigušite svetlo na staničnom peronu. Dovoljno je da dodate otpornik u kolo. Na slici 7-3 vidi se kolo sa slike 7-1 u koje je dodat otpornik



U poglavlju 4, objasnili smo da *otpornici* pružaju „otpor“ protoku električne struje (ima smisla, zar ne?). Dodavanjem otpornika smanjuje se broj elektrona koji protiče kroz kolo. Kada kroz vlakno sijalice protiče manje elektrona, on emituje manje svetlosti.

Na osnovu Omovog zakona (ukratko smo ga objasnili u poglavlju 1) moći ćete da izračunate jačinu struje koja protiče kroz kolo pre i posle dodavanja otpornika. Ako je otpornost sijalice 5 om a napon baterije 3 volta, onda se jačina struje izračunava na sledeći način:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3 \text{ volta}}{10 \text{ om}} = 0,6 \text{ ampera}$$

Ovde I predstavlja struju, V je oznaka za napon, a R je otpor.

Kada u kolo dodate otpornik od 5 om, ukupna otpornost kola postaje 10 om, pa je tada jačina struje:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3 \text{ volta}}{10 \text{ om}} = 0,3 \text{ ampera}$$

Otpornik upola smanjuje jačinu struje koja protiče kroz vlakno sijalice. To smanjenje struje smanjuje i jačinu svetla na staničnom peronu, što omogućava opravniku vozova da zadrema nakratko.

Paralelno (ili redno) vezivanje sijalica

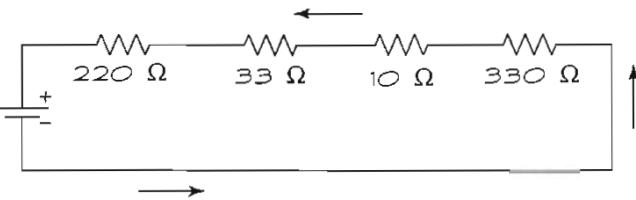
Komponente u kolu možete povezati redno, tako da struja iste jačine protiče kroz sve komponente, ili paralelno – tako da jedan deo struje protiče kroz jednu komponentu a drugi deo kroz drugu, i tako redom. U narednim odeljcima videćete kako rade kola s redno i paralelno povezanim komponentama.

Redna veza

U kolu sa slike 7-3, elektroni se kreću od negativnog pola baterije kroz sijalicu a zatim, pre nego što stignu do pozitivnog pola baterije, prolaze i kroz otpornik. Takav raspored komponenata zove se *redna veza*, što znači da struja redom protiče kroz komponente. Ukupnu otpornost kola izračunaćete sabiranjem otpornosti komponenata.

Na slici 7-4 prikazan je još jedan primer kola sa četiri otpornika u rednoj vezi.

Slika 7-4:
U kolu s redno povezanim komponentama, struja redom protiče kroz svaku od njih.



Da biste izračunali ukupnu otpornost kola, ili R_t , saberite vrednosti otpornosti svih otpornika:

$$R_t = 220 \Omega + 33 \Omega + 10 \Omega + 330 \Omega = 593 \Omega$$

Tako dobijenu vrednost R_t možete, na osnovu Omovog zakona, upotrebiti za izračunavanje jačine struje u kolu. Dakle, ako je $+V$ (napon napajanja) 9 volti, sledi:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9 \text{ volti}}{593 \Omega} = 0,015 \text{ ampera ili } 15 \text{ miliamperra}$$

Zašto bih morao da vodim računa o jačini struje u kolu, pitate se? Postoje dva zaista dobra razloga:

- ✓ Čak i najizdržljivije komponente mogu da podnesu samo određenu jačinu struje. Na primer, LED dioda će verovatno pregoreti ako kroz nju propustite više od 50 miliamperra.
- ✓ S druge strane, izvor napajanja ili baterije mogu da obezbede struju samo određene jačine. Jačina struje koju smo dobili u prethodnoj jednačini nije opasna. Međutim, u sledećem primeru je jačina struje 1 amper, što zahteva jači izvor napajanja ili bateriju. *Zaključak:* da bi sve radilo kako je predviđeno, obezbedite izvor napajanja koji će dati onoliko struje koliko kolo zahteva i onoliko dugo koliko je potrebno.

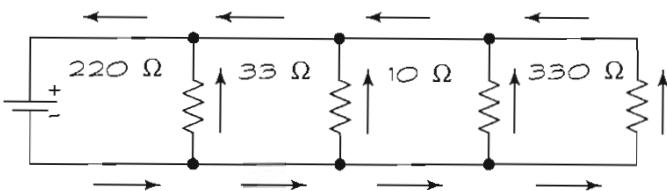


U kolima s rednom vezom možda ćete naići na sledeći problem: ako jedna komponenta otkaže, ona prekida protok struje do svih ostalih komponenata u kolu. Znači, ako vaša nova svetleća reklama za restoran ima dvesta redno vezanih sijalica, čim jedna od njih pregori, sve ostale će prestati da svetle.

Paralelna veza

Postoji jednostavan način da se navedeni problem reši. Komponente možete povezati paralelno, kao što je prikazano na slici 7-5. U kolu s paralelnom vezom, ako nekoliko sijalica u svetlećoj reklami pregori, ostale će nastaviti da svetle. (Naravno, tada će na reklami možda pisati „NAJBOLJA RANA NA SVETU“. Za sve postoje razlozi za i protiv.)

Slika 7-5:
Kolo s paralelno vezanim komponentama nastaviće da radi ako jedna od njih otkaze.



Evo kako radi kolo sa slike 7-5: elektroni se kreću od negativnog pola baterije, prolaze kroz svaki otpornik i stižu do pozitivnog pola baterije. Elektroni koji prolaze kroz jedan otpornik, ne prolaze kroz ostale. Dakle, ako u svetlećoj reklami za vaš restoran ima dvesta paralelno vezanih sijalica i jedna od njih pregori, 199 preostalih i dalje svetli.

Ukupna otpornost kola sa slike 7-5, koju označavamo sa R_t , izračunava se sledećom jednačinom:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{220 \Omega} + \frac{1}{33 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{330 \Omega}} = 7,2 \Omega$$

Kod redne veze, R_t se izračunava kao zbir svih otpornosti u kolu. U kolu s paralelno vezanim komponentama, R_t kola ima manju vrednost od vrednosti otpornosti najmanjeg otpornika (na slici 7-5, $7,2 \Omega$ u odnosu na 10Ω kolika je otpornost najmanjeg otpornika).

Ukupnu jačinu struje koja protiče kroz ovo kolo izračunaćete tako što ćete uneti vrednost R_t u Omov zakon. Ako je i u ovom slučaju napon napajanja 9 volti, ukupna jačina struje iznosi 1,25 ampera:

$$I = \frac{V}{R_t} = \frac{9 \text{ volti}}{7,2 \Omega} = 1,25 \text{ ampera}$$

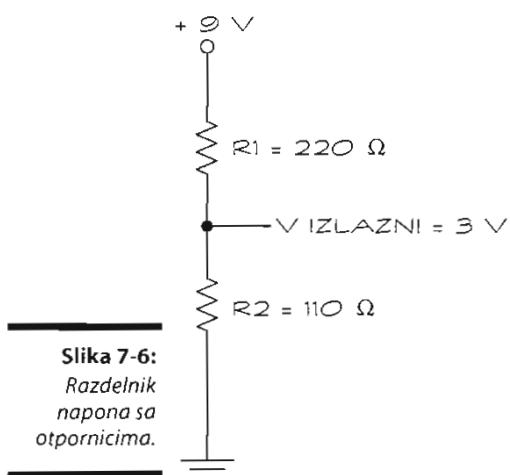
Ako u ovom primeru koristite baterije kao izvor napajanja, verovatno će se ona istrošiti za vrlo kratko vreme. Na baterijama je navedena vrednost u ampersatima. Baterija od jednog ampersata traje samo jedan sat ako napaja kolo koje crpi struju jačine jedan amper. Zato prilikom izbora izvora napajanja morate uzeti u obzir i jačinu struje u kolu i to koliko dugo kolo mora da radi.



Razdelnik napona

Vreme je za propitivanje (ne brinite, moći ćete da koristite knjigu): u poglavlju 1 naveli smo da je *napon* sila koja „vuče“ elektrone kroz žicu. Ako to objedinate s podatkom iz poglavlja 4 da se *otpornici* suprotstavljaju kretanju elektrona kroz njih, šta zaključujete? Ukoliko ste zaključili kako zbog činjenice da napon vuče elektrone kroz otpornike (ili bilo koju drugu komponentu), otpornik koristi neki deo napona, zaslužili ste ocenu 5+. To smanjivanje napona zove *se pad napona*.

Kolo pod nazivom *razdelnik napona* koristi pad napona za stvaranje napona manjeg od nominalnog napona izvora napajanja u određenim tačkama kola. Na slici 7-6 prikazan je razdelnik napona. Primera radi, standardno se tranzistor napaja naponom od 5 volti, ali recimo da je vaš izvor napajanja od 9 volti. Razdelnikom napona smanjićete napon na 5 volti.



Pad napona na svakom otporniku proporcionalan je otpornosti otpornika podeljenom ukupnom otpornošću:

$$\text{Pad napona na otporniku } R_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_t = \frac{220 \Omega}{330 \Omega} \times 9 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

Izlazni napon se izračunava oduzimanjem napona na otporniku R1 od napona izvora napajanja:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} - V_{R1} = 9 \text{ volti} - 6 \text{ volti} = 3 \text{ volta}$$

Šta ako vam je potreban neki drugi izlazni napon? Promenite otpornik. Na primer, ako želite da izlazni napon bude upola manji od napona napajanja, upotrebite dva otpornika iste otpornosti. Zatim upotrebite jednačinu da biste izračunali pad napona na otporniku R1:

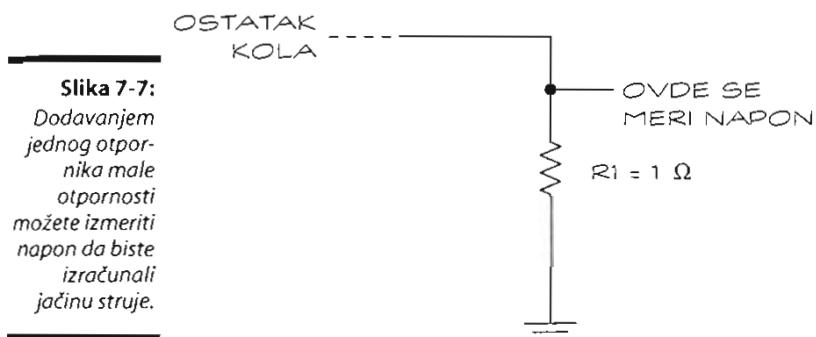
$$\text{Pad napona na otporniku } R_1 = \text{jedna polovina } V_t.$$

Ako izlazni napon treba da ima vrednost dve trećine napona napajanja, upotrebite R1 čija je otpornost upola manja od otpornosti otpornika R2. Ponovo izračunajte pad napona:

Pad napona na otporniku R1 = jedna trećina V_t .

Merenje struje naponom

Kao što prosečno ljudsko telo može da podnese izvesnu količinu „brze hrane“, tako i najčešće korišćeni instrumenti za ispitivanje u elektronici, multimetri, mogu da izmere struju određene jačine. Kada je struja koja protiče kroz kolo prejaka da biste je neposredno izmerili multimetrom (kako se koristi multimeter naučiće u poglavlju 9), možete multimetrom izmeriti pad napona na otporniku i izračunati jačinu struje na osnovu tog pada napona. Na slici 7-7 prikazano je kolo u koje je umetnut otpornik vrlo male otpornosti da bi merenje bilo moguće bez promena ostalih vrednosti u kolu.



U ovom primeru, otpornik se vezuje redno sa ostalim komponentama kola da bi se odredila jačina struje koja protiče kroz kolo. Upotrebićete otpornik otpornosti 1 om i snage 10 vati pošto za većinu kola ne morate mnogo voditi računa o promeni ukupne otpornosti kola za jedan om; snaga od 10 vati u većini kola sprečava da otpornik pregori.

Multimetrom možete izmeriti pad napona na otporniku, od tačke merenja napona (označene na slici 7-7) do uzemljenja. Pomoću Omovog zakona zatim možete izračunati jačinu struje. Ako, primera radi, multimetar izmeri 2 volta, jačinu struje izračunaćete na sledeći način:

$$\text{Struja} = \frac{V}{R} = \frac{2 \text{ volta}}{1 \Omega} = 2 \text{ ampera}$$

Trebalo bi da proverite snagu koju otpornik može da izdrži kako ne bi bio spaljen kao Atlanta u filmu *Prohujalo s vihorom*. Na osnovu drugog oblika Omovog zakona, izračunajte snagu koju će crpeti otpornik:

$$\text{Snaga} = R \times I^2 = 1 \Omega \times (2 \text{ ampera})^2 = 4 \text{ vata}$$

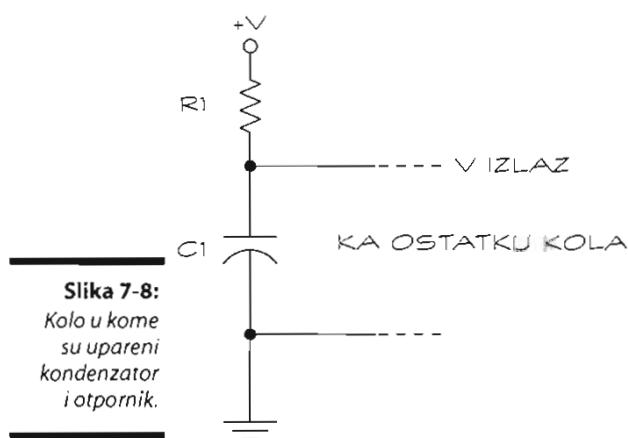


Korišćenjem te jednačine grubo ćete – na osnovu procenjene jačine struje u kolu – zaključiti koliku će snagu crpeti otpornik. Pokušajte da ograničite snagu na 25 procenata nominalne snage otpornika ili će postati ZAISTA vruć.

U većini slučajeva otpornik snage 10 vati biće dovoljan za jednostavan elektronski projekat. Ako se ipak desi da spalite otpornik snage 10 vati, onda ste sigurno iz sveta elektronike kao hobija prešli u profesionalno carstvo, pa ćete morati da kupite i priručnik za iskusnije elektroničare.

Kakav tim: kondenzatori i otpornici

Betmen i Robin. Bač Kasidi i Sandens Kid. Kondenzatori i otpornici... Istina je: kondenzatori i otpornici često se udružuju u elektronskim kolima. Kondenzator i otpornik vezani u kolo, čine jedan od osnovnih gradivnih blokova elektronskih kola, kao što je ono sa slike 7-8.



Zašto te dve komponente čine tako dobar tim? O tome ćemo govoriti u celom ovom odeljku.

Kako ovaj dinamičan dvojac radi

Kondenzator skladišti elektrone, dok otpornik upravlja njihovim protokom. Sastavite te dve komponente i moći ćete da upravljate brzinom kojom elektroni pune kondenzator i brzinom kojom iz njega izlaze (prazne kondenzator).

Što je veća kapacitivnost kondenzatora, to kroz njega pri datom naponu protiče slabija struja, to jest, punjenje kondenzatora traje duže. Slično tome, kondenzatorima veće kapacitivnosti treba više elektrona da bi se napunili, pa je proces duži. Pravim izborom kondenzatora i otpornika možete podesiti trajanje punjenja i pražnjenja.

Uključivanje i isključivanje kola

Ispostavlja se da izlazni napon (V_{izl}) zavisi od toga koliko je napunjen kondenzator u kolu. Što je kondenzator puniji, napon V_{izl} je veći. Što je prazniji, napon V_{izl} je manji. Pošto komponente koriste različite vrednosti napona V_{izl} (transistor radi na naponu koji se umnogome razlikuje od nivoa napona integrisanog kola, na primer), možete izabrati vrednosti otpornosti i kapacitivnosti koje će na određenoj učestanosti ili posle izvesnog vremena uključivati i isključivati kolo.

Šta ako želite da se kondenzator napuni za 30 sekundi? U kutiji s komponentama imate kondenzator kapacitivnosti 15 mikrofarada; korišćenjem otpornika otpornosti 2 megaoma podešava se vreme za koje kondenzator dostigne dve trećine svog kapaciteta.

Punjene kondenzatora do dve trećine kapaciteta često obezbeđuje dovoljan napon V_{izl} za uključivanje sledeće komponente u kolu. Ako vam to ne pade za rukom, upotrebite otpornik manje otpornosti da bi se kondenzator punio brže. U principu, sve to možete obaviti vrlo jednostavno: upotrebite kondenzator koji vam je pri ruci i izračunajte koliko je oma neophodno da biste se približili željenom vremenskom kašnjenu.

Vreme za koje se kondenzator napuni do dve trećine kapaciteta možete izračunati pomoću takozvane *RC vremenske konstante*. Pomnožite otpornost otpornika, u omima, vrednošću kapacitivnosti kondenzatora, u faradima, i dobijete vreme za koje se kondenzator napuni do dve trećine kapaciteta. (U poglavlju 1 govorili smo kako se vrednost od 15 mikrofarada izražava kao 0,000015 farada, što je postupak koji ćemo primeniti u sledećoj jednačini.)

$$\begin{aligned} \text{RC vremenska konstanta} &= R \times C = 2.000.000 \text{ oma} \times 0,000015 \text{ farada} \\ &= 30 \text{ sekundi} \end{aligned}$$



Ako želite da fino podesite kašnjene, upotrebite otpornik neznatno manje otpornosti od potrebne i redno vežite potenciometar (promenljivi otpornik koji omogućava kontinualno podešavanje otpornosti od praktično 0 oma do neke maksimalne vrednosti). Pošto je ukupna otpornost jednak zbiru otpornosti otpornika i potenciometra, možete je povećavati ili smanjivati podešavanjem potenciometra. Menjajte mu otpornost sve dok ne dobijete željeno kašnjene. O potenciometrima smo detaljnije govorili u poglavlju 4.

Smanjivanje kolebanja napona kondenzatorima

Sposobnost kondenzatora da prikupljaju i otpuštaju elektrone možete iskoristiti da „ispeglate“ kolebanja napona. Određeni nivo napona primjenjenog na kondenzator proizvodi određeni broj uskladištenih elektrona. Kada napon počne da raste, kondenzator skladišti više elektrona, čime se umanjuje taj

porast napona. U slučaju da napon počne da opada, kondenzator oslobađa određeni broj „zarobljenih“ elektrona i time se ponovo smanjuje promena napona. U izvorima napajanja koja pretvaraju naizmeničnu struju u jednosmernu često se koriste kondenzatori za „peglanje“ kolebanja napona.

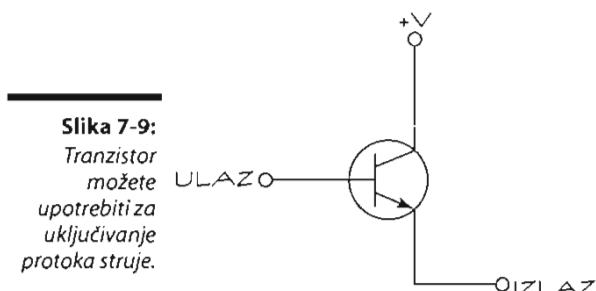
Priča o tranzistorima

Reč tranzistor ne potiče od tajanstvene latinske imenice. Volter Bratejn, tvorac prvog tranzistora, izveo je analogiju: kao što vakumska cev ima svojstvo transkonduktivnosti, tako i njegov izum ima električno svojstvo transrezistanse (prelazne otpornosti). Takođe je znao da su se, neposredno pre nego što je napravio prvi tranzistor, pojavile komponente koje su nazvane varistor i termistor. Naziv tranzistor mu je savršeno odgovarao, ali šta taj predmet radi? Jednostavno rečeno, *tranzistor* upravlja protokom električne struje tako što otvara i zatvara svoje „ventile“.

Tranzistore možete koristiti kao prekidače ili kao pojačavače. U narednim odeljcima opisaćemo obe primene tranzistora.

Korišćenje tranzistora kao prekidača

Prekidač otvara ili zatvara put kojim protiče električna struja. Tranzistor možete koristiti kao električno upravljan prekidač. Kolo u kojem tranzistor služi kao prekidač prikazano je na slici 7-9.



Pogledajte pažljivije od čega se sastoji tranzistor. Tranzistor ima tri izvoda: bazu, emiter i kolektor (o tome smo govorili u poglavlju 4). Kada se tranzistor koristi kao prekidač, baza se ponaša kao poluga na mehaničkom prekidaču.

Kada na bazu ne dovodite struju (to jest, kada nema ulazne struje), tranzistor je isključen, što odgovara otvorenom prekidaču. Čak i ako postoji razlika napona između emitera i kolektora, kroz tranzistor ne teče struja.

Kada na bazu tranzistora primenite električnu struju, ona uključuje tranzistor, što je ekvivalentno zatvorenom prekidaču. Sa uključenim tranzistorom, razlika napona između emitera i kolektora izaziva protok struje kroz njega, a zatim struja stiže i do bilo kog uređaja koji želite da uključite.

Kako sve ovo izgleda u praksi? Recimo da koristite elektronski uređaj koji automatski hrani piliće u svitanje. Uređajem upravlja fotodioda (slična solarnoj ćeliji) u kokošinjcu, koja obezbeđuje ulaznu struju za tranzistor. Po mraku, fotodioda ne generiše struju i tranzistor je isključen. Čim sunce počne da izlazi, fotodioda počinje da generiše struju i tranzistor se uključuje. Nakon uključivanja tranzistora, struja stiže do uređaja za hranjenje pilića, pa vi možete duže da spavate a pilići će biti srećni.

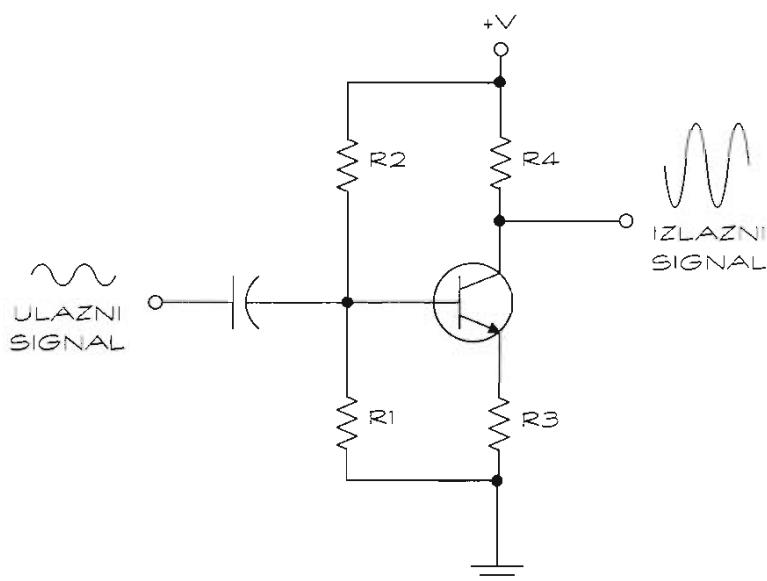
Čekajte malo, reći ćete vi. Zašto fotodioda ne bi obezbeđivala struju uređaju za hranjenje? Možda zato što radi na struju jaču od one koju generiše fotodioda. Primera radi, možda je neophodno da ga napaja baterija. Korišćenjem tranzistora kao prekidača, mnogo manjom strujom iz fotodiode kontroliše se protok struje iz baterije.

Tranzistori povezani kao prekidači, sastavni su deo integrisanih kola koja sadrže logička kola. Najbolji primer su integrisana kola za kalkulatore i računare.



Kada je tranzistor pojačavač?

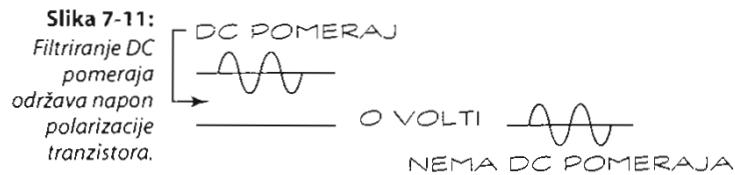
Svima nama je s vremenima na vreme potrebna pomoć. Zašto bi izuzetak bili električni signali? Često je neophodno da pojačate signale da bi uređaj pravilno funkcijonisao. Na primer, možda morate da pojačate signal koji iz mikrofona stiže do zvučnika. Na slici 7-10 prikazano je kolo s jednotranzistorskim pojačavačem.



Slika 7-10:
Osnovni
pojačavač.

Pojačavač mora da ima tranzistor koji je delimično uključen. Da bi se tranzistor delimično uključio, na bazu se dovodi mali napon polarizacije (engl. *bias*). Taj postupak se zove *pobudivanje* tranzistora. U primeru sa slike 7-10, da bi se tranzistor pobudio otpornici R1 i R2 vezani su na bazu tranzistora i konfigurirani kao razdelnik napona (videti odeljak „Razdelnik napona“, ranije u ovom poglavlju). Izlaz iz razdelnika napona obezbeđuje napon baze dovoljan za uključivanje tranzistora i omogućavanje protoka struje.

Kada pojačavač primi naizmenični ulazni signal, kao što je onaj koji potiče iz mikrofona, signal mora biti napona oko 0 (nula) volti da bi održao napon polarizacije tranzistora. Kondenzator na ulazu filtrira sva odstupanja od 0 (nula) volti jednosmernog napona (DC pomeraj) ulaznog signala. Efekat je prikazan na slici 7-11.



Pobuđeno stanje čini glavnu razliku između korišćenja tranzistora kao pojačavača i kao prekidača. Kada se tranzistor koristi kao prekidač, tranzistor je ili uključen ili isključen. U slučaju kada se koristi kao pojačavač, primenjuje se napon polarizacije, ili pobuda, na bazu kako bi tranzistor bio delimično uključen. Zamislite to kao rad automobila u loru.

Prednost tranzistora u pobuđenom stanju jeste to što on reaguje na svaku promenu ulaznog signala. Neophodno je na bazu dovesti napon od oko 0,6 volti (između baze i emitera) da bi se tranzistor uključio. Ako tranzistor nije uključen, ulazni signal manji od 0,6 volti ne proizvodi izlazni signal. Međutim, kada je tranzistor pobuđen, on pojačava ceo ulazni signal. Na slici 7-12 prikazan je uticaj pobudivanja tranzistora na izlazni signal. Obratite pažnju na to da nepobuden tranzistor pojačava samo deo izlaznog signala; ostatak se gubi. Kada je tranzistor pobuđen, pojačan je ceo signal.



Preostala dva otpornika koja vidite na slici 7-10, R4 između emitera i uzemljenja i R3 između kolektora i izvora napona (+V), upravljavaju pojačanjem. *Pojačanje* (engl. *gain*) predstavlja meru pojačanja signala. Na primer, pri pojačanju 10, ulazni signal od 1 volta postaje izlazni signal od 10 volti.

Šta još možete uraditi s tranzistorima?

U ovom odeljku govorimo o kolu sa zajedničkim emiterom. S kolima u kojima se nalaze tranzistori možete uraditi još i ovo:

- ✓ Napraviti kolu sa zajedničkom bazom, koja se koriste u radio-frekventnim aplikacijama ili regulatorima napona.
- ✓ Upotrebiti PNP tranzistore umesto češće korišćenih NPN tranzistora.
- ✓ Povezati više od jednog tranzistora i postići nekoliko stepeni pojačavanja.

Hoćemo još tranzistorskih pojačavača

Odeljak „Priča o tranzistorima“ samo je „predjelo“ na meniju tranzistorskih pojačavača, pa se vi sigurno pitate gde je ostatak? U ovom poglavlju objašnjavamo osnove elektronskih kola i nemamo ni prostora ni vremena da se detaljnije posvetimo tranzistorskim pojačavačima. Ako u ovom trenutku imate osnovna znanja o tome kako radi

tranzistorski pojačavač i možete na osnovu šeme utvrditi kako se u nekom kolu koriste tranzistori, mi smo više nego zadovoljni.

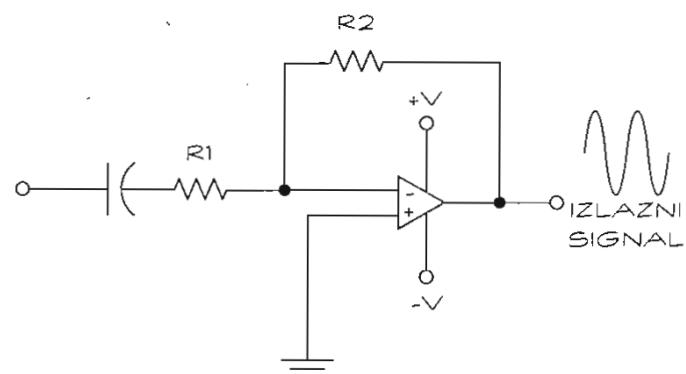
Svima koji bi da znaju više, preporučujemo dobru knjigu o elektronici i projektovanju, *The Art of Electronics*, čiji su autori Tomas Hejs i Pol Horovic (Cambridge University Press). Nije jeftina, ali je prava klasika.

Operacioni pojačavač

Ako je jedan tranzistor dobar, više tranzistora je bolje, zar ne? *Operacioni pojačavač* je integrisano kolo koje sadrži nekoliko tranzistora i drugih komponenta. Ovaj pojačavač radi mnogo bolje od pojačavača sa samo jednim tranzistorom. Primera radi, operacioni pojačavač može da obezbedi uniformno pojačanje u mnogo širem opsegu učestanosti od jednotranzistorskog pojačavača.

Pogledajte kolo u kojem se koristi operacioni pojačavač.

Slika 7-13:
Obezbeđivanje
boljeg poja-
čanja pomoći
postavljanju
operacionog
pojačavača
u kolo.



Dovedite signal (primera radi, iz mikrofona) na ulaz; signal, pojačan nekoliko puta, pojavljuje se zatim na izlazu gde može da pobudi neku komponentu, recimo zvučnik. Vrednosti otpornosti otpornika podešavaju pojačanje pojačavača. Pojačanje se izračunava deljenjem vrednosti otpornosti R2 sa R1:

$$\text{Pojačanje} = \frac{R_2}{R_1}$$

Ako je R2 10 puta veće od R1, pojačanje je 10. Tim pojačanjem ulazni signal od 1 volta postaje izlazni signal od 10 volti.

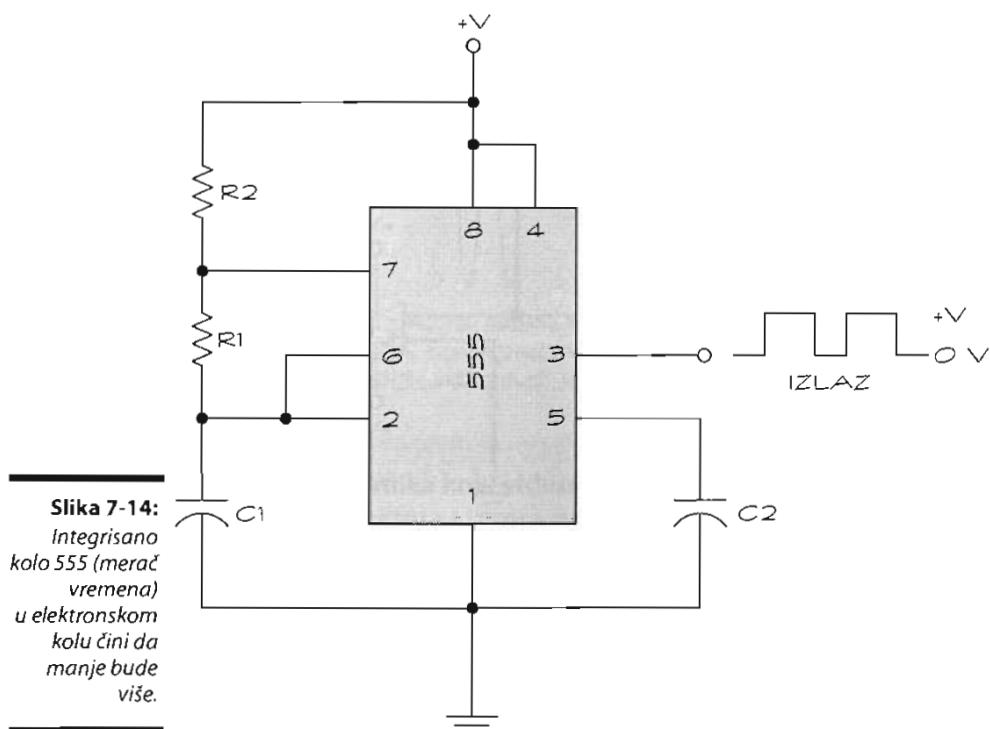
Za operacioni pojačavač potrebni su i pozitivan i negativan napon napajanja. Pozitivan napon je u opsegu od 8 do 12 volti, a negativan u opsegu od -8 do -12 volti.

U kolu na slici 7-13 operacioni pojačavač se koristi u *režimu invertovanja*, što znači da je ulazni signal osno simetrično preslikan da bi se dobio izlazni signal. U principu bi trebalo da koristite režim invertovanja zbog problema sa šumovima koji se javljaju u neinvertovanom režimu.

Pojednostavljivanje projekta pomoću integrisanog kola



Ko god je rekao da manje znači više, mora da je bio pristalica integrisanih kola. Korišćenje integrisanog kola u projektu omogućava da jednom komponentom zamenite nekoliko, jer su mnoge od njih ugradene u integrisano kolo. U ovom odeljku saznaćete kako se integrisano kolo uvodi u elektronsko kolo – povezivanjem ulaza, izlaza, uzemljenja, napajanja i nekih otpornika i kondenzatora sa odgovarajućim izvodima integrisanog kola, što je prikazano na slici 7-14.



Koji se izvod koristi za povezivanje s različitim delovima kola, zavisi od konstrukcije integrisanog kola. Izvode možete identifikovati na osnovu podataka koje obezbeđuje proizvođač ili šeme određenog projekta.

Na slici 7-14:

- ✓ +V se povezuje sa izvodom 8, što je napajanje, i izvodom 4 – za resetovanje.
- ✓ Uzemljenje se povezuje sa izvodom 1.
- ✓ Izlaz integrisanog kola je na izvodu 3.
- ✓ Izvodi 2 i 6 su okidač i prag osetljivosti, i služe za povezivanje kola između kondenzatora i otpornika R1.
- ✓ Izvod 7, koji služi za pražnjenje, povezuje se s kolom između otpornika R1 i R2.

Kada integrisano kolo 555 (koje služi kao merač vremena) povežete na ovaj način, ono na izlazu generiše digitalni talasni signal. Učestanost talasa zavisi od brzine punjenja i pražnjenja kondenzatora. Vreme za koje se kondenzator napuni do dve trećine kapaciteta ili isprazni do jedne trećine kapaciteta izračunava se na osnovu jednačine „RC vremenske konstante“ koju smo već koristili u ovom poglavlju, u odeljku „Uključivanje i isključivanje kola“.

RC vremenska konstanta za punjenje kondenzatora je

$$T_1 = (R_1 + R_2) \times C$$

RC vremenska konstanta za pražnjenje kondenzatora je

$$T_2 = (R_1) \times C$$

U ovom kolu, otpornici R1 i R2 određuju koliko će se brzo kondenzator puniti i prazniti. Do kog nivoa će se kondenzator puniti, određuje napon na izvodima okidača i praga. Kada napon dostigne dve trećine napona +V, integrisano kolo se okida pa se izlaz menja od +V do 0 (nula) volti a kondenzator se prazni kroz izvod za pražnjenje. Kako se kondenzator prazni, opada napon na izvodima integrisanog kola za okidanje i prag osetljivosti. Kada napon padne na jednu trećinu +V, integrisano kolo se ponovo okida da bi izlazni napon porastao sa 0 (nula) volti na +V i da bi kondenzator počeo ponovo da se puni do dve trećine kapaciteta, kada ciklus kreće iz početka.

Sekvenca se ponavlja i tako nastaje digitalni talasni signal prikazan na slici 7-14. Promenom otpornosti otpornika R1 i R2 menja se i RC vremenska konstanta pa time i oblik digitalnog signala. U poglavlju 14 videćete kako se ovakav tip izlaza može iskoristiti u stvarnim projektima.

Deo IV

Zavrnite rukave

The 5th Wave

By Rich Tennant

©RICHENNANT



U ovom delu...

U ovom delu nateraćemo vas da zavrnete rukave i isprljate ruke (elektroničari to vole). Zajedno ćemo upoznati lemljenje elektronskih kola, kako se komponente ne bi rasule kada podignite kolo. Lemljenje nije teško, ali zahteva veština i iskustvo, da ne pominjemo odgovarajuće alatke i pribor. Reći ćemo vam sve što treba da znate kako biste postali stručnjak za lemljenje.

Naučićeće i kako se multimetar koristi za ispitivanje kola i pronalaženje uzroka problema. Multimetrom možete da zavirite u „mozak“ elektronskog kola i otkrijete kako radi (ili zašto ne radi). Na kraju ćemo predstaviti osnove upotrebe dva korisna, ali neobavezna, uređaja za ispitivanje: logičke sonde i osciloskopa.

Poglavlje 8

Sve što bi trebalo da znate o lemljenju

U ovom poglavlju

- Da li vam je lemljenje zaista potrebno?
- Pronalaženje alatki za uspešno lemljenje
- Uređenje radne površine
- Lemite kao profesionalac
- Popravljanje grešaka načinjenih prilikom lemljenja
- Smanjivanje statičkog elektriciteta
- Saveti za bolje lemljenje

Lemljenje je metoda koja se u elektronici koristi za povezivanje komponenta na štampanoj ploči da bi se napravilo stalno električno kolo. Umesto lepka koji bi vezivao komponente jednu za drugu, koriste se loptice otopljenog metalata koji se naziva *tinol*. Metalom se ostvaruje ne samo fizička veza žica i komponenata u kolu, već i provodljivost neophodna da bi kolo radilo.

Uprkos tome što se pri radu koriste temperature i veće od 370 stepeni Celzijusa, lemljenje je zabavno i generalno gledano bezbedno (ako preduzmete normalne zaštitne mere). Potrebno vam je vrlo malo alatki i materijala, koje možete kupiti u većini prodavnica elektronskih komponenata.

Lemiti ili ne lemiti, pitanje je sad

Pre nego što vam objasnimo kako se lemi, reći ćemo zašto treba lemiti. Lemljenje se ne primenjuje za sva električna kola. Umesto toga, za pravljenje električnog kola možete upotrebiti neleminu **prototipsku ploču** (što znači da komponente i žice treba umetnuti u otvore na ploči, ali da se ne ostvaruje stalna veza), posebno u situacijama kada samo eksperimentišete.

Bolje je koristiti nelemivu prototipsku ploču ako:

- ✓ **Samo želite da razmotrite svoje ideje i zamisli.** Možda želite da izvučete komponente iz kola i isprobate nove ili da eksperimentišete s različitim povezivanjem. Iako i tada možete lemiti, zbog svake greške ili promene morate odlemljivati – treba rastopiti tinol i ukloniti ga malom napravom za usisavanje. Tek nakon toga možete ukloniti komponentu.
- ✓ **Ispitujete kolo da biste se uverili da pravilno radi.** Čak i najveći stručnjaci za elektroniku isprobavaju svoje ideje pre nego što kolo konačno zalemne. Na nelemivoj prototipskoj ploči lakše i brže možete da menjate komponente i njihov raspored u cilju poboljšanja rada kola.
- ✓ **Nije vam potrebno stalno kolo.** Na nelemivoj prototipskoj ploči možete napraviti kolo sa sijalicama koje se pale i gase, namenjeno za minijaturnu božićnu jelku. Takvo kolo je privremeno i koristi se samo dve ili tri sedmice u godini. Kada praznici prodru, dovoljno je da povadite komponente iz ploče i upotrebite ih (kao i samu ploču) za nešto drugo... možda za trepćuće svetleće srce za Dan zaljubljenih!
- ✓ **Želite da prilagodavate kolo dok radite s njim.** Umesto da u jedno kolo ugradite više opcija, možda je bolje da kolo rekonfigurišete kako biste promenili njegovo ponašanje. Često se menjaju osnovne komponente, kao što su otpornici i kondenzatori, a njih možete zameniti za nekoliko sekundi na nelemivoj prototipskoj ploči.

S druge strane, svako stalno kolo ili kolo koje se može oštetiti tokom svakodnevne upotrebe, mora da bude zalemjeno. Dajemo nekoliko specifičnih primera u kojima treba primeniti lemljenje na određenoj vrsti štampane ploče:

- ✓ **Zalemite kolo ako će zbog rukovanja njime, pomeranja ili vibracija, veze oslabiti ili se prekinuti.** To su situacije kada, primera radi, kolo ugradujete u svoj automobil – recimo indikator brzine vetra – ili kada u robota ugrađujete elektronske oči.
- ✓ **Pravilno zalemjeno kolo traje mnogo duže od onog koje je montirano na nelemivu prototipsku ploču.** Ako planirate da koristite kolo duže od nekoliko sedmica, obavezno ga zalemite.
- ✓ **Zalemjena kola su manje podložna uticajima parazitske kapacitivnosti.** Dugački izvodi komponenata i sama konstrukcija nelemive prototipske ploče izazivaju parazitsku kapacitivnost (kada električna polja nastaju između dva izvoda i energija se skladišti, kao u kondenzatoru). Parazitska kapacitivnost može na nepredvidene načine da utiče na rad kola. Te efekte ćete uglavnom primećivati u kolima u kojima se za vremensko podešavanje signala već koriste kondenzatori.

- ✓ Preporučujemo da obavezno zalemite sva kola koja se uključuju direktno u zidnu utičnicu – na primer, izvor napajanja. Rizik od strujnog udara ili požara manji je ako zalemite sve žice i komponente za krutu ploču ili odgovarajući izvod.
- ✓ Lemljenje je najbolji metod i za sva kola s jakim električnim strujama, poput motora za pokretanje modela trkačkog automobila na daljinsko upravljanje. Nelemlive prototipske ploče ne mogu da izdrže struju jaču od jednog do dva ampera; ako je struja jača, elementi kola će početi da se tope.

Ono što vam neizostavno treba za lemljenje

Sigurno će vam biti dragو да čujete kako su za lemljenje potrebne samo jednostavne alatke i oprema. Možete ih kupiti i za nekoliko stotina dinara, ali su bolje alatke za lemljenje svakako skuplje.

Trebaju vam sledeće osnovne alatke za lemljenje:

- ✓ **Lemilica.** Lemilica se sastoji od izolujuće drške, grejnog elementa i uglačanog metalnog vrha (slika 8-1). Očigledno je zašto neki ovu alatku zovu olovka. Lemilice mogu da budu različitih oblika, uključujući veliku napravu nalik na pištolj, koja se najviše koristila od četrdesetih do kraja šezdesetih godina prošlog veka. Ne koristite te velike lemilice za današnje elektronske projekte zbog toga što one proizvode previše toplove. Za standardna elektronska kola treba vam lemilica snage od 18 do 35 vati. Lemilica snage od 27 ili 30 vati savršen je izbor. Obavezno kupite lemilicu sa zamenjivim vrhom, jer se vrh s vremenom istroši a lako se menja.
- ✓ **Postolje za lemilicu.** Bolje lemilice, za razliku od mnogih jeftinijih modела, imaju i svoje postolje. Svakako bi trebalo da nabavite postolje ukoliko ga vaša lemilica nema. Na postolju стоји vrela lemilica kada se ne koristi, tako se izbegavaju mogući incidenti i povrede. Verujte nam na reč: nikako ne biste hteli da vam vrela lemilica sa stola padne u krilo. *Jao!*
- ✓ **Tinol žica.** Načinjena je od mekanog metala koji topi toplota lemilice. Idealni tinol za korišćenje u elektronici zove se *60/40 kolofonijum*. Odnos brojeva u imenu odražava činjenicu da tinol sadrži 60 procenata kalaja i 40 procenata olova (stvaran odnos može da se razlikuje za nekoliko procenata). Taj tinol ima jezgro od topljivog kolofonijuma, supstance slične vosku, koja omogućava protok rastopljenog tinola oko komponenata i žica, i obezbeđuje dobar spoj. Tinol žice su različitih prečnika. Obično se koristi tinol žica prečnika od 0,5 do 1 mm. Možete imati problema ako za manja kola koristite tinol žicu deblju od 2 mm.



Slika 8-1:
Kod nekih
modela lemilica
moguće je
podešavati
temperaturu;
one imaju sop-
stveno postolje.



Prilikom lemljenja oslobadaju se otrovni gasovi. Da biste izbegli trovanje olovom i njegove negativne efekte, možete kupiti bezolovnu lemnu masu; ona sadrži mešavine drugih metala – na primer, 95 procenata kalaja i 5 procenata antimona. Međutim, većina metala koji se nalaze u sredstvima za lemljenje – kao što su olovo, bizmut, indijum ili antimon – otrovna je u određenoj meri. Zato uvek lemite u dobro provetrenoj prostoriji, bez obzira na sastav lemne mase! Do sada još uvek niko nije pronašao potpuno neutrotno sredstvo za lemljenje. *Ne koristite lemnu masu sa srebrom ili bilo koju drugu lemnu masu koja nije isključivo namenjena za elektroniku, posebno ne onu koja se koristi za bakarne vodovodne cevi.* Ta druga sredstva za lemljenje možda ne obezbeđuju provodljivost kao standardan tinol 60/40 sa kolofonijumom, a mogu da izazovu rđanje ili da ostave štetne sastojke koji će kolo učiniti potpuno neupotrebljivim.

Dodatni pribor, koristan pri lemljenju, koji možete kupiti u prodavnicama alata i opreme, obuhvata sledeće:

- ✓ **Nakvašen sunder:** Za brisanje viška tinola i kolofonijumskog jezgra s vremenog vrha lemilice. Dovoljno će biti da upotrebite običan (ali čist!) kuhinjski sunder. Ako slučajno nemate sunder a neophodan je da biste nesmetano nastavili rad, presavijte papirnu salvetu, nakvasite je, iscedite višak vode i upotrebite je kao sunder.
- ✓ **Lupa uvećanja od 4X do 6X:** Služi da biste proverili kako ste obavili posao. Nakon lemljenja uvek proverite lemne spojeve kako biste se uverili da su čisti i dobro formirani, te da tinol ne dodiruje susedne žice ili spojeve.
- ✓ **Sisaljka za tinol:** Za uklanjanje viška tinola. U njoj se pomoću opruge stvara vakuum. Da biste je upotrebili, rastopite tinol koji želite da uklonite i zatim brzo postavite sisaljku iznad kuglice od tinola. Aktivirajte sisaljku i ona će ukloniti suvišni tinol.

- ✓ **Sredstvo za uklanjanje kolofonijumskog jezgra:** Može se nabaviti u bočicama ili konzervama pod pritiskom i koristi se za čišćenje zaostalog jezgra, čime se sprečava pojava rđe.
- ✓ **Štipaljka „treća ruka“:** Lemljenje bi bilo mnogo lakše kada bismo imali tri ruke. Avaj, svi imamo samo dve, pa je zato najbolje rešenje mala štipaljka koja pridržava delove tokom lemljenja. Te štipaljke elektroničari nazivaju i „treća ruka“. Na slici 8-2 prikazana je jedna takva štipaljka. Možete ih kupiti sa ugrađenom lupom ili bez nje.



Slika 8-2:
Takozvana
„treća ruka“
pomaže vam
da pridržavate
komponente
tokom lemlje-
nja. Nabavite,
pa mogućstvu,
ovaku štipalj-
ku sa ugrađe-
nom lupom.

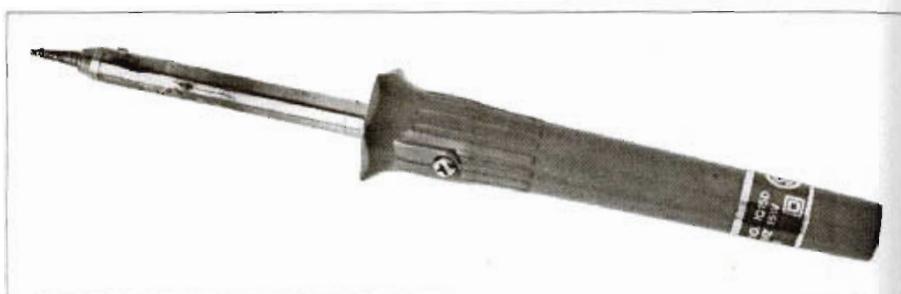
Izbor prave lemilice

Osnovna lemilica koja se koristi u elektronici (prikazana na slici 8-3) sastavljena je od zamenjivog vrha i grejnog elementa snage od 25 do 35 vati. Takvom lemilicom zalemićete kolo, ali rezultat neće izgledati elegantno. Iako je nešto skuplja, lemilica s regulatorom temperature daje bolje rezultate. Taj regulator omogućava da izaberete pravu temperaturu za lemljenje.

Ako niste kupili lemilicu s postoljem, kupite ga zasebno. Postolja nisu skupa, pa ne budite tvrdica i ne ostavljajte lemilicu na radnoj površini dok lemitе. Ukoliko nemate postolje, sigurno će vam se dogoditi da spalite svoj projekat, oštete radni sto ili da se opečete.



Slika 8-3:
Osnovna lemilica, u svoj svojoj
slavi i veličini.



Neke kvalitetnije lemilice s promenljivom temperaturom imaju digitalni displej za prikazivanje trenutne temperature vrha. Takva alatka vam nije neophodna za jednostavne elektronske poslove mada će vam možda dobro doći pri sastavljanju većih i složenijih kola. Kada budete stekli iskustvo i rutinu, moći ćete da podesite pravu temperaturu na osnovu brzine kojom lemilica topi tinol.

Izaberite lemilicu koja ima uzemljen kabl i utikač. Uzemljen („šuko“) utikač mnogo je bezbedniji ako lemilica slučajno dode u kontakt sa električnim kolom pod naponom.

Izbor vrha za lemljenje

Vrh za lemljenje se pričvršćuje (obično zavrće) za kraj grejnog elementa. Upravo vrh obavlja lemljenje. Dostupno je bukvalno nekoliko stotina tipova vrhova, ali neka vas to ne zbuni. Za većinu projekata odgovaraće mali konusni vrh ili vrh u obliku dleta. Oni takođe mogu biti različitih veličina: vrhovi prečnika od 1,2 mm do 2,5 mm odgovaraju za većinu elektronskih poslova i zadataka.

Cesto se isti vrhovi ne mogu postavljati na lemilice različitih marki ili čak na različite modele istog proizvoda. Obavezno kupite odgovarajući vrh za svoj model lemilice.

Zamenite vrh čim primetite da je počeo da se troši. Obratite pažnju na rdu, koroziju na manjim površinama ili oplatu koja se ljušti. Zamenite ostarele vrhove koji više ne prenose dovoljno topote inače spojevi neće biti jaki kao što bi trebalo da budu i uz to ćete sporije raditi. Na kraju, ako se vrh mnogo istroši, neće moći da se zagreje dovoljno da bi rastopio tinol.

Priprema radne površine

Pre nego što počnete s lemljenjem, proverite da li su vam sve alatke na dohvatu ruke i zatim pratite sledeće korake:

1. Nakvasite mali sunder ili presavijenu papirnu salvetu. Iscedite svu suvišnu vodu.

Sunder treba da bude vlažan, ali ne i natopljen.

2. Postavite lemilicu na postolje i uključite je.

3. Ako radite s lemilicom čiju je temperaturu moguće podešavati, postavite je na približno 355–400 stepeni Celzijusa.
4. Sačekajte dok lemilica ne dostigne potrebnu temperaturu – obično 60 sekundi za većinu lemilica snage od 25 do 35 vati.

Mnoge lemilice s temperaturnim senzorom imaju svetlosnu indikaciju dostizanja potrebne temperature.



Ako je vrh lemilice nov, *kalajisite* ga pre lemljenja. Kalajisanje se preporučuje jer sprečava da se tinol zalepi za vrh i formira ružnu kap. Ako ta kap padne na kolo, može da napravi kratak spoj. Vrh se kalajiše zagrevanjem lemilice do maksimalne temperature i postavljanjem male količine tinola na vrh. Izbrišite sav višak tinola vlažnim sunderom ili salvetom. S vremena na vreme primenite istu tehniku da bi vrh ostao čist. Ako se prljavština skori i ne možete je ukloniti redovnim kalajisanjem vrha, kupite čistače vrhova.

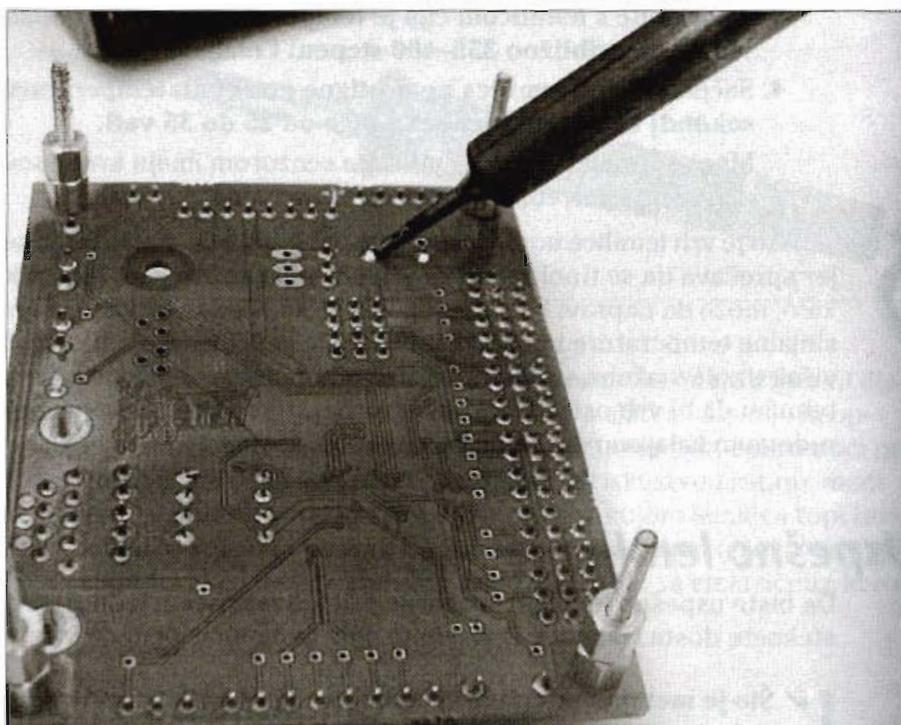
Uspešno lemljenje

Da biste uspešno lemili, treba da se pridržavate nekih jednostavnih pravila i steknete dosta iskustva. Dok lemite, imajte na umu sledeće:

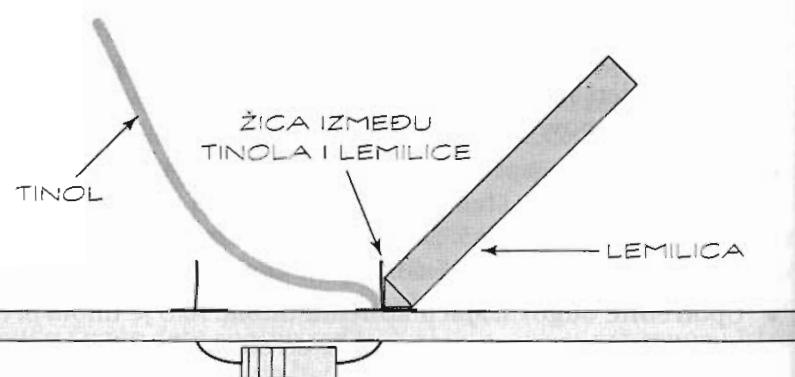
- ✓ **Što je metalna površina čistija, to se tinol bolje „lepi“ za nju.** Očistite radiranu štampanu ploču i krajeve žice izopropil-alkoholom. Neka se površina dobro osuši pre nego što počnete da lemite: sigurno ne želite da izazovete požar!
- ✓ **Držite lemilicu pod uglom od 30 do 45 stepeni u odnosu na radnu površinu.** (Videti sliku 8-4.) Ako koristite vrh u obliku dleta, on mora snažno da prilegne na površinu spoja koji lemite.
- ✓ **Vrhom uvek zagrevajte predmet na kojem radite, a ne tinol:** Ako žicu lemite za otvor na štampanoj ploči, primera radi, vrhom dodirnite i žicu i ploču, kao na slici 8-5. Sačekajte nekoliko sekundi a zatim tinol prislonite uz zagrejanu površinu. Sklonite vrh čim tinol počne da „teče“.
- ✓ **Upotrebite odgovarajuću količinu tinola.** Ako je tinola premalo, veza će biti slaba; ako ga je previše, može da oformi kapi koje dovode do kratkog spoja.
- ✓ **Značete da ste naneli dovoljno tinola kada on formira uzdignutu površinu između žice i štampane ploče.**
- ✓ **Izbegavajte dodavanje tinola na već zaledjen spoj.** Naknadno dodat tinol može da bude uzrok takozvanog hladnog lema, a posledica je da kolo možda uopšte neće raditi. (U sledećem odeljku „Izbegavajte hladne lemove kao kugu“ pročitaćete više o ovome.)



Mnoge elektronske komponente možete da oštetite ako ih duže izložite toploti ili ako je temperatura previsoka. Lemilicu zadržite na delovima onoliko dugo koliko je neophodno da bi se dobili dobri lemljni spojevi – ni duže, ni kraće.



Slika 8-4:
Držite lemilicu pod ugлом od 30 do 45 stepeni.



Slika 8-5:
Zagrevajte delove koje lemite, ne tinol!
Tako ćete dobiti bolji lemljeni spoj.



Kada lemitate elektronske komponente koje su vrlo osetljive na toplotu, koristite *hladnjak sa štipaljkom*. Ti hladnjaci liče na minijaturna aluminijumska klešta sa opružnom štipaljkom; štipaljku pričvršćujete za komponentu koju želite da zaštite. Hladnjak odvodi toplotu da ne bi uništila komponentu. Naravno, i kada koristite hladnjak treba preduzeti sve zaštitne mere. Hladnjak zakačite štipaljkom za žicu koju lemitate, što bliže samoj komponenti.

Izbegavajte hladne lemove kao kugu

Hladni lem nastaje kada tinol ne teče pravilno oko metalnih delova. Hladni lemovi su fizički slabiji od preciznih i pravilnih lemnih spojeva i ne provode dobro elektricitet. Često se hladni lemovi mogu otkriti samo posmatranjem kola. Hladan lem obično izgleda neodređeno i bez sjaja za razliku od sjajnog, uniformnog izgleda normalnog spoja. Pored toga, tinol može da oformi iskrzane vrhove umesto glatke površine normalnog lemnog spoja.

Hladni lem se, pored ostalog, stvara i zbog toga što:

- ✓ **Pomerate delove dok se tinol hlađi.** Izbegavajte bilo kakva pomeranja delova i predmeta koje ste lemili sve dok se tinol ne ohladi i ne izade iz plastične faze. (*Plastična faza* nastaje kada je tinol još uvek u delimično tečnom stanju.) Ako slučajno pomerite žicu ili komponentu, brzo ponovo vrhom lemilice zagrejte spoj da biste tinol vratili u tečno stanje.
- ✓ **Spoj je prljav ili nauljen.** Svi kontakti metal–metal moraju obavezno da budu čisti.
- ✓ **Lemilica nije zagrejana do potrebne temperature** Obavezno zagrejte vrh lemilice na temperaturu dovoljnu za topljenje tinola do polutečnog stanja.
- ✓ **Tinol prislanjate na vrh lemilice a ne na zagrejanu žicu ili komponentu.**
- ✓ **Lemite a zatim razlemljujete.** Tokom lemljenja, tinol se nije dovoljno zagrejao, to jest rastopio. Najbolje rešenje je da uklonite što više starog tinola a da zatim kompletno obnovite spoj novim tinolom.

U svim navedenim slučajevima, osim u prvom, morate razlemiti stari spoj i upotrebiti sveži tinol. Nemojte samo ponovo grejati tinol; vrlo retko ćete dobiti neophodan tok tinola oko komponenata i vrlo verovatno će ponovo nastati hladan lem. Kako se komponente razlemljuju, pročitajte u odeljku „Razlemljivanje i ponovno lemljenje“ u nastavku ovog poglavlja.

Sprečite pražnjenje statičkog elektriciteta tokom lemljenja

Tokom lemljenja može doći do pražnjenja statičkog elektriciteta, što oštećuje osetljive elektronske komponente. Statički elektricitet se javlja i tokom rukovanja komponentama i štampanom pločom, a može da ga proizvede i sama lemilica. Ne možete potpuno eliminisati pražnjenje statičkog elektriciteta, ali ga možete smanjiti.

Nisu sve elektronske komponente osetljive na pražnjenje statičkog elektriciteta. Međutim, zbog bezbednosti, trebalo bi da se naviknete da pri rukovanju elektronskim komponentama vodite računa o statičkom elektricitetu i njegovom pražnjenju. Glavne elektronske komponente i njihovu osetljivost na statički elektricitet naveli smo u tabeli 2-1 u poglavlju 2.



Sprečiti pražnjenje pre nego što počne

Evo šta možete uraditi da biste smanjili opasnost od pražnjenja elektriciteta:

- ✓ Odeća koju nosite bitno utiče na količinu statičkog nanelektrisanja koje se razvija oko vas. Vunena odeća generiše veliki statički elektricitet, pa zato nosite pamučnu odeću.
- ✓ Ako radite u prostoriji na čijem je podu tepih, nosite cipele i ne hodajte bosi ili u čarapama.
- ✓ Kad god je moguće, nosite antistatičku narukvicu. Kabl koji ide od narukvice povežite s bilo kojim uzemljenim objektom kako biste pospešili odvođenje statičkog elektriciteta iz vašeg tela. Antistatička narukvica prikazana je na slici 8-6.



Slika 8-6:
Antistatička
narukvica
pomaže bez-
bednom
pražnjenju
statičkog elekt-
riciteta iz
vašeg tela.

Nisu svi tepisi jednaki

Neke vrste tepiha proizvode više statičkog elektriciteta od drugih. Tepih od najlona može da generiše veliku količinu elektriciteta dok hodate po njemu. Obavezno „ispraznite“ elektricitet iz tela tako što ćete dodirnuti kvaku ili metalni deo uzemljenog uređaja pre nego što dodirnete bilo koju elektronsku komponentu ili alatku. Na

tržištu se može naći veliki izbor podnih obloga i pokrivača koji proizvode vrlo malo statičkog elektriciteta pa zato za pod u radnoj sobi izaberite nešto od toga. Druga mogućnost je da kupite restlove niskostatičnog ili antistatičkog tepiha i postavite ih ispred radnog stola.

Nabavite antistatički pribor

Statički elektricitet ćete u najvećoj mogućoj meri sprečiti ako vam pri ruci uvek budu ovi predmeti:

- ✓ **Antistatička radna podloga:** Postavite antistatičku radnu podlogu na pod ispod radnog stola, posebno u prostorijama zaštrtim tepihom. Tako ćete na jednostavan način sprečiti stvaranje statičkog elektriciteta dok hodate. Antistatičku podlogu koristite i na radnom stolu. Izbegavajte najljonsku prekrivku koju novajlige često koriste kao podlogu za rad; ona je odlična podloga za projekte, ali generiše statički elektricitet pa čak može i da se istopi.
- ✓ **Antistatički sprej:** Ako ne možete da pronadete antistatičku radnu podlogu, kupite bočicu antistatičkog spreja. Neki sprejovi privlače prašinu i prljavštinu, pa ćete možda morati češće da čistite tepihe.
- ✓ **Antistatičke vrećice:** Elektronske komponente osjetljive na statički elektricitet čuvajte u antistatičkim vrećicama sve dok vam ne zatrebaju. (Većina komponenta se isporučuje u tim vrećicama ili je uglavljen u penu koja ima antistatička svojstva.) Svedite rukovanje komponentama na najmanju meru.



Nagomilavanje statičkog elektriciteta može da se pretvori u ozbiljan problem po suvom vremenu. Ako živite u gradu sa suvom klimom, morate preuzeti dodatne zaštitne mere protiv pražnjenja statičkog elektriciteta. Možete kupiti ovlaživače vazduha, električno uzemljene antistatičke podloge i druge proizvode za kontrolisanje pražnjenja. Oni su vrlo skupi, ali ipak jeftiniji od selidbe u prašumu.



Razlemljivanje i ponovno lemljenje

Čak i stručnjaci ponekad pogrešno umetnu neku komponentu u kolo! Zato ćete povremeno morati da razlemites spoj kako biste ispravili greške ili očistili hladan lem. Kada do toga dođe, neophodno je ukloniti tinol sa spoja i naneti nov.

Da biste uklonili tinol sa spoja, možete upotrebiti pumpicu za razlemljivanje, „fitilj“ za tinol, ili i jedno i drugo.

Fitilj (tj. bakarnu pletenicu) koristite za uklanjanje tinola s mesta kojima se teško pristupa. *Fitilj za tinol* je bakarna traka. Efikasan je zbog osobine bakra da lakše apsorbuje tinol nego što ga apsorbuju kalajne obloge mnogih komponenata i štampanih ploča. Budite pažljivi kada ga koristite – ako dodirnete vrelu traku, možete dobiti ozbiljne opekatine.

Lično više volim *pumpicu za razlemljivanje*. U njoj se stvara vakuum i tako se usisava suvišni tinol. Postoje dva osnovna tipa: klipna pumpica sa oprugom i pumpica s kuglom. Obe rade na isti način – usisavaju otopljen tinol – ali se pumpica sa oprugom nešto lakše koristi. Kad rukujete pumpicom s kuglom, morate biti veštiji, pošto jednom rukom morate da pritisnete kuglu nekoliko puta dok drugom rukom držite lemilicu nad spojem koji želite da razlemites.

Korišćenje klipne pumpice sa oprugom

Klipna pumpica sa oprugom koristi se na sledeći način:

- 1. Pritisnite klip a zatim postavite mlaznicu preko spoja koji želite da razlemites.**
Kako to izgleda u praksi, vidite na slici 8-7.
- 2. Pažljivo postavite vrh lemilice na spoj da biste zagrejali tinol.**
Vodite računa da ne dodirnete kraj pumpice da ne biste oštetili mlaznicu.
- 3. Kada tinol počne brzo da teče, otpustite klip da biste usisali tinol.**
- 4. Pritisnite klip još jednom da biste iz pumpice izbacili sakupljen tinol.**
Dobro bi bilo da to radite iznad korpe za otpatke kako ostaci tinola ne bi pali na radni sto ili na projekat na kojem radite.
- 5. Ponovite korake od 1 do 4 sve dok ne uklonite što više tinola.**

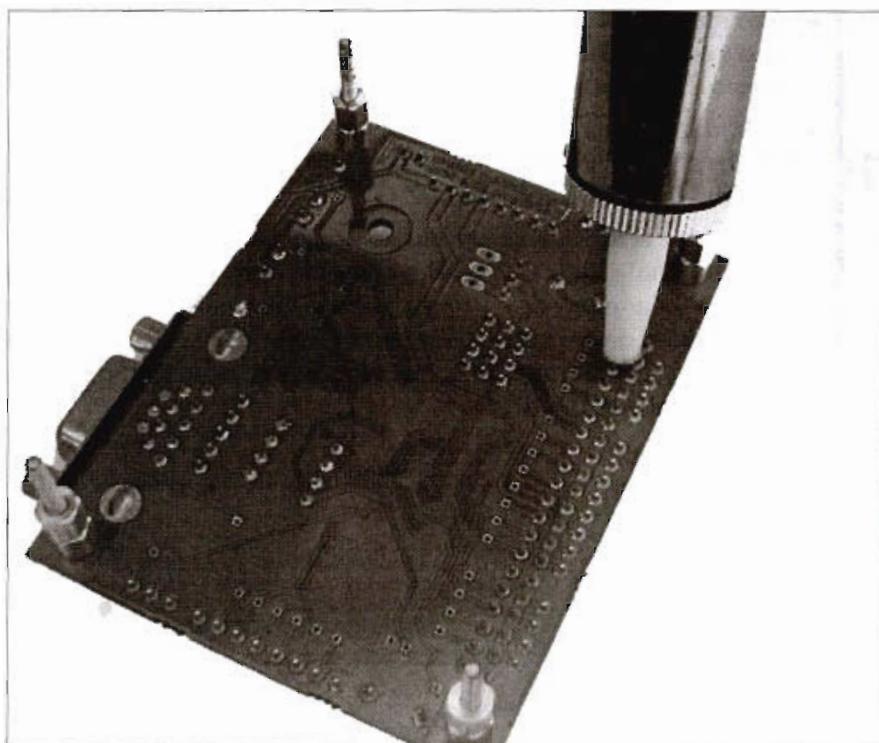
Pumpica za razlemljivanje s kuglom

I pumpica s kuglom radi slično klipnoj pumpici, sem što kuglu morate stiskati da biste usisali tinol. Možda ćete imati problema s korišćenjem tih pumpica pa je rešenje da kuglu montirate na lemilicu. Neke lemilice su specijalno projektovane za razlemljivanje na taj način.

Obavezno otpustite klip kada završite korišćenje pumpice. Tako će ona duže trajati i bolje držati vakuum. Ne odlažite pumpicu s napregnutim klipom pošto se tada gumeni zaptivka može deformisati. Ako do toga dođe, pumpica neće stvarati vakuum dovoljan za usisavanje tinola.

Kada uklonite stari tinol, možete novim tinolom zalemiti spoj, prema uputstvima iz odeljka „Uspešno lemljenje“.





Slika 8-7:
Postavite
mlaznicu
pumpice za
razlemljivanje
blizu tinola koji
želite da uklo-
nite (ili čak
dodirnite tinol).

Saveti i tehnike za lemljenje

Lemljenje nije velika nauka. Ipak, uvek treba imati na umu ove savete, tehnike i predloge:

- ✓ Zapamtite, čistoća caruje. Sve površine koje ćete lemiti moraju biti čiste i neumašćene. U suprotnom ćete napraviti slab lemni spoj ili spoj koji slabo provodi.
- ✓ Metalne stomatološke „čačkalice“ dobre su priručne alatke. Njih možete upotrebiti za čišćenje radne površine pre lemljenja i odstranjivanje suvišnog tinola sa spoja.
- ✓ Kalem tinola čuvajte u plastičnoj kesi koja se dobro zatvara. Tako će tinol uvek biti čist. Vrlo lako će na sebe „navući“ prljavštinu i masnoću ako ga ubacite u kutiju sa alatom i priborom. Ukoliko se tinol ipak zaprlja, očistite ga izopropil-alkoholom pre upotrebe.
- ✓ Neka se lemilica ohladi do kraja pre nego što je odložite. Ako lemilicu ne koristite često, čuvajte je u velikoj plastičnoj kesi da bi stalno bila čista.

- ✓ Ako ste uzemljili kabl za napajanje lemilice, onda je obavezno uključujte u uzemljenu utičnicu. Ne secite izvod uzemljenja i ne premošćujte ga adapterom. Uzemljenje služi da vas zaštiti od strujnog udara.
- ✓ Nakon lemljenja, ali tek pošto se uverite da kol ū ispravno radi, poprskajte ga čistačem kolofonijumskog jezgra ili četkicom nanesite čistač kako biste uklonili ostatke kolofonijuma.
- ✓ Iste opšte tehnike koje smo ovde opisali možete primeniti i za lemljenje komponenata koje se površinski montiraju (malenih komponenata koje nemaju žičane izvode). Praksa, mirna ruka i oštro oko (ili dobra lupa!) omogućice vam da uspešno lemitate mnoge tipove takvih komponenata. Međutim, ako ste početnik, ne pokušavajte da to odmah radite. Prvo steknite neophodno iskustvo.

Poglavlje 9

Sprijateljite se s multimetrom

U ovom poglavlju

Osnove multimetra

Zaštitite sebe (i multimetar)

Korišćenje multimetra za raznovrsna merenja

Koji izabrati: digitalni ili analogni multimetar?

Podešavanje multimetra

Pet osnovnih merenja za početak

Ispitivanje otpornika, dioda i drugih komponenata

Multimetar je električaru isto što i boca s kiseonikom roniocu. Da, dah možete zadržati pod vodom, ali ne dugo; vrlo brzo morate da izronite da biste udahnuli vazduh. Kao projektant elektronskih kola, vrlo malo možete eksperimentisati pre nego što vam zatreba multimetar.

Pomoću tog uredaja možete ne samo potvrditi da je vrednost napona u kolu odgovarajuća, već i proveriti da li negde postoji kratak spoj ili je prekinuta veza između komponenata. Iznenadićete se kada saznate koliko uzroka problema možete pronaći jednostavnim ispitivanjima koja obavljate multimetrom.

U ovom poglavlju naučićete kako se multimetar koristi za važne provere elektronskih kola i komponenata. Ta ispitivanja će pomoći da odredite je li sve u redu ili se javio problem o kome bi trebalo da obavestite kontrolu svemirskih letova u Houstonu.

Osnove multimetra

Multimetar, koji se još naziva i univerzalni instrument ili avometar (od amper-volt-om), osnovna je alatka za sve koji se bave elektronikom. Tipičan savremeni multimetar prikazan je na slici 9-1.



Slika 9-1:
Multimetri ispituju i mere napone, otpornost, jačinu struje i ispravnost veza u kolu. Pomoću nekih multimetara mogu da se ispituju i diode, kondenzatori i tranzistori.

Multimetar se koristi za brojna električna merenja – odatle i potiče prefiks „multi“. Pomoću te alatke možete da merite:

- ✓ naizmenične napone
- ✓ jednosmerne napone
- ✓ otpornost
- ✓ jačinu struje koja prolazi kroz kolo
- ✓ kontinuitet (da li su veze u kolu ispravne ili su prekinute)

U zavisnosti od modela, moguće je ispitati ispravnost dioda, kondenzatora i tranzistora.

Svi multimetri imaju par mernih kablova, jedan crni i jedan crveni (crni služi za vezu sa uzemljenjem, a crveni za vezu s pozitivnim polom). Oba kabela imaju na kraju metalnu sondu (ispitnu pipalicu). Na manjim, džepnim multimetrima kablovi su stalnom vezom povezani sa uredajem. Na većim modelima kablovi se mogu odvojiti od uredaja.

Ako nemate multimetar, trebalo bi ozbiljno da razmislite o kupovini. S obzirom na relativno nisku cenu i učestanost korišćenja multimetra, investicija će se svakako isplatiti. Cene novih multimetara su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada dinara. Glavna razlika između skupljih i jeftinijih modela je broj funkcija i mogućnosti – na primer, imaju li ugradene funkcije za ispitivanje kondenzatora i tranzistora. Zato ne žurite i uporedite funkcije i cene dostupnih modela. No,

bez obzira na to koji multimeter kupite, sigurno ćete ga koristiti mnogo godina. Zato nabavite najbolji multimeter koji sebi možete da priuštite kako biste mogli da ga koristite i kada se budete upustili u projektovanje i pravljenje složenijih elektronskih kola.

Zapamtite: bezbednost je na prvom mestu!

Tokom većine ispitivanja u kojima se koristi multimeter radi se s niskim naponima i malim otpornostima, koje vam ne mogu mnogo nauditi. Međutim, ponekad ćete morati da ispitate visoke napone, kao što je ulazni naizmenični napon izvora napajanja. U tim situacijama nepažljivo korišćenje multimetra može da izazove ozbiljne povrede. Čak i kada ne ispitujete kolo visokog napona, možete biti izloženi opasnoj električnoj struji ako radite sa određenom elektronskom opremom, kao što su radio-prijemnik, stereo uredaj ili video-rikorder.


Zapamtite: Ako radite na elektronskom projektu koji koristi struju iz gradske električne mreže (220 volti u većini evropskih zemalja) i dodirnete „živi“ provodnik kroz koji prolazi naizmenična struja, možete se ozbiljno ozlediti pa čak i ubiti. Uvek oprezno koristite elektronske uredaje i električne žice i pažljivo rukujte njima. Posebno budite pažljivi i držite prste podalje od metalnih sondi multimetra na krajevima mernih kablova. Te sonde služe za ostvarivanje veze između multimetra i kola, to jest, one omogućavaju ispitivanje i merenje. Ako nepažljivo rukujete sondama tokom ispitivanja, možete doživeti ozbiljan strujni udar.


Nikada ne postavljajte sonde naslepo po kolu da biste očitali neku vrednost. Sonde postavite samo na one delove kola koji su vam poznati. Jedna bezbedna metoda korišćenja multimetra podrazumeva pričvršćivanje štipaljke na sondu na kraju crnog (negativnog ili zajedničkog) kabla i postavljanje te štipaljke na šasiju uredaja ili uzemljenje. Jednom rukom postavljajte sondu na crvenom (pozitivnom) kablu na različita merna mesta a drugu bezbedno držite u džepu. Tako smanjujete šanse da dođe do strujnog udara, čak i ako ne vodite mnogo računa o tome šta zapravo radite.

Koji izabrati: digitalni ili analogni multimeter?

Postoje dve vrste multimetara: digitalni i analogni. To ne znači da jedan tip možete koristiti samo za digitalna a drugi za analogna kola. Sve je mnogo jednostavnije od toga:

- ✓ Digitalni multimetri imaju digitalni displej, kao digitalni ručni časovnici.
- ✓ Na analognim multimetrima, izmerene vrednosti prikazuju se staromodno – ali i dalje korisno – mehaničkim kretanjem kazaljke po skali. Na slici 9-2 prikazan je analogni multimeter.

Digitalni multimetri su nekada bili skuplji od analognih, ali je sada ta razlika u ceni praktično nestala. Digitalni multimetri postaju opšteusvojeni standard. Iako neke kompanije i dalje proizvode analogne multimetre, teško ćete danas pronaći dobar aparat.



Slika 9-2:
Analogni multi-
metar ima
kazaljku koja
pokazuje vred-
nosti napona,
struje i drugih
veličina.



Ako ipak želite analogni multimetar, možete nabaviti vrhunski uređaj te vrste. Međutim, najkvalitetniji analogni multimetri koštaju mnogo ako ih kupujete nove. Zato okušajte sreću u oglasima ili na aukcijskoj Web lokaciji eBay. Potražite model *Simpson Meter 260* – to je bio jedan od najpopularnijih multimetara. Možda po današnjim standardima takvi analogni multimetri liče na antikvitete, ali ako ih prethodni vlasnici nisu zloupotrebljavali, odlično će obaviti sve zadatke za koje su vam potrebni.

Generalno gledano, analogni multimetri se teže koriste jer je neophodno izabrati tip ispitivanja (napon, struja, otpornost) i opseg merenja. Zatim treba pročitati rezultate na odgovarajućoj skali i proceniti pravu izmerenu vrednost jer kazaljka stalno „podrhtava“. Nasuprot tome, digitalni multimetri prikazuju rezultat kao tačan broj, pa korisnik ne treba ništa da nagada.

Multimetri izbliza

Multimetri nisu previše složeni uređaji, ali čemo ipak u narednim odeljcima navesti činjenice koje biste morali da znate pre nego što kupite multimetar ili počnete da ga koristite. Upoznaćemo vas sa osnovnim funkcijama svih multimetara, položajima preklopnika za izbor vrste merenja (birača), pitanjima o preciznosti multimetra i priborom koji se dobija uz njega. Pored toga, da biste uspešno koristili multimetar, morate znati da li se on automatski podešava kako bi prikazao najpreciznije moguće rezultate (*automatsko biranje opsega*) i da li može da ispita diode, kondenzatore i tranzistore.

Osnovne funkcije svakog multimetra

Ogoljeno do srži, može se reći kako je osnovna namena multimetra da obavlja tri osnovna merenja u elektronici: napona, jačine struje i otpornosti.

Halo, ima li struje i napona ovde?

Napon i struja se mere kada je kolo priključeno na izvor napajanja. U uobičajena merenja napona i struje spadaju

- ✓ **Merenje napona baterije.** Napon možete izmeriti i dok koristite bateriju. U stvari, mnogi elektroničari smatraju da se precizniji rezultati dobijaju kada baterija obezbeđuje napon za kolo – ili, kako bi oni rekli, pod opterećenjem.
- ✓ **Odredivanje da li kolo ili neka komponenta crpi previše struje.** Ako kroz kolo protiče jača struja od one koju podnosi, komponente mogu da se pregreju i kolo se može trajno oštetiti.
- ✓ **Potvrđivanje da se komponenta – na primer, dioda koja emituje svetlost ili prekidač – napaja odgovarajućim naponom.** Te provere će vam pomoći da pronadete uzrok problema u kolu. Ispitivanja multimetrom će vam omogućiti da smanjite broj sumnjivih delova kola sve dok ne pronadete uzrok svih vaših glavobolja.

Ispitivanje i merenje otpornosti

Otpornost se skoro uvek ispituje i meri (u omima, jedinici mere o kojoj smo govorili u poglavlju 1) kada kolo nije uključeno. Možete meriti otpornost celog kola ili pojedinačne komponente. Možete meriti otpornost žica, otpornika, motora i mnogih drugih komponenata i uređaja.

Otpornost, ili njeno nepostojanje, ukazaće vam na kratke spojeve ili otvorena kola – takozvani *kontinuitet* elektronskih komponenata. Tokom tih ispitivanja, kratak spoj ima otpornost nula (ili skoro nula) dok je otpornost otvorenog kola beskonačna. Testove kontinuiteta koristite za pronalaženje prekida u žicama.

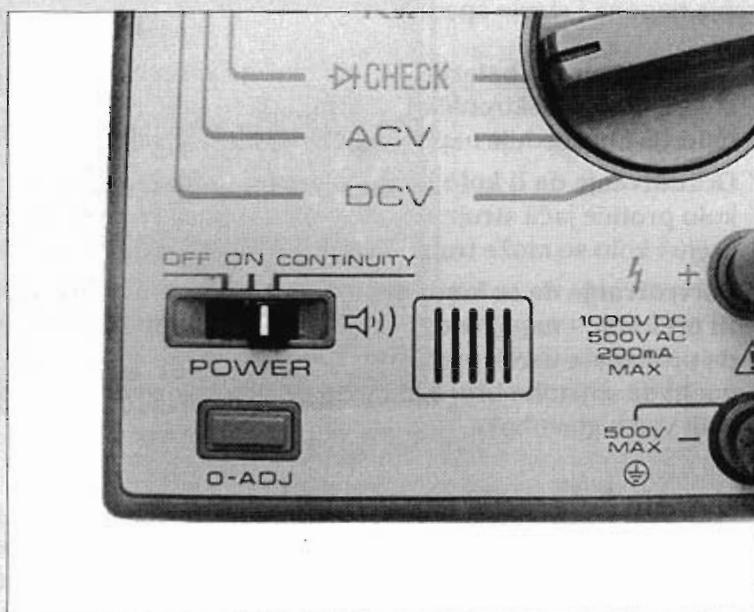
Pomoću multimetra možete obaviti još neka ispitivanja koja se zasnivaju na merenju otpornosti:

- ✓ **Osigurači:** Pregoreli osigurač daje otvorenó kolo.
- ✓ **Prekidači:** Uključivanjem i isključivanjem prekidača rezultati očitavanja na multimetru menjaju se između vrednosti nula (kratak spoj, uključen prekidač) i beskonačno (otvoreno kolo, isključen prekidač).
- ✓ **Spojevi na štampanoj ploči:** Loš spoj bakarnih vodova na štampanoj ploči ponaša se kao prekinuta žica i na multimetru se pokazuje kao otvoreno kolo beskonačne otpornosti.
- ✓ **Lemni spojevi:** Loš lejni spoj se na multimetru očitava kao otvoreno kolo beskonačne otpornosti.

Zvučni signali pri ispitivanju kontinuiteta

Mnogi multimetri se tokom ispitivanja kontinuiteta oglašavaju zvučnim signalom. Da biste iskoristili tu mogućnost, postavite birač radnog režima multimetra (o čemu

ćemo više govoriti u odeljku „Svi mogući ulazi i položaji birača“) na Continuity ili Tone, kao što se vidi na narednoj slici.



Zvučno oglašavanje će vam koristiti kada proveravate veze u kolu. Ako žica ili veza imaju kratak spoj, multimetar će se oglasiti zvučnim signalom. Ako je žica ili veza prekinuta (otvoreno kolo), multimetar

će ostati nem. Na ovaj način moći ćete da proverite celo kolo bez neprekidnog posmatranja displeja ili skale na multimetru. Većina savremenih multimetara ima ovu mogućnost i preporučujemo da je koristite.

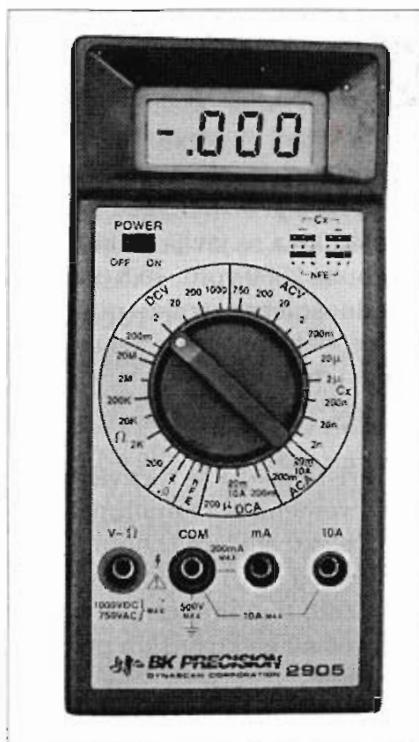
Svi mogući ulazi i položaji birača

Na slici 9-3 možete uočiti sve glavne elemente tipičnog multimetra. Evo šta oni znače:

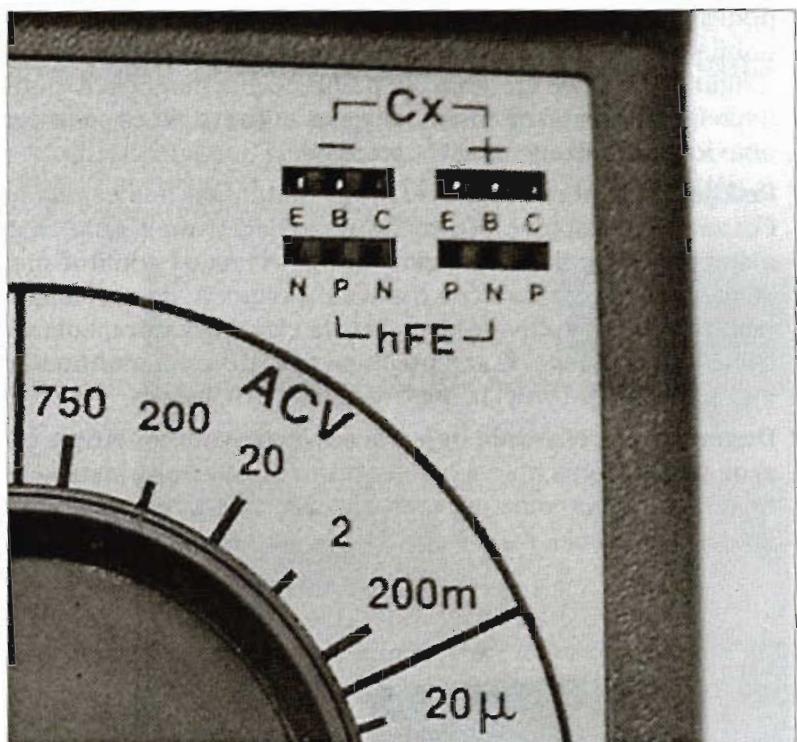
- ✓ **Indikator sa skalama ili digitalni displej:** Analogni multimetri imaju indikator s nekoliko označenih skala i kazaljku koja pokazuje izmerene vrednosti. Digitalni multimetar ima digitalni displej s brojčanim očitavanjem.
- ✓ **Birač funkcija:** Postavite birač u odgovarajući položaj za merenje koje želite da obavite: napon, struja, otpornost... Na multimetrima koji nemaju funkciju automatskog biranja (prilagodavanja) opsega, pomoću birača ćete morati da izaberete i opseg vrednosti (maksimalnu vrednost). Ako je

podešena maksimalna vrednost veća od najveće vrednosti koju možete da dobijete merenjem – bez obzira na to je li reč o naponu, struci ili otporu – sigurni ste da će merenje biti najpreciznije moguće. Ako multimetar ima funkciju automatskog biranja opsega, automatski će se prilagoditi kako bi obavio najpreciznije moguće merenje.

- ✓ **Priklučci za merne kablove:** Svaki multimetar ima najmanje dva priključka za merne kablove + (pozitivan) i – (negativan ili nula). Merni kablovi se uključuju u te priključke. Neki multimetri imaju i dodatne ulaze za merenje jakih struja (koji su obično označeni slovom A, od reči amperaža) i specijalna ležišta za ispitivanje tranzistora i kondenzatora, koja su prikazana na slici 9-4. *Napomena:* Kod mnogih manjih, džepnih multimetara, merni kablovi se ne mogu izvući iz odgovarajućih priključaka.
- ✓ **Dugme za podešavanje nule:** Na analognim multimetrima bez automatskog podešavanja nule, postoji obrtno dugme kako biste kazaljku postavili tačno na 0 (nula) oma pre merenja otpornosti. Neki digitalni multimetri imaju dugme koje, kada ga pritisnete, podešava uređaj na nulu.



Slika 9-3:
Vaš multimetar
možda ne izgleda ovako, ali je
vrlo verovatno
da ima slične
mogućnosti i
funkcije.



Slika 9-4:
Na većini multimetara postoje dodatna ležišta za ispitivanje kondenzatora i tranzistora.

Preciznost, rezolucija i osetljivost

Preciznost multimetra je najveća greška koja se javlja prilikom merenja. Na primer, preciznost multimetra može da bude 2000 volti, $\pm 0,8$ procenata. Greška od 0,8 procenata kod napona u kolima jednosmerne struje – obično od 5 do 12 volti – iznosi samo oko 0,096 volti. Za kućne elektronske projekte, veća preciznost nije potrebna. Kada poredite preciznost multimetara, imajte na umu da će svaki model multimetra dati onome ko se elektronikom bavi iz hobija rezultate koji su mu potrebni.

Digitalni multimetri imaju i karakteristiku koja se naziva rezolucija. Broj cifara na displeju određuje najmanju promenu koju multimetar može da prikaže. Većina digitalnih multimetara za elektroničare iz hobija, ima rezoluciju od $3\frac{1}{2}$ cifre, pa mogu da prikažu i vrednost od 0,001 (polovina cifre se pojavljuje kao jedinica na levom kraju displeja). Zato ti multimetri ne mogu precizno da prikažu vrednosti manje od 0,001. Za većinu elektronskih projekata koji se rade iz hobija, nije potrebno da brinete o tome.

Rezolucija digitalnih multimetara je takođe funkcija njihovih analogno-digitalnih pretvarača (ADC). Taj pretvarač prevodi analogni signal u digitalni. Mnogi multimetri za amatersku primenu koriste 12-bitni analogno-digitalni pretvarač. Ne ulazeći do detalja u tehničku suštinu, reći ćemo vam samo da 12-bitni analogno-digitalni pretvarač može bilo koji analogni signal da prevede u 4096 diskretnih koraka. (Ti diskretni koraci su neophodni zbog načina na koji radi digitalno kolo. U digitalnom svetu ne postoji vrednosti „između“ ili „približno“.)



Proizvođači multimetara biraju analogno-digitalni pretvarač s rezolucijom koja je u skladu s brojem cifara na displeju. Digitalni displej sa $3\frac{1}{2}$ cifre sasvim precizno prikazuje vrednosti 12-bitnog analogno-digitalnog pretvarača.

Pored preciznosti i rezolucije, u obzir morate uzeti i *osetljivost*. To je najmanja vrednost koju multimeter može da izmeri kada se koristi pod normalnim uslovima.

- ✓ Kvalitetni digitalni multimetri imaju maksimalnu osetljivost od oko jednog mikrovolta (naizmenične ili jednosmerne struje); to je milioniti deo volta. Što je vrednost manja, osetljivost je veća.
- ✓ Kvalitetni analogni multimetri imaju maksimalnu osetljivost od oko 20.000 om po voltu, što se obično prikazuje kao $20\text{ k}\Omega/\text{V}$. Što je vrednost u omima veća, to je veća i osetljivost.

Dobro opremljen multimeter

Multimeter se obično ne isporučuje s mnogo pribora, ali je ipak potrebno da imate nešto od dodataka i pratećeg pribora. O tome ćemo govoriti u narednim odeljcima.

Uputstvo za korisnike

Uputstvo za multimeter može da bude samo jedan list papira na kojem se nalazi slika i nešto malo teksta, ili knjižica sa instrukcijama tipa „korak po korak“. Bez obzira na vrstu uputstva, obavezno ga barem prelistajte. U njemu su navedene važne zaštitne mere koje treba da preduzmete i pregled funkcija i mogućnosti tog multimetra.

Merni kablovi

Merni kablovi koji se dobijaju s jeftinijim multimetrima nisu toliko kvalitetni, pa bi možda trebalo da nabavite bolje. Dobar izbor su spiralno uvijeni kablovi koji mogu da se rastegnu i do metar dužine, ali se vraćaju na normalnu dužinu kada se ne koriste. Na slici 9-5 prikazani su spiralno uvijeni kablovi.

Standardni kablovi sa zašiljenim metalnim sondama (pipalicama) prikladni su za većinu rutinskih ispitivanja i merenja, ali ćete ponekad morati da upotrebite kablove sa sondama koje imaju štipaljke. Te štipaljke služe za pričvršćivanje sondi za deo kola ili komponente kako bi vam ruke bile slobodne. Štipaljke su izolovane da bi se sprečilo dodirivanje sondi i drugih delova kola, to jest nastajanje kratkog spoja.

Ako uz multimeter niste dobili sonde sa štipaljkama, možete kupiti štipaljke koje se naknadno postavljaju na standardne sonde.

Dodatni osigurač

Većina multimetara ima unutrašnji osigurač koji štiti uređaj od prevelikog napona ili struje. Bolji multimetri isporučuju se s rezervnim osiguračem. Ako vaš aparat nije takav, kupite jedan rezervni osigurač. Tako ćete, u slučaju da originalni osugirač pregori, moći da ga zamenite i nadalje koristite multimeter.





Slika 9-5:
Spiralno uvijeni kablovi mogu da se rastežu kada se koriste, i da se vrati na normalnu dužinu, pa se lakše skladište.



Neki osigurači za multimetre su specijalno napravljeni, pa rezervni mogu da budu skupi. Zato pre nego što kupite multimetar, proverite koliko koštaju osigurači za izabrani model.

Baterije

Sem izuzetno starih analognih modela koji mere samo napon ili struju, svi multimetri koriste baterije određenog tipa. Najčešće se koriste kockasta baterija napona 9 volti ili baterije tipa AA. Džepni multimetri obično koriste dugmaste baterije. Ukoliko u lokalnom supermarketu ili prodavnici ne možete da nađete baterije za svoj multimetar, potražite ih u prodavnici fotografske opreme ili elektronskih uređaja i komponenata.

Baterije u multimetru traju zaista dugo – sem ako zaboravite da ga isključite nakon upotrebe. Pri normalnim korišćenju, baterije u multimetru mogu da traju i godinu dana. Ipak, jednoga dana će se baterije istrošiti, pa obavezno pri ruci imajte rezervne. Umesto standardnih cink baterija, trebalo bi da koristite alkalne baterije jer duže traju.

Ako vaš multimetar koristi specijalne baterije, trebalo bi da rezervnu čuvate u originalnom pakovanju, i to u frižideru. Tako će ta rezervna baterija trajati duže. Izvadite je iz frižidera jedan dan pre nego što ćete početi da je koristite, kako bi se temperatura baterija postepeno izjednačila sa sobnom temperaturom.

Punjive baterije nikl-kadmijum i nikl-hidrid metala daju nešto niži napon od alkalnih baterija iste veličine. Većina multimetara neće „osetiti“ tu razliku napona. Međutim, neki multimetri će prestati da rade ili će davati pogrešne rezultate merenja ako ih napaja punjiva baterija. U uputstvu koje ste dobili s multimetrom proverite da li možete koristiti punjive baterije.



Maksimalna vrednost: koliko je dovoljno?

Postoji granica koje multimetri mogu da mere. Ta granica se zove *maksimalni opseg*. Savremeni multimetri uglavnom imaju manje ili više isti maksimalni opseg za merenje napona, struje i otpornosti. Svaki multimetar koji ima sledeće maksimalne opsege (ili veće) trebalo bi da bude dobar izbor za hobiste:

naizmenični napon: 1000 V

jednosmerni napon: 500 V

naizmenična struja: 200 mA (miliampera)

otpornost: 2 M Ω (dva megaoma ili dva miliona oma)

Šta ako morate da merite jače struje?

Većina digitalnih multimetara može da meri samo struju jačine do jednog ampera. Tipičan digitalni multimetar ima maksimalan opseg od 200 miliampera. Svaki pokušaj da se izmeri znatno jača struja može da izazove pregorevanje osigurača u multimetru. Mnogi analogni multimetri, posebno stariji modeli, podržavaju merenje struje jačine od 5 do najviše 10 ampera.

Analogni multimetri sa ulazom za merenje jakih struja dobro će vam doći ako ispitujete motore ili kola koja crpe veliku struju. Ako imate samo digitalni multimetar sa ograničenim opsegom merenja jačine struje, ipak možete meriti jače struje indirektno, koristeći otpornik male otpornosti i velike snage. O otpornicima tog tipa govorili smo u poglavlju 7.

O automatskom biranju opsega

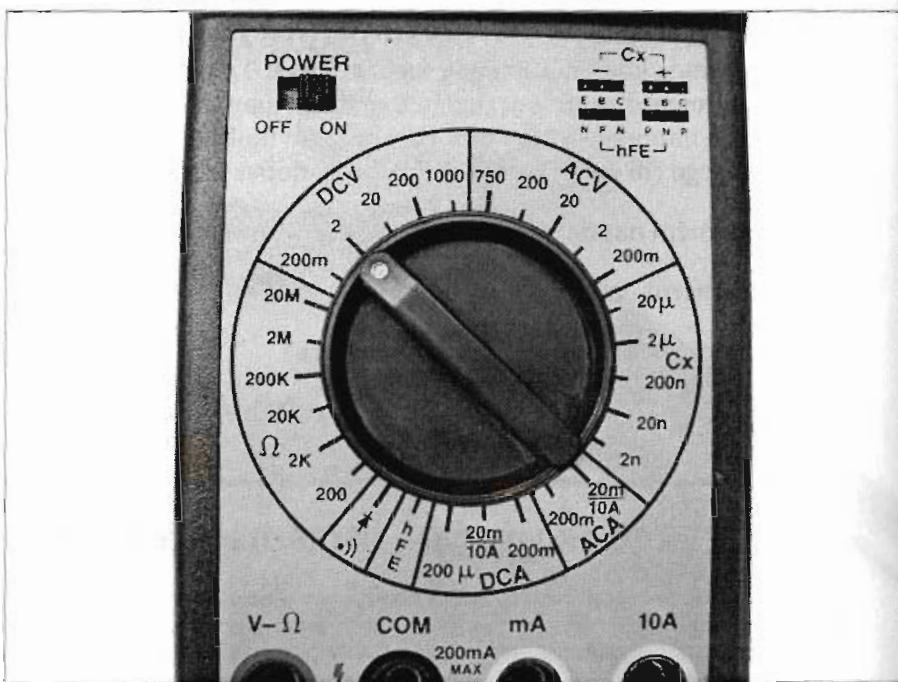
Na većini analognih multimetara, kao i na mnogim digitalnim, morate da izabirate opseg merenja (slika 9-6) da bi se prikazali precizni rezultati merenja. Primera radi, ako merite napon baterije od 9 volti, opseg podešavate na najbliži ali veći od 9 volti. To kod većine multimetara znači da treba izabrati opseg od 20 ili 50 volti. Tek nakon toga možete meriti.

Obavezno očitajte rezultat sa odgovarajuće skale. Ako ste izabrali, primera radi, opseg od 20 volti, morate koristiti i skalu od 20 volti. U suprotnom, dobijete netačne rezultate.

Ručno podešavanje opsega multimetra nije mnogo složeno, a dodatni napor vas svakako neće ubiti. Međutim, danas je automatsko biranje opsega – posebno kod digitalnih multimetara – uobičajena funkcija. Na tim multimetrima nije neophodno pre merenja birati opseg i zato se oni mnogo lakše koriste, a manja je mogućnost da se rezultat pogrešno očita. Kada želite da merite napon, birač postavljate u odgovarajući položaj (bilo za jednosmerne ili naizmenične napone) i merite. Multimetar će prikazati rezultat na displeju. Zato na multimetrima sa automatskim podešavanjem opsega, kao što je onaj na slici 9-7, ne postoji zasebno dugme za biranje opsega.



Slika 9-6:
Kada koristite multimeter bez funkcije automatskog izbora opsega, izaberite odgovarajući opseg pre nego što počnete da merite.



Slika 9-7:
Ako koristite multimeter sa automatskim podešavanjem opsega, opseg se automatski podešava čim izaberete šta ćete meriti.



Bez obzira na to da li je multimetar analogan ili digitalan, on ukazuje na prekoračenje granice ako je izmereni napon ili druga veličina koja se meri prevelika da bi je aparat prikazao. Na digitalnom multimetru se prekoračenje prikazuje kao trepćuća jedinica (ili slovima OL). Na analognim multimetrima, prekoračenje se prikazuje tako što kazaljka izlazi van skale. Ukoliko multimetar ima funkciju automatskog biranja opsega a vidite da je došlo do prekoračenja, to znači da je vrednost veličine koja se meri prevelika da bi je taj multimetar izmrio. Uzimavanje na prekoračenje je često kada se ispituje kontinuitet. To znači da je otpornost prevelika da bi je multimetar registrovao, čak i kada je izabran maksimalni opseg.

Kada koristite analogni multimetar, izbegavajte prekoračenja jer se tako može narušiti preciznost kretanja kazaljke. Zato uvek birajte najveći opseg koji će po vama odgovarati merenju i tek nakon toga započnite merenje. Taj pristup će sprečiti da se kazaljka „zakucava“ u krajnji položaj kada se opseg merenja prekorači.



Dodatne korisne funkcije

Kao što smo rekli u odeljku „Osnove multimetra“, ranije u ovom poglavlju, svi standardni multimetri omogućavaju merenje jednosmernih i naizmeničnih napona, struje i otpornosti. Pored toga, digitalni multimetri imaju različite funkcije i mogućnosti po kojima se razlikuju. Evo nekih dodatnih funkcija koje mogu da olakšaju proces ispitivanja kola i povećaju preciznost merenja:

- ✓ **Ispitivanje rada kondenzatora i merenje kapacitivnosti.** Pošto merni kablovi i sonde mogu da utiču na očitavanje vrednosti kapacitivnosti, većina multimetara koji mogu da mere kapacitivnost imaju zasebno ležište. Umetnite kondenzator u to ležište i zatim izmerite njegovu kapacitivnost.
- ✓ **Ispitivanje ispravnosti diode.** Na digitalnim multimetrima s tom funkcijom postoji poseban položaj birača koji služi za ispitivanje dioda. Imajte na umu da pomoću većine analognih multimetara možete ispitati rad diode, koristeći skalu za male otpornosti. U odeljku „Ispitivanje dioda“, kasnije u ovom poglavlju, nači ćete detalje o takvom ispitivanju.
- ✓ **Proveravanje ispravnosti tranzistora.** I analogni i digitalni multimetri mogu da obave jednostavno ispitivanje bipolarnih tranzistora. Kada se koristi analogni multimetar, tranzistori se ispituju na isti način kao diode. Na digitalnim multimetrima, tranzistori se ispituju uz korišćenje odgovarajućeg, označenog ležišta za tranzistore.
- ✓ **Automatsko podešavanje nule.** Samo digitalni multimetri mogu automatski da podeše očitavanje na nulu pre merenja. Ako koristite analogne multmetre, ali i neke modele digitalnih, prvo treba da podešite uredaj na nulu. U uputstvu za multimetar nači ćete precizne instrukcije za taj postupak.

Podešavanje multimetra

Pre nego što počnete da koristite multimetar, morate se uveriti da pravilno radi. Svako odstupanje u radu daje pogrešne rezultate merenja, a da vi to možda nećete ni primetiti.



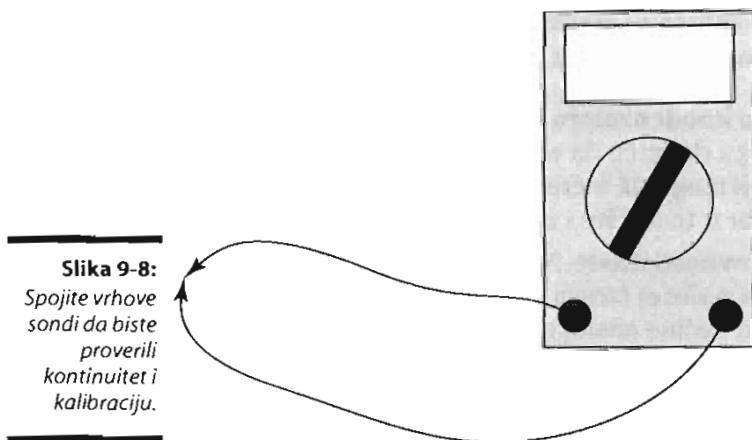
Moderni multimetri, posebno digitalni, napajaju se baterijama. Zato provjerite napon baterija i zamenite ih kad treba. Ako na multimetru postoji indikator niskog napona baterija, obratite pažnju na njegov status i čim se aktivira, zamenite bateriju (ili baterije). Koristite nove alkalne baterije. Većina multimetaara ne može da koristi punjive nikl-kadmijumske baterije (NiCd), koje daju nešto manji napon od alkalnih. Nemojte koristiti nikl-kadmijumske baterije za napajanje multimetra ukoliko u uputstvu izričito ne piše da je to dozvoljeno.

Da biste ispitali multimetar, pratite sledeće korake:

- Uključite multimetar i birač postavite u položaj za merenje otpornosti (Ω).**

Ako multimetar nema funkciju automatskog biranja opsega, postavite ga na opseg male otpornosti.

- Priklučite oba kabela u odgovarajuće konektore multimetra a zatim sastavite vrhove sondi, kao što je prikazano na slici 9-8.**



- Multimetar bi trebalo da pokaže vrednost 0 (nula) oma ili vrlo blisku vrednost.**



Ako multimetar nema funkciju automatskog podešavanja nule, pritisnite dugme Adjust (ili Zero Adjust). Na analognim multimetrima okrećite dugme Zero Adjust sve dok se kazaljka ne postavi na nulu. Držite sastavljene sonde nekoliko sekundi dok se multimetar automatski ne postavi na nulu.

Kada proveravate multimetar, trebalo bi da vodite računa o sledećem:

- ✓ Ne dodirujte metalne sonde prstima dok ispitujete multimetar. Prirodna otpornost tela može da poremeti preciznost multimetra.
- ✓ Proverite da li su vrhovi sondi čisti. Prljave ili zardale sonde mogu da budu uzrok pogrešnih rezultata merenja. Očistite ih sredstvom za čišćenje elektronskih kontakata, koje možete kupiti u prodavnicama elektronske opreme i komponenata. Očistite i krajeve sondi, konektore na kablovima i, ako je potrebno, konektore na samom multimetru.
- ✓ Dvaput proverite položaj birača multimetra. Uverite se da je podešen za merenje otpornosti. Ako nemate multimetar sa automatskim biranjem opsega, postavite birač u položaj za merenje najmanje otpornosti.

Možete smatrati da je multimetar kalibriran ako prikazuje otpornost od nula oma kada su sonde kratko spojene (spojene tako da se dodiruju). Ovaj postupak primenite pre svakog korišćenja multimetra, posebno ako ga isključujete između dva merenja.

Merenje otpornosti obične vode

Multimetar možete upotrebiti za izvođenje jednostavnog naučnog eksperimenta kojim se demonstrira postupak merenja otpornosti, i pokazuje koliko primesa ima u vodi koju pijete. To ćete izvesti na sledeći način:

- 1. Uzmite dve čiste čaše.**
- 2. Isperite ih destilovanom vodom.**
Destilovanu vodu možete kupiti u svakoj samoposluzi.
- 3. Jednu čašu napunite destilovanom vodom, a drugu običnom.**
- 4. Podesite multimetar za merenje otpornosti.**
Ako multimetar nema automatsko biranje opsega, podesite ga na prilično velik opseg, recimo 200 kilooma ili više.
- 5. Gumicom za tegle spojite izolovane ručice sondi.**

Uverite se da se metalni delovi sondi ne dodiruju.

6. Uronite sondе u čašu s destilovanom vodom. Zabeležite rezultat i – po potrebi – smanjite opseg merenja.

7. Nakon toga uronite sondе u čašu sa običnom vodom. Zabeležite dobijeni rezultat.

U osnovnoj školi ste naučili da voda provodi elektricitet. Ta tvrdnja nije sasvim tačna. Voda bez primesa je izolator; elektricitet provode minerali rastvorení u vodi. Destilovana voda sadrži malo minerala, pa ima vrlo veliku otpornost. U zavisnosti od toga gde živite, voda iz vodovodne mreže može da sadrži mnogo soli i minerala, pa je zato njena provodnost veća. Zbog tih primesa voda ima manju otpornost pa zato bolje provodi elektricitet.

Ispitivanjem sam zaključio da destilovana voda ima otpornost od oko $140\text{ }\Omega$; otpornost obične vode je oko $40\text{ }\Omega$. Vi ćete možda dobiti veće ili manje vrednosti otpornosti u oba merenja, zbog razlika u kvalitetu vode i rastojanja između sondi.



Kao što smo već rekli ranije u ovom poglavlju, mnogi digitalni multimetri imaju funkciju ispitivanja kontinuiteta koja aktivira zvučni signal kada je u ispitivanom kolu otpornost nula omaga. Međutim, tu funkciju nemojte koristiti za podešavanje nule multimetra. Uredaj će se oglasiti zvučnim signalom i kada je otpornost vrlo mala, pa tako ne dobijate potrebnu preciznost. Ponovno kalibrirajte multimetar već opisanim postupkom kako biste bili sigurni da će pravilno raditi i da će očitavanja biti precizna.

Ako uopšte ne dobijete odziv kada spojite vrhove sondi, proverite položaj birača na multimetru. Ništa se neće dogoditi ako ste multimetar podesili da meri napon ili struju. Ukoliko ste se uverili da je multimetar pravilno podešen a on i dalje ne reaguje, problem je možda u mernim kablovima. Po potrebi, popravite ih ili zamenite novim.

Pošto proverite i podesite multimetar, izaberite odgovarajuću funkciju (merenje otpornosti, naizmeničnog ili jednosmernog napona ili struje) i opseg, pa započnite merenje.

Pet osnovnih merenja koja možete obaviti multimetrom

Pošto ste uključili multimetar i kalibrirali ga, možete da obavite prva merenja. U narednim odeljcima naučićete kako da obavite pet osnovnih merenja multimetrom.

Merenje napona

Da li vaše kolo dobija odgovarajući napon? To ćete otkriti pomoću multimetra. Merenja napona obavljate u kolu koje je uključeno. Napon možete meriti praktično u svim tačkama kola, a ne samo na polovicima baterije. Postupak je jednostavan i podrazumeva povezivanje sonde na crnom kablu sa uzemljenjem a sonde na crvenom kablu s tačkom u kolu u kojoj želite da izmerite napon.

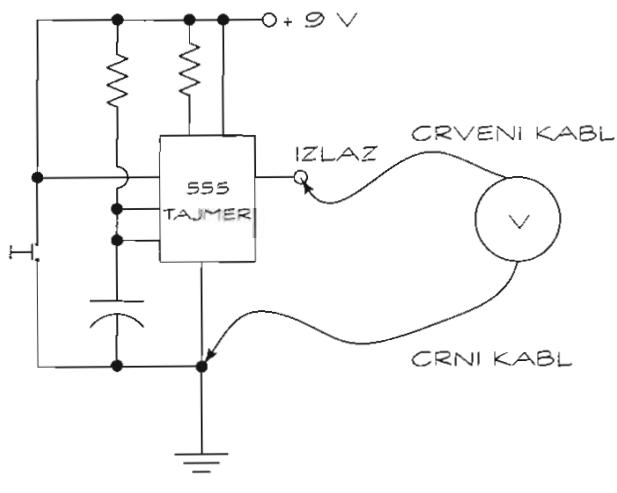
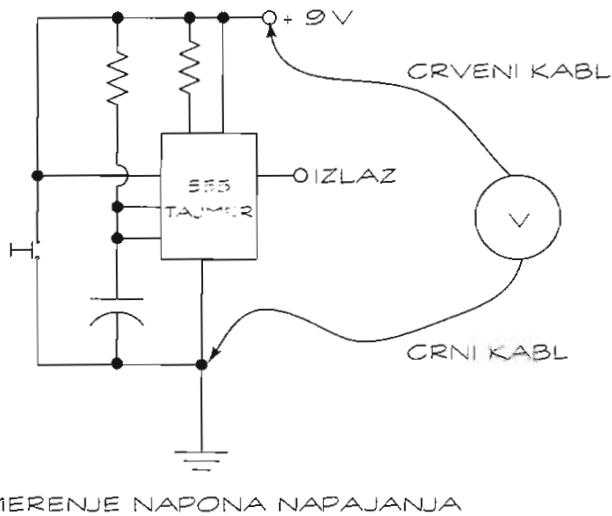
Merenje ćete obaviti na sledeći način:

1. Podesite multimetar kao što je objašnjeno u odeljku „Podešavanje multimetra“.
2. Povežite sondu na crnom kablu sa uzemljenjem kola.
3. Postavite sondu na crvenom kablu na tačku u kolu u kojoj želite da izmerite napon.

Na slici 9-9 prikazano je merenje napona u nekoliko tačaka jednostavnog integrisanog kola 555. Na gornjoj slici je prikazano merenje napona koji napaja celo kolo, a na donjoj – merenje napona na izlazu kola 555. Pošto je izlaz kola 555 napon „uključeno-ili-isključeno“, rezultat merenja će naizmenično biti nula ili pet volti.

Signali koje kola generišu mogu se menjati tako brzo da ih ne možete pravilno izmeriti multimetrom. Multimetar ne može dovoljno brzo da reaguje na promene napona. Odgovarajuću opremu za merenje brzomenjanjućih signala čine logička sonda i osciloskop. O njima ćemo detaljno govoriti u poglavlju 10.





Slika 9-9:
Dva merenja
napona u inte-
grisanom kolu
555.

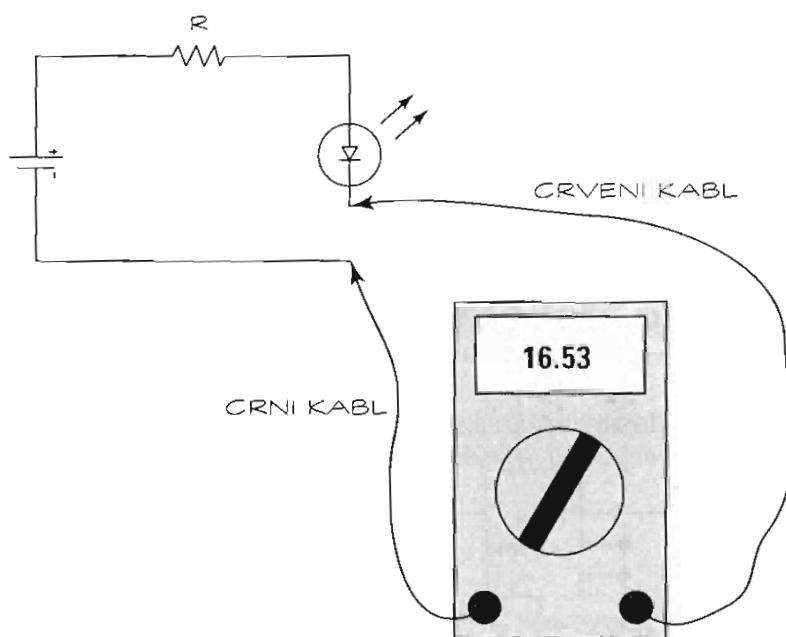
Merenje jačine struje

Kao i napon, i jačina struje se meri kada je u kolu uključeno napajanje. Prvo redno vežite multimetar u kolo s pozitivnim naponom, kako bi multimetar izmrio struju koja teče kroz kolo. Tim merenjem ćete ustanoviti kolika je ukupna struja koju kolo crpi. Međutim, ne zaboravite da mnogi multimetri mogu da mere samo struju jačine do 200 miliampera. *Budite pažljivi:* nemojte meriti jače struje ako vaš multimetar ne može da ih izdrži.

Možete izmeriti i struju koja teče kroz deo kola, ili čak struju koja teče kroz jednu komponentu. Na slici 9-10 prikazano je merenje jačine struje koja prolazi kroz LED diodu. Obavite to merenje multimetrom koji je podešen za merenje miliamperskih struja.

Sva merenja struje obavljaju se na opisani način. Multimetar se vezuje na red s kolom, kao što je prikazano na slici 9-10. Sondu na crnom kablu povežite ili sa uzemljenjem, ako merite struju koja teče kroz celo kolo, ili s negativnjim delom kola. Ako multimetar ništa ne pokazuje, zamenite položaje sondi i pokušajte ponovo.

Pošto izmerite jačinu struje, isključite multimetar. Time ćete sprečiti oštećenje multimetra.



Slika 9-10:
Merenje jačine struje podrzuje njegovo redno povezivanje s kolom ili komponentom.

Ne dozvolite da osigurač pregori!

Ne zaboravite da povezivanje s kolom ili komponentom kroz koje protiče struja jača od one za koju je multimetar predviđen može da izazove velike probleme. Postoji opasnost da osigurač u multimetru pregori, pa ćete morati da ga zamenite pre nego što ponovo upotrebite multimetar.

Mnogi analogni i digitalni multimetri imaju zaseban ulaz za merenje jačine struje. Ako na vašem multimetru postoji takav ulaz,

verovatno je označen slovom A (skraćenica za amper) ili slovima mA (miliamperi). Obavezno koristite taj ulaz za merenje jačine struje. Neki multimetri imaju čak i zaseban ulaz za merenje jačih struja, obično do 10 ampera, i on najčešće ima oznaku 10A.

Pre merenja jačine struje obavezno izaberite odgovarajući ulaz. Ako to zaboravite, oštetićete ili multimetar (ako nemate sreće) ili će samo osigurač pregoreti (ako imate sreće).

Ispitivanje kontinuiteta žica i kablova

Ispitivanjem kontinuiteta proveravate da li je kolo kompletno ili nije. Kontinuitet ćemo najbolje opisati ako jednu žicu smatramo kolom:

- ✓ *Kratak spoj* pokazuje da postoji veza između dve tačke jedne žice. Multimetar to stanje prikazuje kao otpornost vrednosti 0 (nula) ohma.
- ✓ *Otvoreno kolo* znači da u kolu ne postoji kontinuitet, to jest da u žici postoji prekid. Multimetar to stanje prikazuje kao beskonačnu otpornost, to jest otpornost toliko velike vrednosti da multimetar ne može da je registruje.

Kada ispitujete kabl s nekoliko žica, treba da proverite i da li se pojedinačne žice u njemu dodiruju. Kada se žice dodiruju, nastaje kratak spoj. Obično ne želite da u kolu nastane kratak spoj, jer ako do njega dode, kolo više ne radi. Zato kontinuitet treba ispitati kad god se javi problemi u radu kola.

Slika 9-11 pomoći će vam da proverite kontinuitet žice ili kabla:

- ✓ **Ispitivanje kontinuiteta jedne žice.** Povežite sonde multimetra s krajevima žice. Multimetar bi trebalo da pokaže otpornost od 0 (nula) ohma ili vrednost vrlo blisku tome. Očitavanje od samo nekoliko ohma ukazuje na mogući prekid u kolu.
- ✓ **Provera postoji li kratak spoj između različitih žica koje ne bi trebalo da budu električno povezane.** Povežite sonde multimetra s ogoljenim (neizolovanim) provodnikom dveju žica. Dobijena vrednost otpornosti trebalo bi da bude veća od nula ohma. Ako se očita nula ohma ili vrlo bliska vrednost, moguće je da postoji kratak spoj.

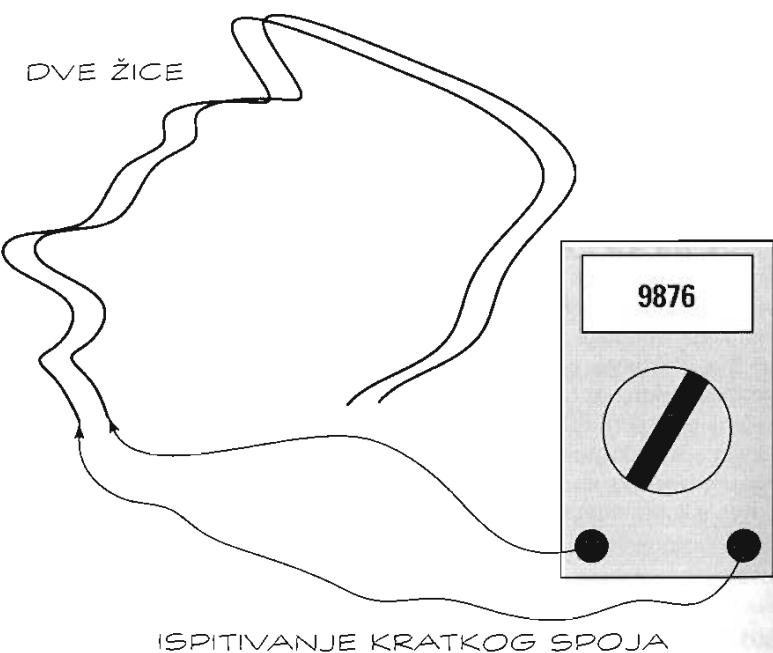
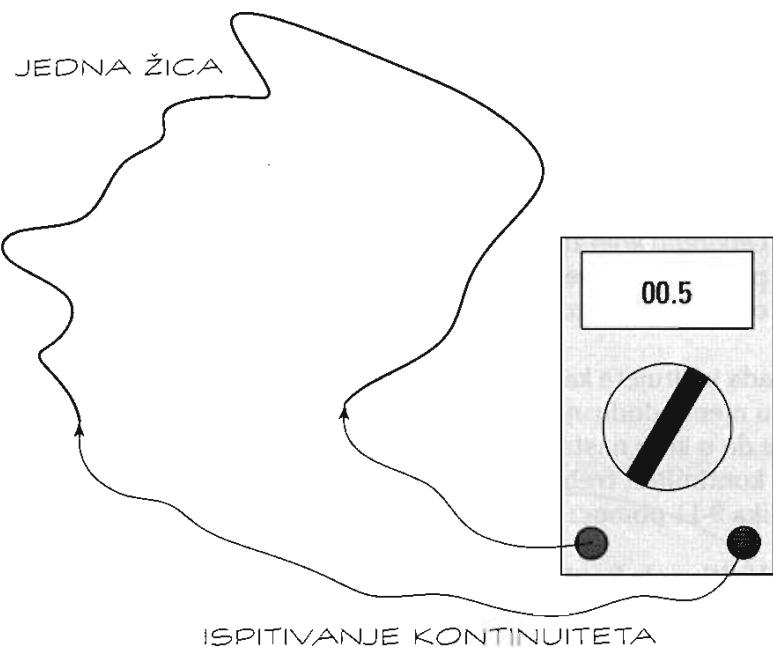
Čak se i žica suprotstavlja kretanju elektrona

Zašto multimetar uvek ne pokazuje nula ohma kada ispitujete žicu, posebno dugačku? Sva električna kola suprotstavljaju se protoku elektrona; taj se otpor dokazuje merenjem otpornosti. Čak i kratki komadi žice imaju otpornost, ali je ona obično manja od jednog ohma i nije tako važna za ispitivanje kontinuiteta.

Što je žica duža, to je otpornost veća, posebno ako je prečnik te žice mali. Obično, što je žica deblja, to je otpornost po metru manja. Čak i kada multimetar ne pokazuje otpornost od tačno nula ohma, možete prepostaviti da postoji kontinuitet ukoliko je očitana vrednost vrlo mala.



Ako ispitujete dve različite žice koje ne bi trebalo da budu električno povezane u kolu, dobijete rezultat od beskonačno mnogo ohma, što ukazuje na otvoreno kolo, zar ne? U većini slučajeva ta tvrdnja je tačna. Međutim, nije uvek tako. Takva veza, bez obzira na njenu prirodu, može da ima određenu otpornost, pa kada tražite moguće kratke spojeve, ne brinite previše ako se ne očijava beskonačna vrednost.



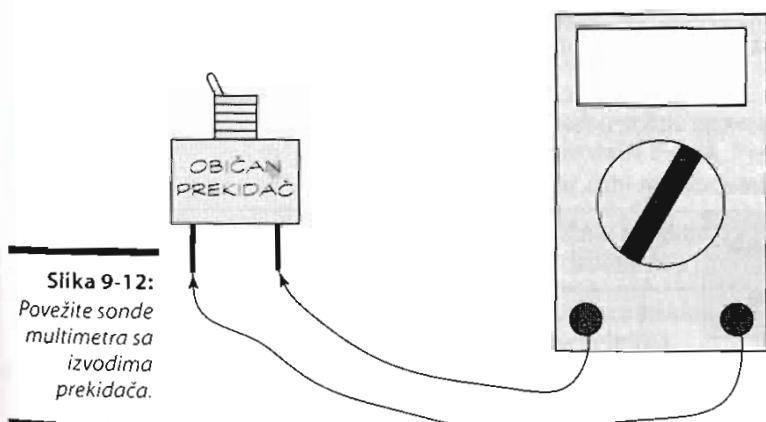
Slika 9-11:
Povežite sonde
multimetra s
tačkama prika-
zanim na ovoj
slici da biste
ispitali žice.

Ispitivanje prekidača i preklopnika

Mehanički prekidači i preklopnići mogu da se zaprljavaju i da se istroše, a ponekad jednostavno puknu. Ukoliko se to desi, prekidač i preklopnik više ne provode električnu struju kada vama to treba.

Ispitivanje različitih prekidača i preklopnika

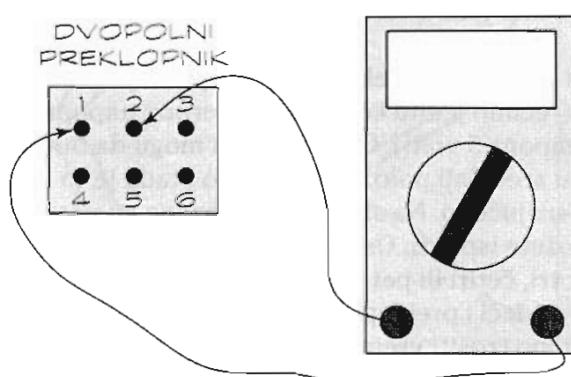
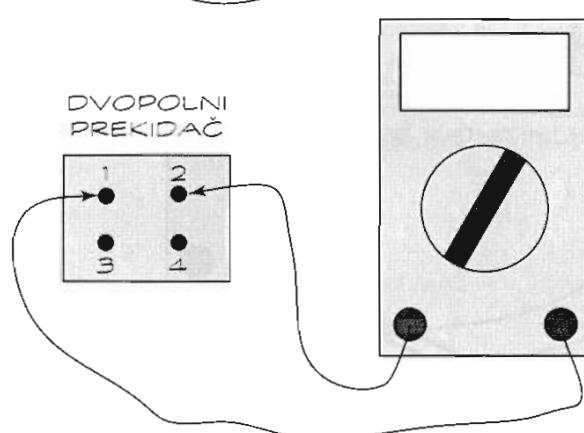
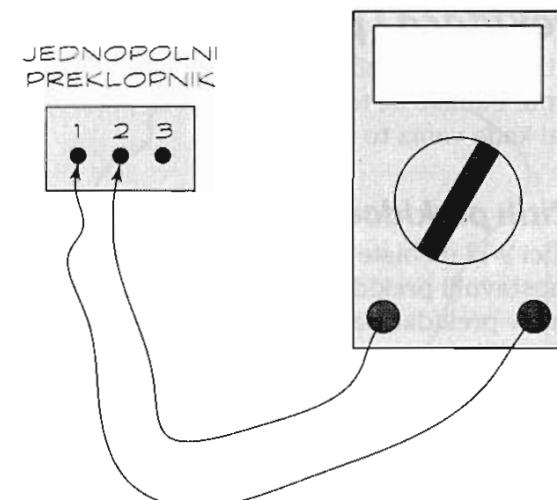
Sledite dijagram na slici 9-12 da biste ispitali običan prekidač. Kao što smo rekli u poglavlju 5, najjednostavniji prekidač je jednopolni prekidač (običan). Lako možete prepoznati takav prekidač na osnovu njegova dva izvoda (terminala): jedan služi kao ulaz za električnu struju, a drugi kao izlaz. Prekidač omogućava ili sprečava proticanje struje, u zavisnosti od položaja.



Za obične prekidače i preklopniće koristi se izraz „jednopolni“ (engl. *single-pole*) pošto oni uključuju ili isključuju samo jedan deo kola. Ako je to prekidač, a ne preklopnik, ima samo jednu varijaciju radnog položaja, uključeno ili isključeno.

Postoje i dvopolni prekidači i preklopnići. Dvopolni prekidač je zadužen za dva zasebna kola (recimo jedno kolo jednosmernog napona 12 volti i drugo kolo jednosmernog napona 5 volti). Ovi prekidači mogu da budu tipa uključeno-uključeno ili da imaju središnji položaj isključeno i tada je to prekidač tipa uključeno-isključeno-uključeno. Na slici 9-13 prikazane su varijacije prekidača i preklopnika koje možete ispitati. Ostali prekidači i preklopnići mogu da imaju dodatne polove i čak tri, četiri ili pet položaja, ali su to uglavnom varijacije na temu (pored toga, prekidači i preklopnići s dodatnim polovima nisu tako česti). Zato na njih više nećemo trošiti vreme u ovoj knjizi.

U poglavlju 5 detaljno smo govorili o tipovima prekidača i preklopnika.



Slika 9-13:
Povežite sonde multimetra kao što je prikazano na slici da biste ispitali razlike vrste prekidoča i preklopnika.

Pri ispitivanju različitih tipova prekidača i preklopnika sledite procedure iz tabele 9-1. Fizička lokacija i funkcija izvoda prekidača i preklopnika mogu da se razlikuju. Na dvopolnim prekidačima i preklopnicima, središnji izvod služi kao zajednički; prekidač se uključuje na jednu stranu da bi preusmerio struju ka levom izvodu, a na drugu stranu da bi struja potekla kroz desni izvod. Međutim, nisu svi prekidači projektovani tako i samo ćete eksperimentisanjem otkriti razlike.

Tabela 9-1 Tipovi prekidača i preklopnika

<i>Broj izvoda</i>	<i>Tip</i>	<i>Napomene</i>
1	Jednopolni prekidač	Metašno telo prekidača/drugi izvod. Da biste ispitali ovaj prekidač, povežite jednu sondu s telom prekidača a drugu sa izolovanim izvodom.
2	Jednopolni prekidač	Povežite sonde multimetra sa izvodima prekidača.
3	Jednopolni preklopnik	Povežite jednu sondu sa središnjim izvodom a drugu s jednim od preostalih izvoda. Postavite preklopnik u jedan položaj i zabeležite rezultat merenja.
4	Dvopolni prekidač	Kao i u slučaju preklopnika sa tri izvoda, s tim što treba nezavisno ispitati oba prekidačka kola.
6	Dvopolni preklopnik	Kao i u slučaju preklopnika sa tri izvoda, s tim što treba ispitati oba položaja.

Reči mudrosti

Pri ispitivanju prekidača i preklopnika različitih tipova pomoći će vam sledeći saveti:

- ✓ Kada je prekidač ili preklopnik u položaju isključeno, multimetar bi trebalo da pokaže beskonačnu otpornost. To važi za oba pola u dvopolnom prekidaču ili preklopniku.
- ✓ Kada je prekidač ili preklopnik u položaju uključeno, multimetar bi trebalo da pokaže nula ohma. Ako multimetar ne pokaže tu vrednost otpornosti kada je prekidač ili preklopnik u položaju uključeno, vrlo je verovatno da prekidač, odnosno preklopnik nije ispravan.

Prekidače i preklopnike najlakše ćete ispitati kada nisu u kolu. Ako je prekidač povezan u kolo i prekidač postavite u položaj isključeno, multimetar možda neće pokazati beskonačnu otpornost. Umesto toga, možda će pokazati neku vrednost otpornosti različitu od 0 (nula) ohma. (Da biste shvatili zašto, pročitajte istaknuti odeljak „Čak se i žica suprotstavlja kretanju elektrona“, ranije u ovom poglavlju.)

Preklopnik možda neće imati položaj isključeno, već samo dva položaja uključeno. Takav preklopnik možete ispitati kao da je reč o dva prekidača, tako što ćete obaviti dva ispitivanja. Ako prekidač ima središnji položaj isključeno, beskonačnu vrednost otpornosti trebalo bi da dobijete samo kada je prekidač u tom položaju.

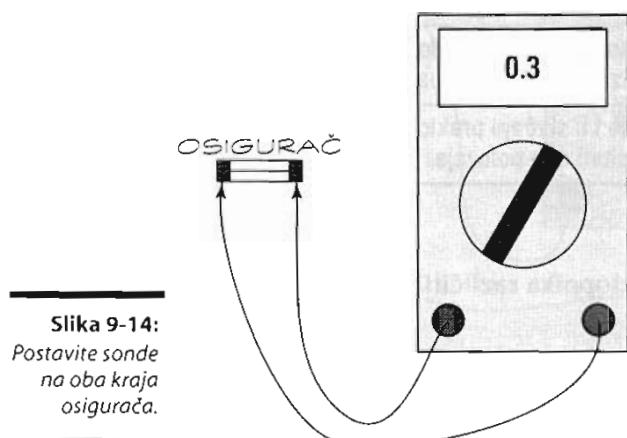


Ispitivanje osigurača

Ako kolo počne da crpi previše struje, može da se pregreje i ne samo da bude uništeno već i da izazove požar. Osigurači štite elektronska kola od oštećenja zbog prejake struje i, što je važnije, pojave požara ako se kolo pregreje. Osigurač pregori (ili otvori kolo) kada struja koja teče kroz njega premaši dozvoljenu jačinu.

Osigurači mogu da pregore i zbog drugih razloga. Ponekad pregorevaju zbog problema koji se javljaju na mahove, kao što je trenutno naglo povećanje napona (*naponski udar*) do koga dolazi zbog udaljenog (ili bliskog) udara groma. Kada osigurač pregori, morate ga zameniti osiguračem iste vrednosti, a ona je odštampana na samom osiguraču.

Kada želite da proverite osigurač, birač multimetra postavite u položaj za merenje otpornosti ili kontinuiteta. Krajeve osigurača dodirnite sondama multimetra, kao što je prikazano na slici 9-14. Očitana vrednost bi trebalo da bude 0 (nula) ohma. Ukoliko multimetar pokaže beskonačnu otpornost (iznad granice multimetra; stvarni rezultat merenja zavisiće od modela vašeg multimetra, ali u svakom slučaju znači da imate otvoreno kolo), osigurač je pregoreo i morate ga zameniti.



Ispitivanje otpornika, kondenzatora i drugih elektronskih komponenata

U sledećim odeljcima govorićemo o nešto „egzotičnijem“ korišćenju multimetra: ispitivanju otpornika, kondenzatora i drugih glavnih komponenata kola.

Detaljnije informacije o tome šta su i čemu služe otpornici, kondenzatori i druge komponente o kojima ćemo pričati u sledećim odeljcima, naći ćete u poglavlju 4.



Bože, izgleda kao da je spržen!

Pošto je cilj ispitivanja utvrđivanje da li je komponenta ispravna ili nije, prvo pogledajte kako komponenta izgleda. U nekim slučajevima, već na prvi pogled će vam biti jasno da je komponenta uništena pa bi svako ispitivanje bilo gubljenje vremena. Kad komponenta izgleda kao da je spržena, sigurno je pregorela. Ako se neka elektronska komponenta pregreje – obično zbog prejake struje koja prolazi kroz nju – može da se istopi ili da eksplodira. Ponekad će doći i do požara! Kada otkrijete spaljenu komponentu, neophodno je da saznate zašto je pregorela kako biste sprečili da se to ponovi.

Oštećene komponente ćete otkriti ako potražite sledeće znake:

- ✓ U slučaju otpornika, pogledajte da li ima uočljivo ispušteno središte, izrazito promenjene boje – pa i nepromenjene.
- ✓ Kada ispitujete kondenzator, proverite da li postoji ispuštenje na vrhu ili krajevima i da li elektrolit ističe ili ne ističe. Ne morate voditi računa o tome kako taj elektrolit izgleda: čim nešto izlazi iz kondenzatora, to je loša vest.
- ✓ Na diodi, tranzistoru ili integrisanim kolu potražite očigledne promene boje na štampanoj ploči; boja se promeni kada se komponenta pregreje.
- ✓ Nemojte smetnuti s uma komponentu koja se raspala.



Izbegavajte kontakt sa sirupastom tečnošću iz elektrolitskog kondenzatora. Ona je *kaustična*, što znači da može da vas opeče. Odmah operite ruke topлом vodom i sapunom ako dodirnete tu tečnost. Ne dozvolite da vam kapne u oči! Ukoliko se to ipak dogodi, odmah dobro isperite oči mlazom vode i zatražite hitnu medicinsku pomoć.

Naravno, sam izgled može da zavara. Komponenta je možda oštećena iznutra, čak i ako nema vidljivih znakova pregrevanja. Zato vizuelno ispitivanje koristite samo kao sredstvo za pronalaženje očiglednih oštećenja a ne kao način da konačno zaključite da je komponenta neispravna. Nemojte prepostavljati da komponenta nije oštećena iznutra samo zbog toga što spolja izgleda dobro.

Ispitivanje otpornika

Otpornici su komponente koje ograničavaju protok struje kroz kolo ili dele napon u kolu. Otpornici imaju vrlo različite otpornosti; vrednost otpornosti je obično odštampana na telu otpornika. Ponekad morate proveriti da li je naznačena vrednost precizna, to jest da li je otpornik ispravan.

Otpornike lako možete ispitati multimetrom ako pratite sledeće korake:

1. Podesite multimetar za merenje otpornosti.

Ako nemate multimetar sa automatskim podešavanjem opsega, počnite s visokim opsegom a zatim ga postepeno smanjujte.

2. Postavite sonde multimetra na krajeve otpornika.

Nipošto nemojte prstima dodirivati izvode otpornika ili sonde; u suprotnom, dodaćete prirodnu otpornost tela u očitavanje, pa ćete dobiti netačan rezultat.

3. Izmerite otpornost i zabeležite očitavanje.

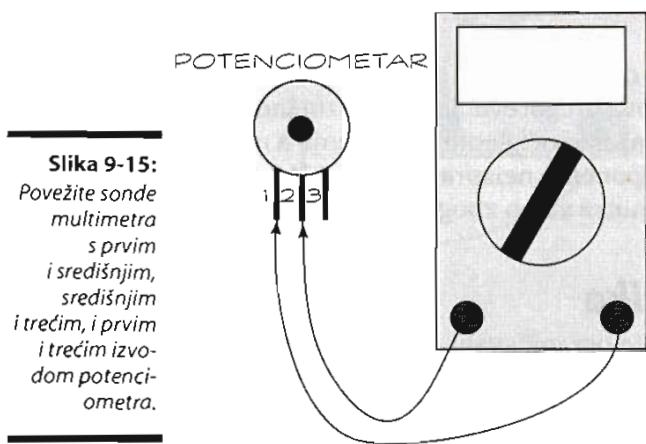
Neispravan otpornik može da daje znake otvorenog kola, u kom slučaju multimetar prikazuje beskonačnu otpornost, ili kratkog spoja, kada multimetar pokazuje nula oma.

Kada ispitate otpornik, proverite i da li se otpornost koju prikazuje multimetar slaže s vrednošću naznačenom na samom otporniku. Očitavanje mora da bude u granicama tolerancije otpornika. Na primer:

- ✓ Ako otpornik ima toleranciju od 10 procenata a nominalna otpornost je 1 K oma, prihvataljivi rezultati merenja moraju da budu u opsegu od 900 do 1000 oma. Tolerancija je 10 procenata od 1000, znači 100 oma.
- ✓ Ako otpornik ima toleranciju od jednog procenta (ti otpornici male tolerancije nazivaju se *precizni otpornici*), prihvataljivi rezultati merenja multimetrom moraju biti u opsegu od 990 do 1010 oma. Tolerancija je jedan procenat od 1000, znači 10 oma

Ispitivanje potenciometara

Potenciometar je promenljivi otpornik. Kao i otpornike, potenciometre možete ispitati multimetrom. Kao što vidite na slici 9-15, sonde se povezuju na oba kraja provodnog materijala. Kada su sonde multimetra postavljene u tačke 1 i 2, okretanjem birača u jednom smeru otpornost se povećava. Međutim, kada su sonde postavljene u tačke 2 i 3, okretanjem birača u drugom smeru otpornost se smanjuje.



Provodna površina potenciometra može biti od različitih materijala, od *cermeta* (kombinacija keramike, stakla i plamenitih metala), ugljenika, žice i provodne plastike. Ta površina može da se polomi, isprlja ili pregori. Potenciometar ponekad prestaje da radi zbog oštećenja provodne površine. Dok okrećete osovini potenciometra, pratite šta multimetar pokazuje i uočite svaku naglu promenu otpornosti jer ona ukazuje na oštećenje u unutrašnjosti potenciometra. U tom slučaju, zamenite potenciometar novim.

Ispitivanje dioda

Dioda je najjednostavniji oblik poluprovodnika. Diode obavljaju mnogo „čudnih“ poslova u elektronskim kolima, uključujući pretvaranje naizmenične struje u jednosmernu, blokiranje napona, ograničavanje napona i osvetljavanje. Da li dioda pravilno radi ili ne, možete proveriti ako imate digitalni multimetar s funkcijom ispitivanja dioda.

Da biste ispitali diodu multimetrom s funkcijom proveravanja dioda, pratite sledeće korake:

- 1. Postavite birač multimetra u odgovarajući položaj za ispitivanje dioda.**
- 2. Postavite sonde multimetra na izvore diode.**
Vodite računa o polaritetu. Sondu na kraju crvenog kabla povežite sa anodom (pozitivni izvod) diode, a sondu na kraju crnog kabla s katodom (negativni izvod; katoda je obeležena trakom tako da je lako možete identifikovati). Ne zaboravite da nikako prstima ne smete dodirivati sonde.
- 3. Očitajte rezultat koji daje multimetar.**
- 4. Zamenite mesta sondama i ispitajte ponovo.**

Tabela 9-2 pomoći će vam da protumačite rezultate. Iako se ovo ispitivanje može koristiti za većinu dioda, ne daje dobre rezultate za diode koje emituju svetlost – njihovu ispravnost možete proveriti vizuelno.

Tabela 9-2: Vrednosti na displeju multimetra

Prvo ispitivanje	Drugo ispitivanje	Stanje
Oko 0,5*	Prekoračenje	Dobro
Prekoračenje	Prekoračenje	Loše – prekid
Nula	Nula	Loše – kratak spoj

* Rezultat koji prikazuje multimeter nije toliko važan, sve dok je vrlo blizak nuli ali ne i nula.

Ispitivanje diode analognim multimetrom

Ako imate analogni multimetar, većinu dioda možete ispitati merenjem otpornosti, na sledeći način:

- 1. Postavite birač multimetra u položaj za merenje malih otpornosti.**
- 2. Sondu na crnom kablu povežite s katodom (kraj diode na kome postoji traka) a sondu na crvenom kablu sa anodom diode.**

Multimetar bi trebalo da prikaže malu otpornost.

- 3. Zamenite mesta sondama.**

Multimetar bi trebalo da prikaže beskonačnu otpornost.

Ispitivanje kondenzatora

Kondenzatori se koriste za skladištenje elektrona na određeni kraći period vremena. Kondenzatori mogu da otkažu zbog brojnih razloga, pa pomoću multimetra otkrijte koji kondenzator bi trebalo da bacite zbog:

- ✓ **Starosti:** Određeni tipovi kondenzatora, uglavnom oni s tečnim elektrolitom, mogu da se s vremenom isuše. Kada do toga dođe, prestaju da rade.
- ✓ **Previsokog napona:** Svi kondenzatori su predviđeni za određeni radni napon. Ako primenite napon veći od nominalnog, oštetićete kondenzator.
- ✓ **Pogrešnog polariteta:** Polarizovani kondenzator, koji na sebi ima znake + ili -, može bukvalno da se raspadne ako ga pogrešno povežete s kolom.

Kondenzator možete ispitati i multimetrom koji nema specijalnu funkciju ispitivanja tih komponenata. Nećete uvek dobiti rezultate na osnovu kojih sa sigurnošću možete zaključiti da li je kondenzator dobar ili nije, ali će vam pomoći da odredite trenutak kada bi trebalo da ga zamenite. Pratite sledeće korake pri ispitivanju multimetrom koji nema specijalnu funkciju ispitivanja kondenzatora:

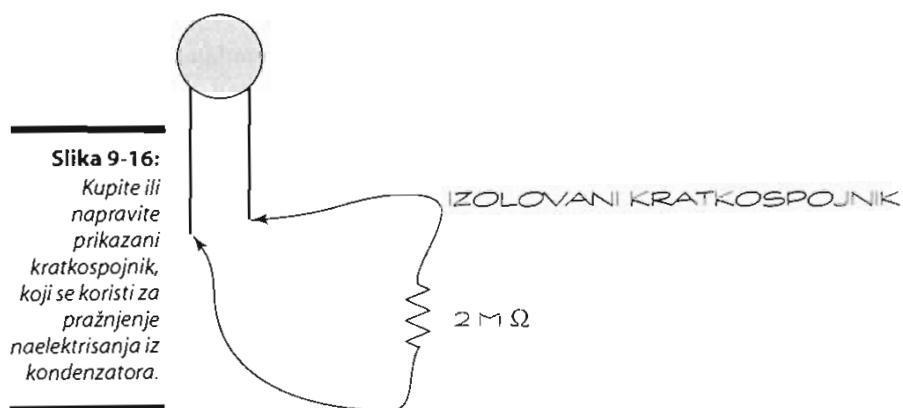
1. **Pre ispitivanja, pomoću izolovanog kratkospojnika (slika 9-16) kratko spojite izvode kondenzatora.** Taj kratkospojnik možete napraviti sami. To je obična žica s pričvršćenim otpornikom otpornosti 1 ili 2 megaoma. Otpornik sprečava da kondenzator bude kratko spojen, što ga može učiniti neupotrebljivim.

Time ćete isprazniti kondenzator. Izvode morate kratko spojiti pošto veliki kondenzatori mogu da zadrže izvesnu količinu nanelektrisanja na duže vreme, čak i ako je isključen izvor napajanja.

2. **Postavite birač multimetra u položaj za merenje otpornosti.**

3. **Sondama multimetra dodirnite izvode kondenzatora. Sačekajte sekundu ili dve i očitajte rezultat.**

Ispravan kondenzator daje beskonačnu otpornost. Otpornost od 0 (nula) omu može da znači da je kondenzator u kratkom spoju. Kondenzator koji „curi“ ili gubi svoju sposobnost da zadrži elektricitet, daće rezultat koji je između beskonačnosti i nula omu.





Ako radite s polarizovanim kondenzatorom, sondu na crnom kablu povežite s negativnim izvodom kondenzatora, a sondu na crvenom kablu s pozitivnim izvodom. U slučaju nepolarizovanih kondenzatora, nije važno gde ćete postaviti sonde.

Ovim ispitivanjem nećete moći da utvrdite da li je kondenzator u stanju otvorenenog kola, a to se dogada ako je komponenta strukturno oštećena ili ako dielektrik (izolacioni materijal) počne da se suši ili curi. Da biste izveli odgovarajuće ispitivanje, morate imati multimetar s funkcijom ispitivanja kondenzatora.

Ako vaš multimetar ima tu funkciju, svakako je iskoristite umesto prethodno navedenog postupka. U uputstvu ćete naći odgovarajuće instrukcije, jer se ispitivanje razlikuje od modela do modela. Pri ispitivanju obavezno vodite računa o polaritetu kondenzatora.

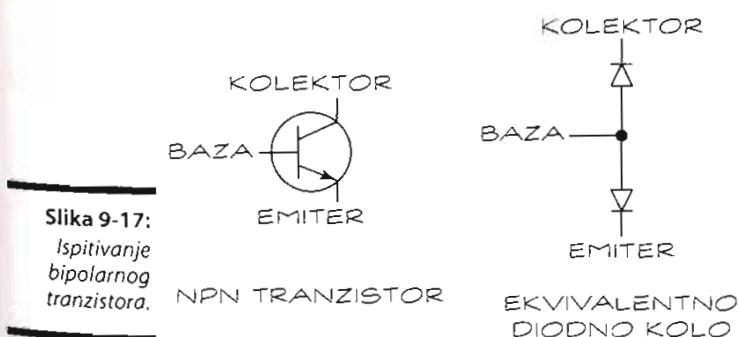


Još jedna prednost korišćenja multimetra s funkcijom ispitivanja kondenzatora jeste mogućnost merenja kapacitivnosti. To će vam pomoći da otkrijete da li je vrednost kapacitivnosti u dozvoljenom opsegu tolerancije, i da potvrdite vrednost označenu na samoj komponenti pošto se industrijski standard za označavanje ne primenjuje na sve kondenzatore.

Ispitivanje tranzistora

Digitalni ili analogni multimetar možete iskoristiti za ispitivanje većine bipolarnih tranzistora. Tim ispitivanjem nećete dobiti rezultate neophodne za donošenje suvislog zaključka, ali je ipak korisno za otkrivanje neispravnog tranzistora.

Bipolarni tranzistori su u osnovi dve diode u jednom pakovanju, kao što se vidi na slici 9-17. Zato tranzistor možete ispitati metodologijom opisanom u odeljku „Ispitivanje dioda“, ranije u ovom poglavlju.



Pratite sledeće korake (pod uslovom da multimetar ima funkciju ispitivanja dioda) kako biste otkrili da li je tranzistor ispravan ili nije:

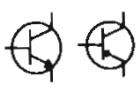
1. Postavite birač multimetra u položaj za ispitivanje dioda.
2. Povežite sonde multimetra sa izvodima tranzistora.
3. Obavite merenje i zabeležite rezultat. U tabeli 9-3 dati su rezultati koje bi trebalo da očekujete pri ispitivanju dobrih tranzistora.

Tabela 9-3 Rezultati ispitivanja bipolarnih tranzistora

Ispitivanje spojeva	Očitavanje
Spoj baza-emiter (BE)	Provodljivost samo u jednom smeru
Spoj baza-kolektor (BC)	Provodljivost samo u jednom smeru
Spoj kolektor-emiter (CE)	Nema provodljivosti ni u jednom smeru



Ispitivanjem pomoću multimetra možete trajno oštetiti neke tipove tranzistora, posebno FET tranzistore (tj. tranzistore sa efektom polja)! Zato ovom metodom ispitujte samo bipolarne tranzistore. U knjigama i priručnicima ti tranzistori se prikazuju sa izvodima koji su označeni kao baza, emiter i kolektor. Na šemama se bipolarni PNP i NPN tranzistori prikazuju ovde datim simbolima. Ako niste sigurni da li je tranzistor bipolaran, pre ispitivanja obavezno to proverite u nekoj knjizi, katalogu ili sastavnici. Te podatke možete pronaći i na Internetu tako što ćete na pretraživačima Google ili Yahoo potražiti informacije o komponenti. Izraz za pretraživanje može da bude, primera radi, „[2n2222 datasheet](#)“.



Ako multimetar ima funkciju ispitivanja tranzistora, obavezno je koristite umesto opisane metode. U uputstvu za multimetar pronaći ćete neophodne instrukcije, pošto se postupak ispitivanja razlikuje od modela do modela.

Poglavlje 10

Logičke sonde i osciloskopi

U ovom poglavlju

Šta je logička sonda i čemu služi

„Jahanje“ na talasima signala pomoću osciloskopa

Kada treba koristiti osciloskop, a kada ne

Osnovna ispitivanja osciloskopom

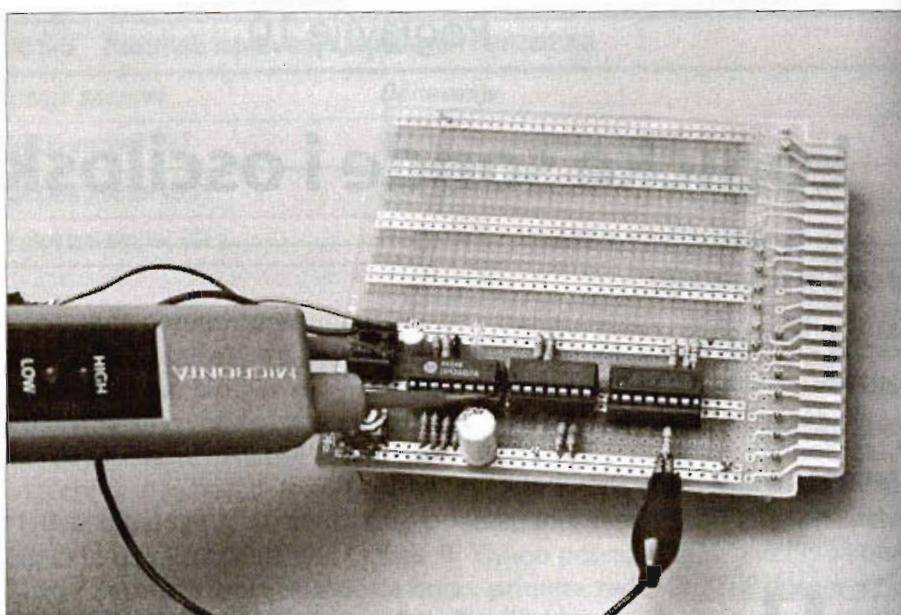
Upoglavlju 9 govorili smo kako se multimeter koristi za ispitivanje komponenta i merenje veličina u elektronskim kolima. Multimeter je najvažniji uređaj na radnom stolu, ali nemojte misliti da je jedini koji možete koristiti za ispitivanja. Ako zaista ozbiljno želite da se bavite elektronikom, možda ćete hteti i morati da nabavite i druge uređaje za ispitivanje.

U ovom poglavlju predstavićemo još dva korisna uređaja koji će vam pomoći da efikasnije i brže pronalazite uzroke problema. To su logička sonda i osciloskop. Oni nisu neophodni, pa ne žurite i nemojte ih kupiti čim završite čitanje ovog poglavlja. Međutim, kada budete počeli da radite na složenijim elektronskim projektima, verovatno će vam zatrebati i koristiti. Uvrstite ih u svoj komplet alatki tek kada budete stekli malo više iskustva.

U potrazi za Spokom: korišćenje logičke sonde

Logička sonda (prilično jeftina alatka), kao ona na slici 10-1, koristi se za ispitivanje digitalnih kola. Konkretno, sonda vam može pokazati da li je signal visok ili nizak. U digitalnoj elektronici, signal napona nula volti, ili vrlo blizu nula volti, smatra se *niskim* signalom. Napon veći od nula volti znači da u kolu imate *visok* signal. Kada se generiše signal koji se stalno menja iz visokog u niski i obratno, nastaje *pulsiranje* (*pulsirajući signal*). Logičke sonde odlično detektuju pulsiranje.

Uz nekoliko izuzetaka, logička kola rade na 12 volti ili manje, pri čemu je najčešći napon 5 volti. Komponente u kolu definišu radni napon.



Slika 10-1:
Logička sonda
je korisna za
pronalaženje
uzroka pro-
blema u digi-
talnim kolima.

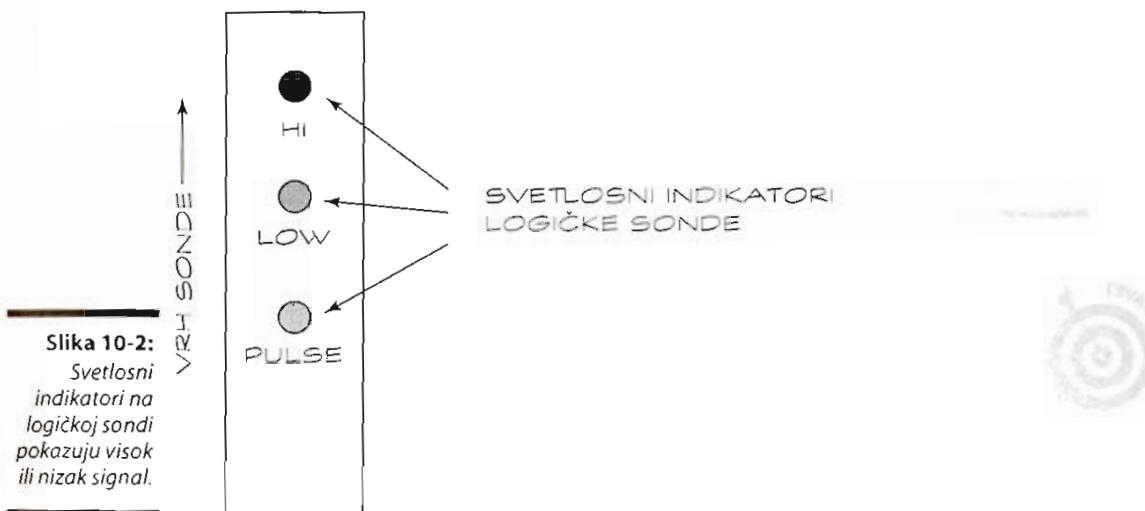
Imajte na umu sledeće „logičke“ činjenice dok radite s logičkom sondom:

- ✓ Često ćete videti da se nizak signal označava logičkom nulom, a visok signal logičkom jedinicom. U skoro svim digitalnim kolima ili računarima dozvoljena su samo ta dva stanja: 0 i 1.
- ✓ Reč „logičko“ koristi se zbog načina na koji se dva stanja, 0 i 1, kombinuju da bi se dobile upotrebljive informacije. Na primer, logičko kolo I analizira dva ulazna signala. Izlaz I kola je 1 (visok) ako i samo ako su oba ulaza 1. Postoje i druga logička kola, kao što su NE, ILI, NILI i ISKLJUČIVO ILI. Najčešće korišćena logička koča predstavili smo u poglavljju 1, a detaljnije smo o njima govorili u poglavljju 5.

Zvuk, svetlo, akcija!

Iako logička kola možete ispitivati multimetrom, mnogo lakše ćete to učiniti logičkom sondom. Ako koristite multimeter, jednim okom morate paziti na displej ili kazaljku i skalu multimetra i zaključiti da li je u pitanju visok ili nizak signal.

Na logičkoj sondi, jedan indikator svetli ako je signal nizak, a drugi ako je signal visok (slika 10-2). Većina logičkih sondi ima i zvučni indikator. Ton se menja u zavisnosti od toga da li je detektovan visok ili nizak signal. Ne morate sklanjati pogled s kola; dovoljno je da slušate sondu dok vam „peva“!



Pomoću logičkih sondi saznajete i kada u kolu uopšte nema signala, visokog ili niskog svejedno. Ako u kolu nema signala, nijedan indikator neće svetleti niti će se čuti zvuk. (Medutim, to što sonda ne daje nikakav odziv ne mora uvek da znači da je kolo neispravno, što ćemo objasniti u odeljku „Šta ako indikator ništa ne pokazuje?“). Kada ispitujete multimetrom, nepostojanje signala prikazuje se kao nula volti (što može da znači i da je signal na niskom nivou). Upravo zbog te razlike logička sonda je bolja alatka za ispitivanje digitalnih kola.

Logičke sonde vam pomažu i da rešite probleme nastale zbog slabih veza. Ako, primera radi, imate olabavljenu žicu, zvučni signal sonde je isprekidan ili pucketav. Sonda emituje takvo zvučno obaveštenje jer iz kola ne dobija stabilan, pouzdan signal. Kada čujete slab ili nestabilan ton, popravite vezu i probajte ponovo.

Prebrzi signali (čak i za Supermana)

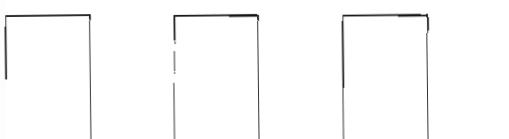
Pošto su istinski svestrane spravice, većina logičkih sondi može da identificuje i kolo u kojem se signali izuzetno brzo menjaju. Takva promena signala veoma je česta u digitalnim kolima. Na slici 10-3 prikazan je signal koji se brzo menja i koji se naziva *pravougaoni talasni oblik*. Taj digitalni signal prelazi, ili *pulsira*, iz visokog u niski i obratno. U nekim kolima signal se menja nekoliko miliona puta u sekundi.

Iako logička sonda ne može da pokaže koliko brzo signal pulsira, u većini situacija je dovoljno znati da li signal uopšte pulsira. Ako očekujete da je signal pulsirajući, a nije, znate da negde postoji problem.

Slika 10-3:

Tipičan pravougaoni talas ima svoja visoka i niska stanja.

0 VOLTI



Kada je potrebno da odredite brzinu pulsiranja ili da saznate kako izgleda talasnji oblik signala, koristite osciloskop o kojem ćemo detaljno govoriti u odeljku „O osciloskopu“, kasnije u ovom poglavlju. Logička sonda se jednostavno koristi i odlična je za zadatke za koje je namenjena. Međutim, detaljna analiza signala nije jedan od njih.

Zašto sva kola ne vole logičke sonde?

Verovali ili ne, neka elektronska kola ne vole određenu opremu za ispitivanje. Većina uređaja za ispitivanje, uključujući multimetar i osciloskop, crpe vrlo malo struje iz ispitivnog kola. Proizvođači projektuju te uređaje tako da oni ne utiču na rezultate merenja. Očigledno, nije dobro ispitivati kolo ako alatka ili uređaj za ispitivanje menjaju ponašanje kola. Tada se ne mogu dobiti pouzданi rezultati.

Logičke sonde ne samo da se napajaju iz kola, već mogu da optereće liniju signala koji ispitujete. Neki digitalni signali su vrlo slabi. Dodatno opterećenje koje potiče od logičke sonda može da izazove pad napona

signala do nivoa kada više nije moguće dobiti precizne rezultate.

Iako to nije česta situacija, dobro isluštuje zašto morate poznavati kolo koje ispitujete. Znajte da postavljanje sonda na nepoznatu teritoriju može da proizvede neočekivane rezultate.

Obavezno pročitajte uputstvo ili knjižicu sa instrukcijama koje ste dobili s logičkom sondom, jer ćete u njima naći dodatne smernice, savete i upozorenja. Iako je konstrukcija skoro svih logičkih sondi slična, neznatne razlike mogu da utiču na tip kola s kojim se određena logička sonda najbolje „slaže“.

Upoznajte svoje kolo

Da biste najbolje iskoristili logičku sondu, potreban vam je šematski dijagram kola, dijagram veza ili servisne napomene o kolu koje ispitujete. Na osnovu tih informacija bolje ćete i lako odrediti uzrok otkrivenih problema.

Neophodno je da pri ruci imate i tehničku dokumentaciju za kolo jer morate voditi računa o tome gde postavljate sondu. Logička sonda se napaja iz kola koje ispitujete. Da biste je upotrebili, njene izvode morate povezati s pozitivnim

naponom i uzemljenjem kola u kome tražite uzrok problema. Ne bi trebalo da napajate logičku sondu naponom većim od 15 volti, pa morate znati gde je treba povezati s kolom da bi dobila napajanje. Ako povežete sondu s tačkom visokog napona, možete trajno oštetići sondu, kolo koje ispitujete ili i jedno i drugo. *Ako ne znate nivo napona u kolu, prvo ga proverite multimetrom.*

Logička sonda na delu

Nema sumnje da gorite od želje da vidite logičku sondu na delu. U narednim odeljcima bavićemo se nekim merama bezbednosti i zaštite koje morate da znate pre nego što počnete s radom; provešćemo vas kroz postupak korišćenja logičke sonde za ispitivanje kola i reći vam šta očitavanja koja ćete dobiti sa sonde mogu da znače.

Molim vas, preduzmite uobičajene mere zaštite

Iste mere zaštite koje primenjujete prilikom korišćenja multimetra, važe i za logičku sondu – ali su tu i dodatne mere. Nećemo ih ponavljati, ali bi ipak trebalo da prođete kroz poglavljje 9 pre nego što počnete da koristite logičku sondu.

Pri radu s logičkom sondom zaštita je još važnija nego kada se koristi multimeter, jer se logičkom sondom ispituju aktivna kola. Naime, da biste ga ispitali, kolo morate uključiti. Taj zahtev nije uvek neophodan pri ispitivanju multimetrom, s kojim možete obaviti određena ispitivanja, kao što je provera kontinuiteta (da li u kolu ima prekinutih veza ili ne), bez dovodenja napajanja kolu.

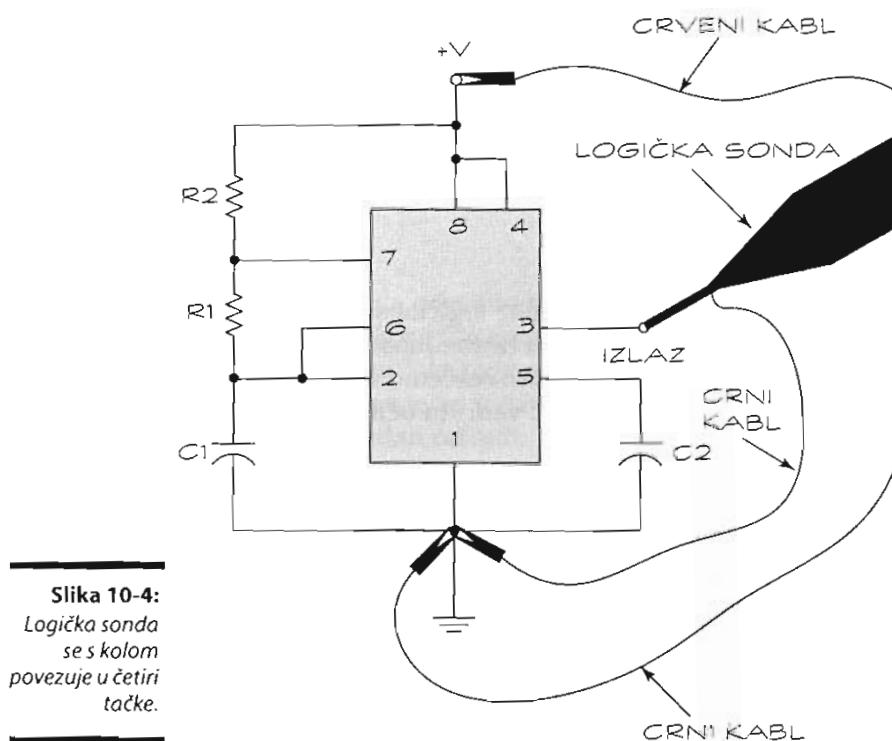
Obratite posebnu pažnju ako kolo koje ispitujete radi na naizmeničnom naponu a morate ogoliti priključke napajanja da biste obavili ispitivanje. To ćete možda morati da uradite, primera radi, ako želite da otkrijete zašto vam video-rikorder ne radi. Uvek imajte na umu da možete biti izloženi opasnim visokim naponima kada uklonite poklopac uređaja koji se napaja naizmeničnom strujom. Ako radite blizu uređaja pod visokim naponom, prekrijte ga izolirajućom plastikom da biste se zaštitali od strujnog udara.

Povezivanje sonde s kolom

Logička sonda ima četiri priključka, kao što vidite na slici 10-4. Crveni i crni izvod imaju štipaljke „aligatorke“ kako biste mogli bezbedno da ih pričvrstite za uzemljenje i napajanje koja ispitujete.

Obavezno proverite da li je napon napajanja kola u opsegu dozvoljenom za rad logičke sonde. Većina sondi radi s minimalnim naponom napajanja od oko 3 volta i maksimalnim naponom ne većim od 15 volti (nekada manjim, nekada većim). Koliki je opseg napona sonde koju vi koristite, pronaći ćete u uputstvu.





Slika 10-4:
Logička sonda
se s kolom
povezuje u četiri
tačke.

Potrebno je da ostvarite četiri veze:

- ✓ Crni izvod povezujete sa uzemljenjem.
- ✓ Crveni izvod povežite sa izvorom napajanja kola. Utvrdite da taj napon ne prelazi 15 volti, inače ćete oštetiti logičku sondu.
- ✓ Drugi crni izvod povezujete sa uzemljenjem kola. To zasebno uzemljenje je važno; ako zaboravite da dobro povežete sondu sa uzemljenjem, sonda možda neće raditi ili će dati pogrešne rezultate.
- ✓ Vrh sonde postavite na deo kola koji ispitujete.

Pogledajte koji indikator reaguje, i kako, pa ćete odrediti logičke nivoe u tački ispitivanja:

- ✓ **Svetli indikator Low (uz nizak ton):** Tačka ispitivanja je na niskom logičkom nivou (na naponu od oko 0 volti).
- ✓ **Svetli indikator High (uz visok ton):** Taj rezultat ukazuje da je tačka ispitivanja na visokom nivou (obično na naponu od 5 volti ili približno 5 volti).

- ✓ **Indikatori Low i High naizmenično svetle:** To znači da logički signal *pulsira* (brzo prelazi iz visokog u nisko stanje i obratno). **Napomena:** Većina logičkih sondi ima zaseban indikator koji pokazuje da kolo pulsira.
- ✓ **Bez indikacije:** Ako sonda ne daje nikakav odziv, u tački ispitivanja nema visokog, niskog ili pulsirajućeg signala.

Šta ako indikator ništa ne pokazuje?

Logička kola će vam možda nalikovati na neukrotive zveri, posebno ako ste tek počeli da se bavite njima. U nekim slučajevima, na izlazu logičkog kola nema nikakve indikacije signala. Kada to potvrdite logičkom sondom, to ne mora značiti da je kolo neispravno. (Međutim, zapamtite da u većini slučajeva nepostojanje signala znači da u kolu postoji problem.) Kada logička sonda ne ukazuje na postojanje signala, to znači ili da je kolo neispravno ili da ste logičku sondu nepravilno povezali s kolom ili i jedno i drugo.

Kada pokušavate da otkrijete zašto logička sonda ne reaguje, dobro bi bilo da pri ruci imate šemu kola.

Možete isključiti mogućnost da ste pogrešno povezali sondu s kolom ako obavite ovaj kratak test:

1. Dodirnite izvodom sonde napajanje kola. Sonda bi trebalo da ukaže na postojanje visokog signala.
2. Zatim izvodom sonde dodirnite uzemljenje kola. Sonda bi trebalo da ukaže na postojanje niskog signala.
3. Ako u jednom ili u oba prethodna koraka ne dobijete odziv sonde, provjerite vezu sonde i kola i izvršite neophodne ispravke.

Pod pretpostavkom da ste sondu pravilno povezali, možete je upotrebiti za ispitivanje u drugim tačkama kola.

U odeljku „U potrazi za Spokom: korišćenje logičke sonde“, ranije u ovom poglavlju, rekli smo da logička kola imaju samo dva moguća izlaza: visok ili nizak. Iako je to tehnički tačno, neki tipovi integrisanih logičkih kola imaju i treće stanje, stanje visoke impedanse (Hi-Z). Objasnjenje zašto postoji to treće stanje prevazilazi okvir ove knjige, ali u principu stanje visoke impedanse omogućava da međusobno povežete veći broj izlaza tako da je u jednom trenutku samo jedan od njih aktivan (ili uključen). Preostali izlazi se tada nalaze u stanju visoke impedanse, što ih u osnovi čini nevidljivim za aktivni izlaz. Kolo u nekom trenutku koristi samo jedan izlaz, visok ili nizak, dok se ostali izlazi postavljaju u stanje visoke impedanse i aktiviraju u odgovarajućem trenutku.

Upoznavanje sa osciloskopom

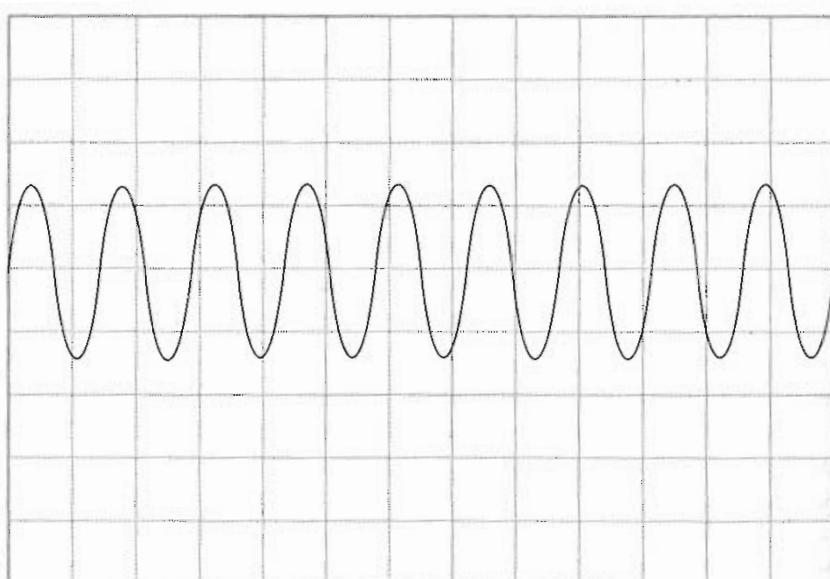
Istinski zaljubljenik u elektroniku pozira za srednjoškolski almanah stojeći pored osciloskopa. Osciloskop je nešto nalik na počasnu značku. Ako imate osciloskop, i pride znate da ga koristite, svi će vas smatrati istinskim elektro-ničarskim stručnjakom.

Osciloskop nije baš jeftin ali je neophodan svakom pravom električaru. Za prosečnog električara koji se elektronikom bavi iz hobija u kući ili školi, osciloskop je dobra alatka koju bi trebalo imati, ali nije neizostavno potrebna. Zato, ukoliko *ne morate* da ostavite utisak električarskog genija, možete i bez osciloskopa... barem do određenog trenutka.

Mada svi električari nemaju osciloskop i on nije neophodan za svaki elektronski projekat, neće biti na odmet da vam predstavimo tu alatku i pružimo osnovne informacije o tome kako osciloskop radi – time ćete, u izvesnoj meri, zaokružiti svoje električarsko obrazovanje.

Šta zapravo osciloskop radi?

Zadatak osciloskopa je da vizuelno predstavi električni signal, bilo naizmenične struje (AC) ili jednosmerne struje (DC). Osciloskop prikazuje varijacije napona kao svetlu liniju na svom displeju (slika 10-5).

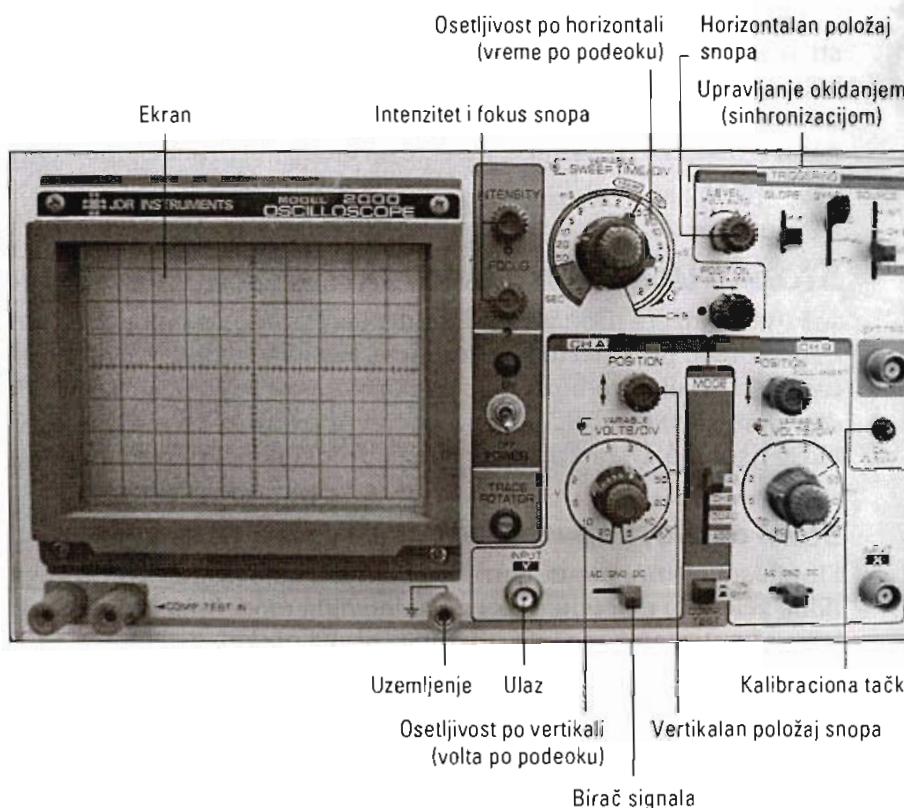


Slika 10-5:
Osciloskop
grafički prika-
zuje promene
električnog
signala.

Jednosmerni naponi se prikazuju kao prave linije; njihova vertikalna pozicija na displeju određuje nivo napona. Naizmenični naponi se pojavljuju kao talasaste linije, koje se nazivaju i *talasni oblik signala*. Osciloskop prikazuje i napon naizmeničnog signala i njegovu učestanost. Vrlo korisna alatka, zar ne?

Na slici 10-6 prikazan je tipičan stoni osciloskop, sa uobičajenim biračima, dugmadima i drugim kontrolama. O tome šta sve one znače govorićemo u odeljku „Ulazi i izlazi osciloskopa“, kasnije u ovom poglavlju.

Na displeju osciloskopa nalazi se mreža; X (horizontalna) osa predstavlja vreme, a Y (vertikalna) osa predstavlja napon u voltima. Prebrojte podele na displeju da biste odredili napon i (ako pratite naizmenični ili digitalni signal) promenu signala u vremenu.



Slika 10-6:
Tipičan osciloskop sa označenim važnim delovima.

Uobičajene funkcije i mogućnosti osciloskopa

U ovom odeljku, pretpostavljamo da vam kućni budžet ne dozvoljava da kupite najnoviji „svemirski“ osciloskop. Pretpostavljamo i sledeće:

- ✓ Već imate osciloskop, možda čak i neki stariji model, ali još ne znate da ga koristite. Vreme je da izbrišete prašinu s njega, da ga uključite i zaposlite!
- ✓ Možete koristiti osciloskop u školi ili na radnom mestu. Možda možete da ga pozajmите iz školske/kompanijske laboratorije pa čak i da ga odnesete kući kada neizostavno morate imati osciloskop da biste rešili neki problem.
- ✓ U oglasima ili na aukcijskoj lokaciji eBay pronašli ste korišćen osciloskop po odličnoj ceni i spremni ste da rizikujete. (Prilično očuvan korišćen osciloskop može se kupiti i za manje od sto dolara.)

S tim pretpostavkama na umu, u ovom poglavlju ograničićemo se na najčešće funkcije i mogućnosti osciloskopa. Preskočićemo najnovije vrhunske mogućnosti i zadržati se na onima koje ima skoro svaki osciloskop proizveden od 1970. godine.



Osciloskopi su prilično složeni uređaji. Da biste naučili kako se pravilno koristi, obavezno pročitajte uputstvo koje ste dobili sa osciloskopom ili odgovarajuću knjigu. U ovom poglavlju daćemo samo kratak pregled koji će vam omogućiti da započnete merenja pomoću osciloskopa. Posetite neku od Web lokacija pomenutih u dodatku ove knjige, jer ćete na mnogima pronaći uputstva za korišćenje osciloskopa.

Stoni, ručni ili računarski?

Još uvek možete pronaći stari model osciloskopa s mnogobrojnim biračima, dugmadima, prekidačima i ekranom s katodnom cevi (CRT). Profesionalni elektroničari i dalje prednost daju osciloskopima s katodnom cevi. Međutim, dostupni su vam različiti tipovi osciloskopa od kojih svaki ima svoje dobre i loše osobine. Ukratko ćemo vam ih predstaviti u narednim odeljcima.

Stoni osciloskop

Stoni osciloskop, poput onog na slici 10-7, daje jasnu i svetlu sliku na svom sjajnom, zelenom displeju. Čak i na najnovijim modelima, svim osnovnim funkcijama i kontrolama možete pristupiti preko prekidača i birača na prednjoj ploči. Zato brzo i lako možete izabrati radni režim osciloskopa bez „lutanja“ kroz mnogobrojne ekranske menije za programiranje.

Ako tražite polovan osciloskop, najverovatnije ćete pronaći stonu varijantu. Proizvedeni su nekoliko decenija, s tim da noviji modeli omogućavaju povezivanje s računarom i imaju druge napredne funkcije i karakteristike.



Slika 10-7:
Stoni osciloskop se postavlja na radnu površinu; on ima sve neophodne funkcije i mogućnosti.

Neke napredne mogućnosti za koje bi trebalo da znate

Osciloskopi su tokom godina u velikoj meri poboljšan – dodate su nove funkcije i mogućnosti. Lako vam za rutinsko ispitivanje svakako nisu potrebne ovde navedene funkcije, dobro će vam doći kada budete stekli iskustvo. Među najkorisnijima su:

✓ **Odloženo ispitivanje:** Ova će vam funkcija pomoći kada analizirate mali deo dugačkog, složenog signala jer možete da sumirate samo deo signala i da ga ispitate. Savršeno rešenje za analiziranje televizijskog signala.

✓ **Digitalno skladištenje:** Omogućava snimanje signala u računarskoj memoriji radi kasnijeg analiziranja i ispitivanja. Kada se podaci nađu u memoriji, možete proširiti signal i analizirati određene delove; vrlo korisna funkcija za analizu televizijskog signala. Digitalno skladištenje omogućava i poređenje signala, čak i ako merenja nisu obavljena istovremeno.

Kao što verovatno prepostavljate, ove funkcije povećavaju cenu osciloskopa. Na vama je da pronađete ravnotežu između više cene i korisnih dodatnih funkcija i mogućnosti.

Ručni osciloskop

Kada je reč o poslovima koje obavljate izvan svoje radne postorije, ništa se ne može meriti s prenosnim ručnim osciloskopom. Nalik na ručne uređaje iz serije „Zvezdane staze“, ručni osciloskop ima sve osnovne funkcije, ali ga napajaju baterije i lako se prenosi. Display je od tečnih kristala (LCD) i, mada je manji od ekrana stonih osciloskopa, funkcionalan je i lako čitljiv.

Kao što smo rekli, ručni osciloskop će vam dobro doći ako ga koristite van svog radnog prostora, ali on obično nema napredne funkcije boljih stonih osciloskopa. Ukoliko su vam potrebne najnovije i najbolje funkcije i mogućnosti, oslonite se na ručni model samo ako je prenosivost najvažniji činilac.

Osciloskop zasnovan na računaru

Osciloskop koji se zasniva na PC računaru nema svoj ekran. Umesto toga, koristi računar (stoni ili prenosivi) za skladištenje i prikazivanje električnih signala koje merite. Većina takvih osciloskopa nalazi se u malom, spoljnem modulu, koji se s računaram povezuje paralelnom, serijskom ili USB vezom. Neki proizvođači su projektivali i osciloskope koje možete instalirati u računar, to jest koji se ubacuju u slobodno ležište za dodatne kartice u kućištu stonog računara.

Mnogi osciloskopi koji se zasnivaju na računaru jeftiniji su od slično konfigurisanih stonih osciloskopa. Oni takođe koriste funkcije i mogućnosti računara, kao što su skladištenje podataka na čvrstom disku i štampanje. Naravno, takvi osciloskopi imaju i jednu veliku manu: morate imati pristup računaru koji se ili stalno nalazi na vašem radnom stolu ili je privremeno na njemu (kao u slučaju prenosivih računara).

Propusni opseg i rezolucija osciloskopa

Trebalo bi nešto da zname i o određenim karakteristikama osciloskopa. Jedna od najvažnijih je *propusni opseg* (engl. *bound width*). Propusni opseg je najviša učestanost koju pouzdano možete ispitivati osciloskopom, izražena u megahercima (MHz). Najmanji propusni opseg imaju sonde osciloskopa koji se zasnivaju na računarima, obično oko 5–10 MHz. Taj propusni opseg je prihvatljiv za mnoge poslove, uključujući kućne elektronske projekte pa čak i za popravljanje video-rikordera i audio sistema.

Prosečan propusni opseg jeftinijih stonih osciloskopa iznosi od 20 do 35 MHz i odgovara svim sem najzahtevnijim primenama. Kad se obavljaju specijalne popravke i pronalaženje uzroka problema, kao što je servisiranje računara i radio-uredaja ultravisoke učestanosti, propusni opseg mora biti i veći od 100 MHz. Međutim, ne zaboravite sledeće: što je propusni opseg veći, to je viša i cena osciloskopa.

Još jedna važna karakteristika je rezolucija. *Rezolucija* osciloskopa je u vezi s njegovom preciznošću. Na X (horizontalnoj) osi osciloskopa prikazuje se vreme, a na Y (vertikalnoj) osi – napon. Pojačavač po horizontali ukazuje na rezoluciju X ose. Većina osciloskopa ima rezoluciju od 0,5 mikrosekundi (milioniti deo sekunde) ili manju. To vreme se može podešavati i tako da se ispituju dogadanja u dužem vremenskom periodu, obično do pola sekunde ili jedne sekunde. Imajte na umu da se na displeju mogu prikazati i dogadaji brži od 0,5 mikrosekundi, ali se oni vide kao udari napona ili vrhovi.

Na osetljivost osciloskopa ukazuje vrednost napona po podeoku na Y osi. Niskonaponska osetljivost većine osciloskopa ekonomskog klase iznosi od oko 5 mV (milivolti, tj. hiljaditih delova volti) do 5 volti. Kada birač postavite na 5 mV, svaka oznaka na displeju predstavlja razliku od 5 mV. Mogu se javiti nivoi napona i manji od 5 mV, ali se ne mogu precizno izmeriti. Većina osciloskopa prikazuje vrlo male napone (nivoa mikrovolti) kao blage talase.

Ulazi i izlazi osciloskopa

Iako osciloskop može da uradi mnogo toga, neophodno je da sledite samo nekoliko koraka da biste počeli da ga koristite.

Evo kratkog prikaza koraka koje treba obaviti da bi se osciloskopom izmerio napon jednosmernog signala:

1. Povežite mernu sondu sa ulazom osciloskopa.

Napomena: Neki osciloskopi imaju više ulaza, koji se zovu kanali; za sada ćemo prepostaviti da ćete koristiti samo jedan.

2. Podesite preklopnik Volts Per Division na opseg za merenje amplitude ili napona.

Na primer, ako je napon koji ispitujete od 0 do 5 volti, izaberite opseg od jednog volta po podeoku. Pri takvoj podešenosti, jedan volt odgovara jednoj oznaci na displeju osciloskopa.

3. Podesite preklopnik Sweep/Time Per Division tako da odgovara vremenskoj bazi signala.

Vremenska baza je trajanje dela signala koji se prikazuje na displeju. S kratkom vremenskom bazom prikazuje se samo mali deo signala, dok duža vremenska baza omogućava da se prikaže veći deo signala.

Ako ispitujete jednosmerni signal, ova kontrola vam nije potrebna pošto se signal ne menja (mnogo) u vremenu. Možete izabrati srednji opseg da biste obezbedili dosledno očitavanje, recimo 1 milisekundu po podeoku (milisekundu je jedan hiljaditi deo sekunde).

4. Izaberite tip signala, naizmenični (AC) ili jednosmerni (DC), i ulazni kanal.

Napomena: Na jednokanalnom osciloskopu, ne postoji birač kanala.

5. Većina osciloskopa ima prekidač okidanja. Ako ga ima i vaš, postavite ga na Auto.

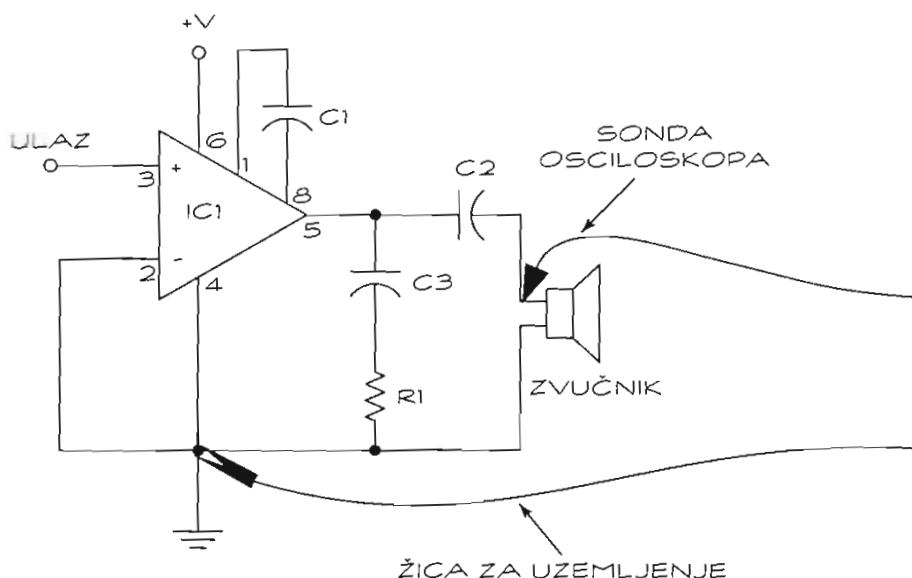
6. Kada ste ispravno podesili osciloskop, povežite sondu sa signalom koji želite da ispitate.

7. Uzemljenje sonde povežite sa uzemljenjem kola.

8. Samu sondu povežite s tačkom kola koju želite da ispitate (ovaj korak je prikazan na slici 10-8).

9. Očitajte talasni oblik signala koji će se pojaviti na ekranu.

Ukoliko osciloskop ne prikazuje vrednost napona na ekranu, do rezultata morate doći upoređivanjem postavke osciloskopa sa onim što vidite na ekranu.



Slika 10-8:
Kada koristite
osciloscop,
dodirnite
vrhom sonde
tačku u kolu
koju želite da
ispitate.



Ako ispitujete niskonaponski naizmenični ili pulsirajući digitalni signal, postavite preklopnik Sweep/Time Per Division tako da možete videti svaki ciklus signala. Ne brinite... s tim preklopnikom možete eksperimentisati sve dok signal ne bude onakav kakav želite.

Ne ispitujte osciloskopom naizmenični napon iz gradske električne mreže, ukoliko prethodno ne preduzmete specijalne mere zaštite. U uputstvu za osciloskop navedene su te mere. Pretpostavljamo da ćete osciloskop koristiti samo za ispitivanje niskonaponskih kola jednosmerne struje i niskonaponskih naizmeničnih signala, kao što su oni koje generiše mikrofon. Ako osciloskop povežete direktno sa izvorom napona od 220 volti, možete se ozlediti i oštetiti osciloskop!

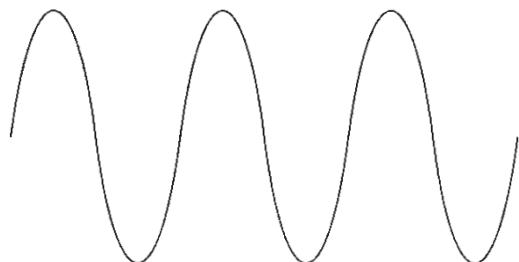
Šta sve te linije znače?

Osciloskop daje vizuelnu predstavu električnog signala. Na vertikalnoj osi se prikazuje vrednost napona (*amplituda*) a na horizontalnoj osi vreme. Osciloskopi uvek prikazuju signale sleva nadesno, tako da vremensku osu signala čitate kao što čitate redove teksta u knjizi.

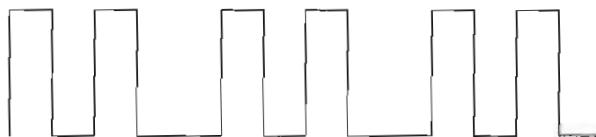
Signal koji vidite na displeju osciloskopa jeste *talasni oblik signala*. Neki talasni oblici su jednostavnii, drugi su složeni. (Koncept talasnog oblika signala i različite tipove signala predstavili smo u poglavlju 1.) Na slici 10-9 prikazana su pet najčešća talasna oblika u elektronici i njihov izgled na ekranu osciloskopa:

- ✓ **Talasni oblik jednosmernog signala:** Prava linija, baš kao što se vidi na slici. Na osciloskopu se očitava amplituda ovog talasnog oblika, to jest vrednost napona.
- ✓ **Talasni oblik naizmeničnog signala:** Ovaj talasni oblik menja se u vremenu. Najčešće je to sinusoidalni oblik (o sinusoidalnom obliku više smo govorili u poglavlju 1). Frekvencija naizmeničnih signala se razlikuje. Neki se menjaju relativno sporo; na primer, frekvencija naizmeničnog signala u našoj, kućnoj električnoj mreži, iznosi 50 Hz (50 ciklusa u sekundi). Drugi naizmenični signali menjaju se vrlo brzo, pa je frekvencija reda veličine nekoliko miliona ili milijardi herca.
- ✓ **Talasni oblik digitalnog signala:** Jednosmerni signal čija se vrednost menja od nula volti (nizak signal) u unapred određeni napon (visok signal). Digitalna kola tumače vremenski sled visokih i niskih vrednosti i rastojanje između njih. Kada digitalni fotoaparat povežete s ličnim računarcem, slike iz aparata kopiraju se na čvrsti disk računara preko takvog talasnog oblika. On se menja veoma brzo pa se podaci mogu preneti za vrlo kratko vreme.
- ✓ **Talasni oblik impulsa:** Ovaj talasni oblik karakteriše nagla promena između visokih i niskih stanja signala. Većinu talasnih oblika ovog tipa čine digitalni impulsi i oni obično služe kao vremenske oznake, poput pištolja startera u trci na 400 metara s preponama. Kada pištolj opali (puls), ostali delovi kola reaguju i generišu nove signale.

TALASNI OBLIK JEDNOSMERNOG SIGNALA



TALASNI OBLIK NAIZMENIČNOG SIGNALA



TALASNI OBLIK DIGITALNOG SIGNALA



TALASNI OBLIK IMPULSA

Slika 10-9:
Četiri uobičajena talasna oblika signala.

Dakle, kada koristim osciloskop?

Kada ispitujete nivoe napona, često se ravnopravno mogu koristiti multimetar i osciloskop. Izbor je na vama, iako se u rutinskim ispitivanjima multimetar nešto lakše koristi. U principu, osciloskop možete koristiti za:

- ✓ **Vizuelno određivanje da li naizmenični ili digitalni signal ima odgovarajuću promenu u vremenu.** Na primer, takvo ispitivanje se često obavlja kada tražite uzrok problema kod radio i televizijske opreme. U servisnom uputstvu i šematskom dijagramu tih uređaja često su prikazani očekivani talasni oblici signala u različitim tačkama kola da biste ih mogli uporediti sa signalom na ekranu osciloskopa. Veoma korisno!

- ✓ **Ispitivanje pulsirajućih signala koji se menjaju suviše brzo da bi ih detektovala logička sonda.** U opštem slučaju, to su signali koji se menjaju brže od oko pet miliona puta u sekundi (5 MHz).
- ✓ **Vizuelno ispitivanje odnosa između dva ulazna signala,** kada se koristi osciloskop sa dva ulazna kanala. Možda ćete morati da obavite ovo ispitivanje kada radite s nekim digitalnim kolima, primera radi. Jedan signal može da pobudi kolo koje tada generiše drugi signal. U stvari, to je vrlo uobičajeno. Prikazivanje oba signala istovremeno, pomoći će vam da otkrijete da li kolo radi kao što bi trebalo.
- ✓ **Ispitivanje napona,** ako vam je osciloskop pri ruci. Za ispitivanje i merenje napona možete koristiti i multimetar.

Umesto da za svako moguće ispitivanje uključujete osciloskop, često je bolje koristiti multimetar; na primer, za:

- ✓ ispitivanje otpornosti kola;
- ✓ određivanje da li u kolu postoji kratak spoj (vrednost otpornosti 0 om) ili je kolo otvoreno (vrednost otpornosti beskonačna);
- ✓ merenje jačine struje;
- ✓ ispitivanje napona i različitih komponenata, kao što su kondenzatori i tranzistori.

Osciloskop na delu: test, 1-2-3!

Ako ste do sada pažljivo čitali ovo poglavlje, već znate nešto o tome šta je osciloskop, čemu služi i kako radi. U narednim odeljcima pokazaćemo vam kako da obavite određena ispitivanja. Ona su primer korišćenja osciloskopa za obavljanje različitih jednostavnih poslova. Kada ih isprobate, već ćete biti na pola puta da postanete iskusni korisnik osciloskopa.

Osnovno podešavanje i početno ispitivanje

Pre nego što obavite prvo ispitivanje, postavite kontrole osciloskopa u normalno ili neutralno stanje. Zatim kalibrišite osciloskop pomoću ugrađene kalibracione tačke jer ćete tako biti sigurni da je aparat ispravan.

Sledi postupak podešavanja osciloskopa. Na slici 10-6, ranije u ovom poglavljju, prikazani su birači, dugmad i prekidači na osciloskopu koji se pominju u opisu postupka. Ne zaboravite da vaš osciloskop možda izgleda malo drugačije i da birači i kontrole imaju drugačije nazive.

1. Uključite osciloskop.

Ako je reč o osciloskopu s katodnom cevi, proći će izvesno vreme dok se cev zagreje. Na ekranu će se možda videti tačka ili linija, a možda i neće.

2. Birač Sweep/Time Per Division postavite na 1 milisekund.

To je dobra srednja vrednost za početno kalibriranje.

3. Birač Volts Per Division postavite na 0,5 volti.

I to je dobra srednja vrednost za početno kalibrisanje pre ispitivanja niskonaponskih kola jednosmerne struje.

4. Kontrolu Trigger Level postavite na Automatic (ili u srednji položaj, ako nema oznaku Automatic). Izaberite AC Sync i Internal Sweep.**5. Za parametre Horizontal Position i Vertical Position izaberite položaj Auto; u slučaju da taj položaj ne postoji na vašem osciloskopu, birače postavite u srednji položaj.****6. Priklučite sondu na ulaz osciloskopa.**

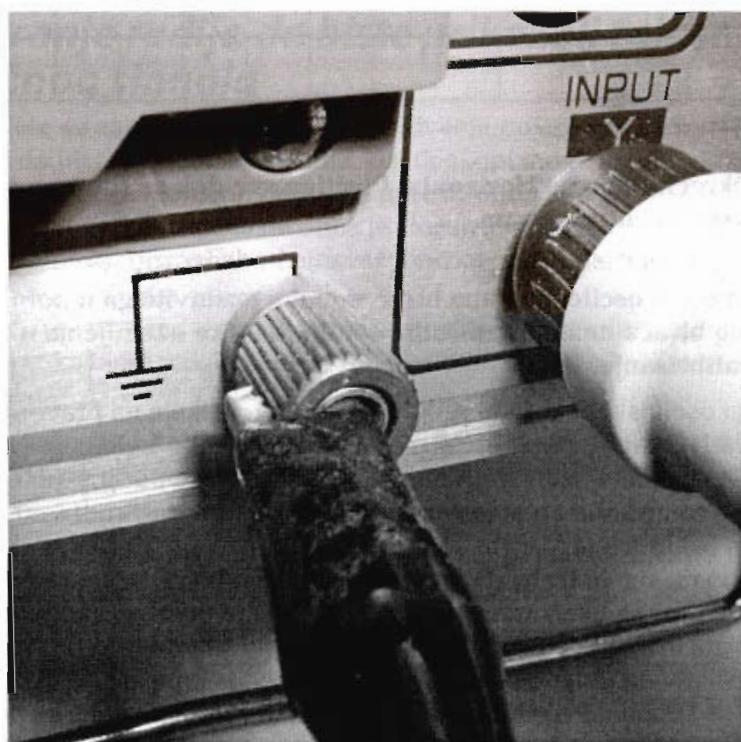
Ako vaš osciloskop ima više kanala (to jest ulaza), iskoristite kanal A.

7. Birač signala postavite u položaj Gnd (Ground), ako vaš osciloskop ima tu kontrolu.

Na nekim osciloskopima ta se kontrola zove Signal Coupling ili Signal Clamp.

8. Deo sonde koji služi za uzemljenje povežite sa odgovarajućim priključkom na osciloskopu (videti sliku 10-10).

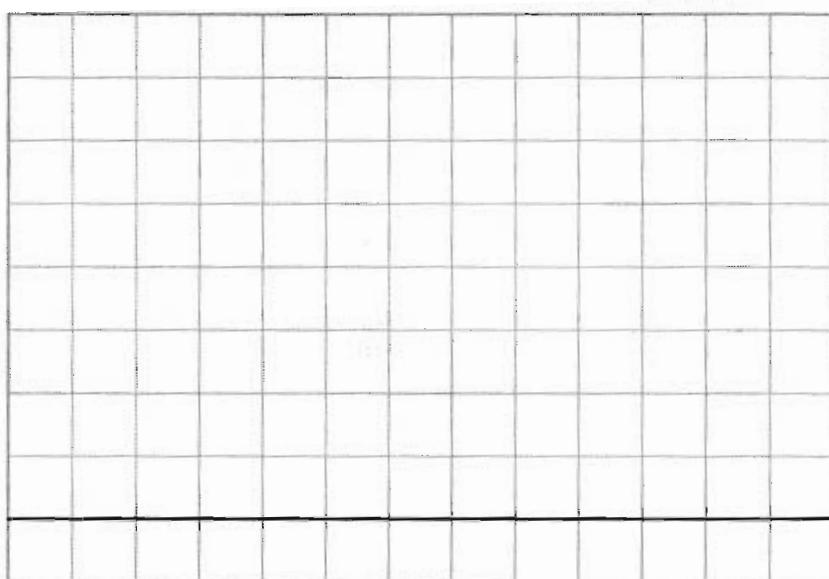
Ako vaš osciloskop nema namenski priključak za uzemljenje, pričvrstite štipaljku za bilo koju izloženu metalnu površinu, recimo za glavu vijka.



Slika 10-10:
Uzemljenje
sonde povežite
sa uzemljenjem
na osciloskopu.



9. Ako na osciloskopu postoji birač signala, pričvrstite središnji deo sonde za kalibracionu kontrolnu tačku. Ako taj prekidač ne postoji, središnji deo sonde pričvrstite za uzemljenje.
10. Okrećite dugme Vertical Position sve dok se svetlosni snop ne poklopi sa prvom horizontalnom podelom na ekranu (slika 10-11).



Slika 10-11:
Okrećite dugme
Vertical Position
sve dok se snop
ne nađe na
dnu mreže.

11. Okrećite dugme Horizontal Position sve dok se snop ne nade manje-više u centru ekrana.

Nije neophodno da ovo podešavanje bude izrazito precizno.

12. Ako vaš osciloskop ima birač signala, postavite ga u položaj DC. Ako tog birača nema, premestite sondu iz tačke uzemljenja u tačku za kalibrisanje.

Mnogi osciloskopi koriste probni signal koji nalikuje na pravougaoni talasni oblik relativno niske učestanosti. (Zaboravili ste kako izgleda pravougaoni signal? Detalje ćete naći u poglavljju 1.) U uputstvu za osciloskop naći ćete podatke o tome koji napon i učestanost osciloskop proizvodi sa ugrađenim kolumnom za kalibriranje.

Recimo da signal treba da bude napona 0,5 volti od vrha do vrha (peak-to-peak, 0,5v p-p) na učestanosti 1000 HZ. Pošto ste preklopnik Volts Per Division postavili na 0,5 volti, a probni signal ima amplitudu od 0,5 volti, talasni oblik signala obuhvata jedan podeok na ekranu osciloskopa.

Kako se smanjuje vrednost Volts Per Division, talasni oblik se povećava. To uradite kada vam je potrebna veća preciznost. Primera radi, ako preklopnik Volts Per Division postavite na 0,1 volt, probni signal amplitude 0,5 volti obuhvata pet podelaka.



Ima li u bateriji još života?

Priznajte. Imate fioku punu rezervnih baterija i svakako biste želeli da ustanovite koliki napon mogu da daju, zar ne? Najosnovnije ispitivanje koje možete da obavite osciloskopom jeste merenje napona. Baterija proizvodi jednosmerni napon, pa je podešavanje vremenskog opsega nevažno u ovom slučaju. Samo treba da vidite koliki će se napon prikazati na ekranu osciloskopa.

Ispitaćemo bateriju napona 9 volti. Zato prvo pronađite jednu takvu bateriju a zatim pratite sledeće korake:

1. Ponovite osnovno podešavanje i početno ispitivanje koje smo opisali u prethodnom odeljku.
2. Preklopnik Volts Per Division postavite na 2 volta.
3. Štipaljku za uzemljenje sonde za ispitivanje povežite s negativnim polom baterije.
4. Središnji deo sonde povežite s pozitivnim polom baterije.

Trebalо bi da se linija na ekranu nade približno na sredini između četvrtog i petog podeoka. Pošto je preklopnik Volts Per Division postavljen na 2 volta, taj položaj linije pokazuje da je napon baterije 9 volti, to jest 4,5 puta 2.

Seciranje radija da biste prikazali talasni oblik zvučnog signala

Lepo ćete se zabaviti tokom ovog ispitivanja pošto ćete morati da „rasturite“ uredaj da biste obavili ispitivanje. Osciloskopi mogu vizuelno da predstave talasni oblik naizmeničnog signala, upravo onog električnog signala koji pokreće zvučnike. Taj talasni oblik je složen jer se sastoji od učestanosti koje se stalno menjaju. Upravo te učestanosti su ono što vi čujete kao pevanje, govor ili zvuke muzičkih instrumenata.

Prvo uklonite zadnju ploču običnog baterijskog radio-prijemnika („tranzistora“) kako biste mogli da pristupite izvodima zvučnika. Zatim sledite naredne korake:

1. Podesite i kalibrišite osciloskop kao što smo opisali u odeljku „Osnovno podešavanje i početno ispitivanje“, ranije u ovom poglavlju.
2. Preklopnik Volts Per Division postavite na 1 volt.
3. Preklopnik Sweep/Time Per Division postavite na 100 mikrosekundi.
4. Štipaljku za uzemljenje sonde za ispitivanje povežite s jednim od izvoda zvučnika.
5. Središnji deo sonde povežite s drugim izvodom zvučnika.
6. Uključite radio i pratite šta se dogada na ekranu osciloskopa.
7. Ako u početku ne dobijete smisleno očitavanje, pokušavajte i dalje tako što ćete postepeno smanjivati vrednost parametra Volts Per Division.

Tokom ovog ispitivanja obratite pažnju na sledeće:

- ✓ **Amplituda talasa se povećava i smanjuje kako menjate jačinu zvuka na radiju.** Do tih promena dolazi zato što kontrola jačine zvuka menja napon signala koji se dovodi na zvučnik.
- ✓ **Kako okrećete preklopnik Sweep/Time Per Division, videćete finije detalje signala.** Kada je vrednost tog parametra, primera radi, 0,1 milisekunda, prikazuju se učestanosti do 1000 herca po podeoku. Ako vrednost postavite na, recimo, 100 mikrosekundi, biće prikazane učestanosti do 10.000 herca po podeoku.

Ukoliko imate generator probnog signala (engl. *signal test generator*) koji može da proizvede ravan ton, istu tehniku možete upotrebiti za prikazivanje talasnog oblika tog tona. Umesto krivudavih linija, videćete sinusoidalan talasni oblik.

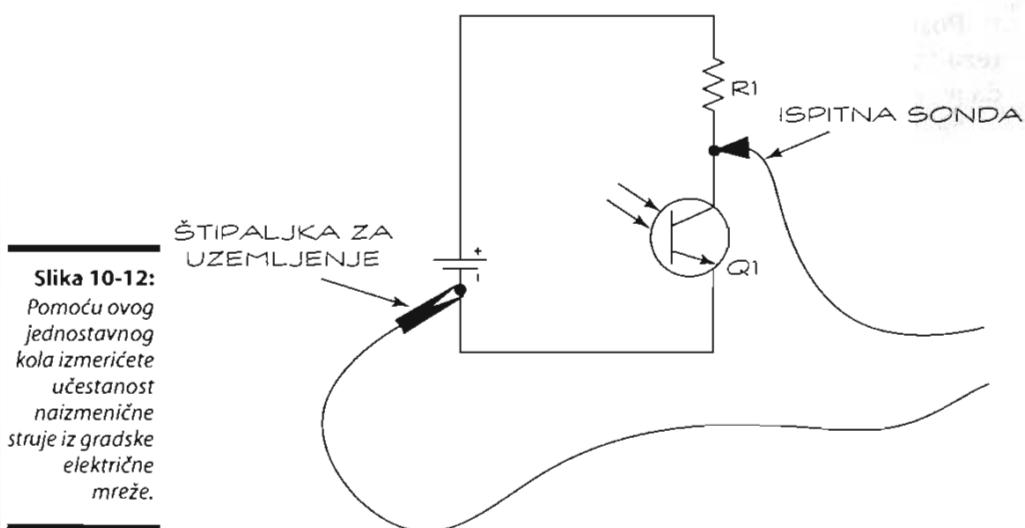
Ispitivanje učestanosti kola naizmenične struje

Osciloskopom možete odrediti i učestanost naizmeničnog signala. Iako sondu možete direktno uključiti u utičnicu na zidu kako biste na displeju dobili prikaz signala učestanosti 50 Hz, NEMOJTE TO RADITI! To je izuzetno opasno, pa i ne pomišljajte da to uradite. Umesto toga, ispitujte učestanost struje iz gradske električne mreže indirektno (i bezbedno) pomoću fototranzistora.

Za ovo ispitivanje trebaće vam fototranzistor (ne fotodioda niti fotootpornik već fototranzistor, tj. tranzistor osjetljiv na promene svetlosti) i otpornik otpornosti 10K (u poglavlju 5 govorili smo o tim komponentama). Povežite fototranzistor i otpornik s baterijom napona 9 volti, kao na slici 10-12. Uzmite i lampu sa običnom sijalicom i spremni ste za ispitivanje.

1. Podesite i kalibrišite osciloskop kao što smo opisali u odeljku „Osnovno podešavanje i početno ispitivanje“, ranije u ovom poglavlju.
2. Podesite preklopnik Volts Per Division na 1 volt.
3. Podesite preklopnik Sweep/Time Per Division na 10 milisekundi.
4. Štipaljku za uzemljenje sonde za ispitivanje povežite sa negativnim polom baterije.
5. Središnji deo sonde postavite u tačku spajanja fototranzistora i otpornika.
6. Uključite sijalicu i obratite pažnju na „mreškanje“ talasa.

To je zapravo naizmenična struja koja pulsira kroz sijalicu. Najbolje rezultate ćete dobiti ako sijalicu ne usmerite direktno na fototranzistor – tako ćete izbegići rizik da oštetite tranzistor i ne sagledate promene signala. Sijalicu usmerite na drugu stranu sve dok se na ekranu ne pojavi sinusoidalni talasni oblik. Podešavajte vrednost parametra Volts Per Division dok ne dobijete prihvatljivo očitavanje.



Slika 10-12:
Pomoću ovog jednostavnog kola izmeriće učestanost naizmenične struje iz gradske električne mreže.



Jeste li pokušali da zurite u sijalicu da biste videli promene svetloće zbog pulsiranja naizmenične struje? Zbog načina funkcionisanja ljudskog vida, golim okom ne možete videti da je svetlost jača ili slabija. Fototranzistor reaguje mnogo brže od vaših očiju i može da detektuje brze promene jačine svetlosti.

Na osciloskopu se prikazuje period naizmeničnog signala, ne njegova učestanost. Moraćete se malo baviti matematikom da biste jednu veličinu pretvorili u drugu. Signal učestanosti 50 Hz ima period od 0,02 sekunde, a do tog rezultata dolazite vrlo jednostavnom jednačinom:

$$\frac{1}{Učestanost} = \text{Period (u sekundama)}$$

Period se prevodi u učestanost inverznom jednačinom:

$$\frac{1}{\text{Period}} = \text{Učestanost (u hercima)}$$

Zaboravite na trenutak činjenicu da već znate učestanost naizmenične struje koju osciloskop registruje preko fototranzistora. Da biste učestanost odredili samo na osnovu očitavanja sa ekrana osciloskopa, prvo morate izmeriti rastojanje od jednog do drugog vrha talasa. Zatim koristite navedenu jednačinu. Pod pretpostavkom da ste preklopnik Sweep/Time Per Division postavili na 10 milisekundi, svaki prelaz od vrha do vrha naizmeničnog signala obuhvata oko 2 podeoka.

$$\frac{1}{2,0} = 0,5$$

210 Deo IV: Zavrnite rukave



Pošto je preklopnik Sweep/Time Per Division postavljen na 10 milisekundi, rezultat morate podeliti sa 0,01 (10 milisekundi). Dobićete rezultat 50, što znači da je učestanost 50 Hz.

Sačekajte malo! Kada merite izlaz fototranzistora, talasni oblik obuhvata samo jedan podeok. O čemu se tu radi? Fototranzistor zapravo registruje 100 treptaja svetlosti u sekundi, pošto svetlost pulsira kad god naizmenična struja pređe u pozitivnu ili negativnu vrednost. Pošto u našem primeru učestanost naizmenične struje merimo indirektno, rezultat morate preploviti.

$$\frac{1}{0,01 \text{ (izmereni period u sekundama)}} = 100$$



Podelite 100 sa 2 i dobijete 50 Hz.

Osciloskop često daje samo aproksimaciju frekvencija signala. Ako vam treba precizniji rezultat, morate koristiti brojač učestanosti. Ti uređaji imaju digitalni displej za prikazivanje frekvencije digitalnih signala i preciznost im je reda veličine jedan u nekoliko stotina hiljada herca. O njima ćemo više govoriti u poglavljju 17.

Deo V

Obilje projekata

The 5th Wave By Rich Tennant



U ovom delu...

Usledeća tri poglavlja naučićete kako da napravite sopstvena elektronska kola uz korišćenje zgodne stvarčice koja se zove nelemiva prototipska ploča. Samo ubacite komponente u otvore na ploči i imate kolo! Izmene se obavljaju lako, a kada završite eksperimentisanje, možete napraviti trajnu štampanu ploču sa zalemlijenim komponentama – o čemu će takođe biti reči u ovom delu knjige.

Spremili smo i nešto još bolje. Na stranama koje slede otkrićete tajnu i snagu komponente koja se zove mikrokontroler. On omogućava da programirate elektronske uređaje tako da rade ono što vi hoćete. Na kraju, u poglavljiju 14 naći ćete desetak zabavnih projekata koje možete realizovati za 30 minuta ili brže. U poglavljju 15 dato je čak i nekoliko projekata iz robotike; na osnovu njih, napravićete sopstvenog robota – da vam pravi društvo.

Poglavlje 11

Napravite kolo na prototipskoj ploči

U ovom poglavlju

Sve o prototipskim pločama (i zašto ih koristiti)

Pravljenje kola pomoću prototipske ploče

Prenošenje kola na lemive ploče

Korišćenje perforiranih ploča za sve što treba vašem kolu

Pravljenje stabilnih kola pomoću obmotane žice

U lokalnoj prodavnici elektronskih delova potražite prototipsku ploču. Prodavcu će biti jasno o čemu se radi – uputiće vas na odeljenje „uradi sam“. Tu ćete naći gomilu pravougaonih ili kvadratnih plastičnih stvarčica čudnog izgleda, s više rupa od švajcarskog sira.

Ti mali četvrtasti predmeti su prototipske ploče pomoću kojih možete isprobavati razne zamisli bez potrebe da uključujete lemilicu. Prototipske ploče omogućavaju da isprobate različite verzije štampanih ploča pre nego što napravite finalnu štampanu ploču sa zalemlijenim komponentama. Pomoću prototipskih ploča možete istraživati svet elektronike bez napornog lemljenja i lako ćete ispravljati svoje greške.

U ovom poglavlju detaljno ćemo predstaviti prototipske ploče i objasniti kako da ih koristite. Vrlo su jednostavne – videćete. Ne morate biti inženjer elektrotehnike da biste ih koristili, ali ipak preporučujemo da pročitate naše savete i predloge iz ovog poglavlja.

Na ovom mestu predstavljamo i nekoliko tehnika konstrukcije štampanih ploča, uključujući povezivanje dve tačke žicom i namotavanje žice. Moći ćete da ih primenite kada budete spremni da napravite trajno kolo.

Ali, za sada, sve je samo igra!

Prototipske ploče pod lupom

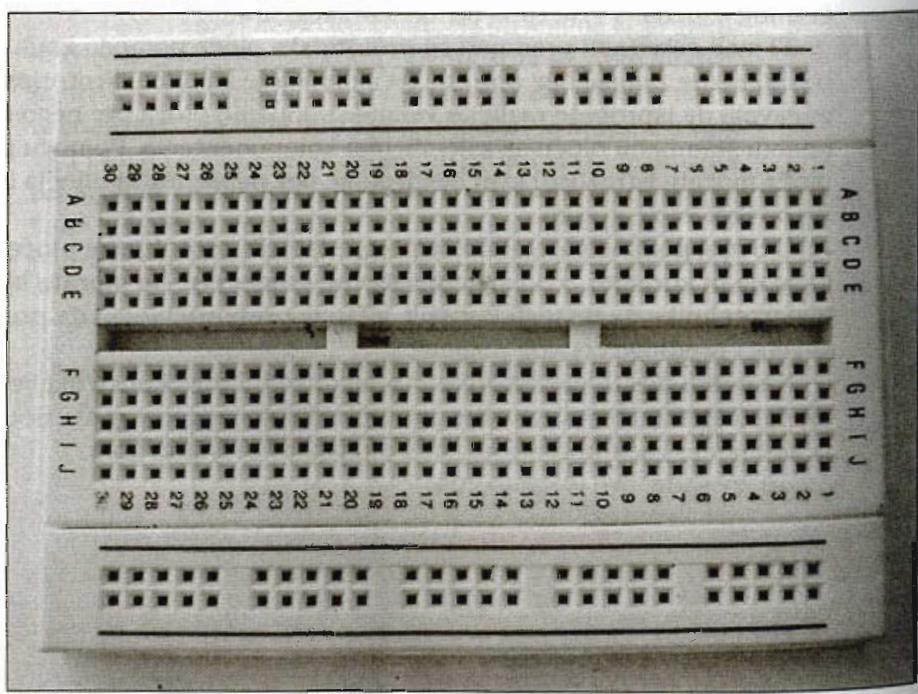
Prototipske ploče (engl. *circuit breadboards, prototyping boards, solderless breadboards*) proizvode se u svim oblicima, stilovima i veličinama, ali sve služe istoj svrsi: imaju redove otvora, električno spojenih pomoću kratkih metalnih traka. U njih umećete komponente – otpornike, kondenzatore, diode, tranzistore, integrisana kola... šta god vam padne na pamet – a potom ih povezujete žicama da biste napravili kolo. Kada se uverite da kolo radi, možete primeniti neku od brojnih konstrukcionih tehnika koje su vam dostupne. (Pojedine mogućnosti konstrukcije razmatramo u poglavlju 12.)

Ne propustite da prvo na prototipskoj ploči ispitate sva kola koja planirate da napravite. Često je moguće popraviti performanse kola malom promenom vrednosti nekoliko komponenata. Te izmene izvršiće na krajnje jednostavan način – uklonićete komponentu s ploče i zameniti je drugom, bez uklanjanja i dodavanja lemova.

Naredni odeljci otkriće vam sve što ste ikada hteli da znate o prototipskim pločama.

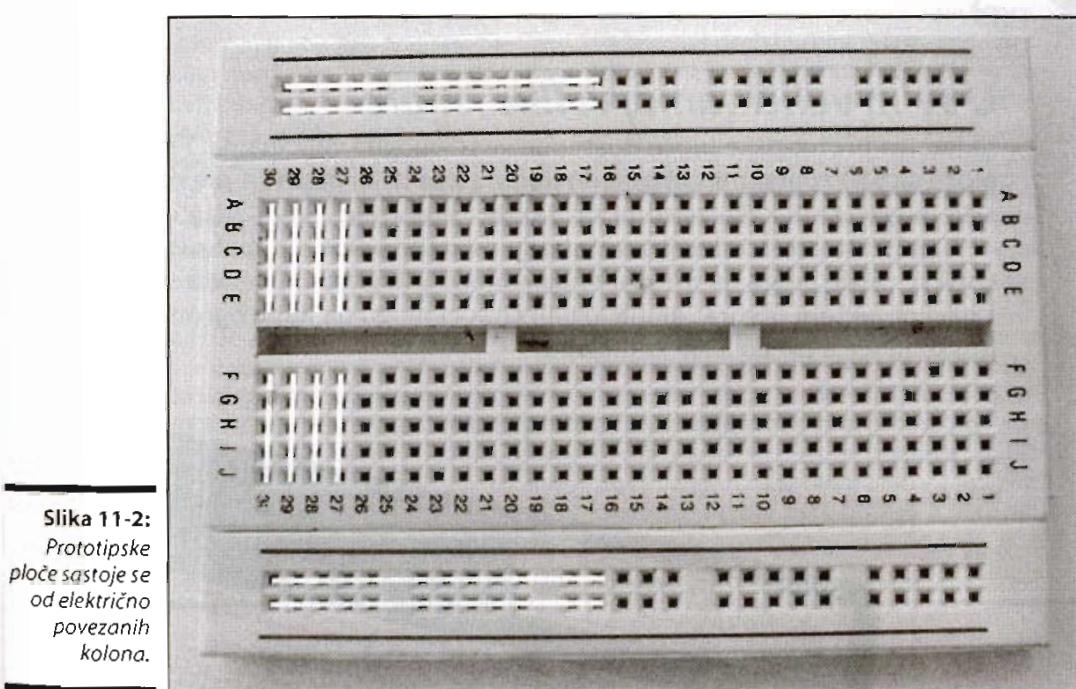
Prototipske ploče – lice i naličje

Prototipska ploča, poput osnovnog modela sa slike 11-1, sastoji se od nizova četvrtastih otvora unutar kojih su redovi i redovi metalnih traka. Metalne trake su savitljive i savijene su tako da čine kanal. U otvore umećete žicu i tako je stalno povezujete s metalnim kanalom.



Slika 11-1:
Osnovna pro-
totipska ploča.

Metalni kanali u unutrašnjosti prototipske ploče zovu se *kontakti*. Svaka kolona obuhvata pet otvora koji su električno spojeni. To omogućava jednostavno povezivanje komponenata i žica – ubacićete ih u odgovarajuće otvore na ploči. Na slici 11-2 prikazano je kako su kolone na prototipskoj ploči električno povezane.



Slika 11-2:
Prototipske
ploče sastoje se
od električno
povezanih
kolona.



Primećujete li duge redove kontakata na samom vrhu i dnu prototipske ploče? Ovi redovi omogućavaju jednostavno povezivanje s napajanjem i s masom. Većina ploča ima po dva reda pri vrhu i dnu za masu i napajanje. Na nekim pločama, ti horizontalni redovi su spojeni, dok su na drugim međusobno električno izolovani. Obavezno proverite! Uzmite multimetar, stavite kratkospojnik (žicu) u svaki otvor, potom dodirnite prvi jednom sondom, a drugi drugom. Ako je očitavanje u omima nisko, dva reda su spojena. Ukoliko je očitana otpornost beskonačna, nisu spojena. U poglavlju 9 detaljnije smo opisali kako se pomoću multimetra ispituju različite električne veličine.

Udaljenost između otvora je oko 2,5 milimetra, što je sasvim pogodno za integrisana kola, većinu tranzistora i diskretnih komponenata, poput kondenzatora i otpornika. Da biste napravili kolo, dovoljno je da u odgovarajuće otvore umetnete integrisana kola, otpornike, kondenzatore i žicu debljine oko 0,7 mm.

Proizvođači prototipskih ploča prave kontaktne trake od nekog metala presvućenog zaštitnom prevlakom. Prevlaka sprečava oksidaciju kontakata, a mekoća metala omogućava da koristite žice i izvode komponenata različitih debljina, bez ozbiljnijeg deformisanja kontakata. Međutim, ako pokušate da





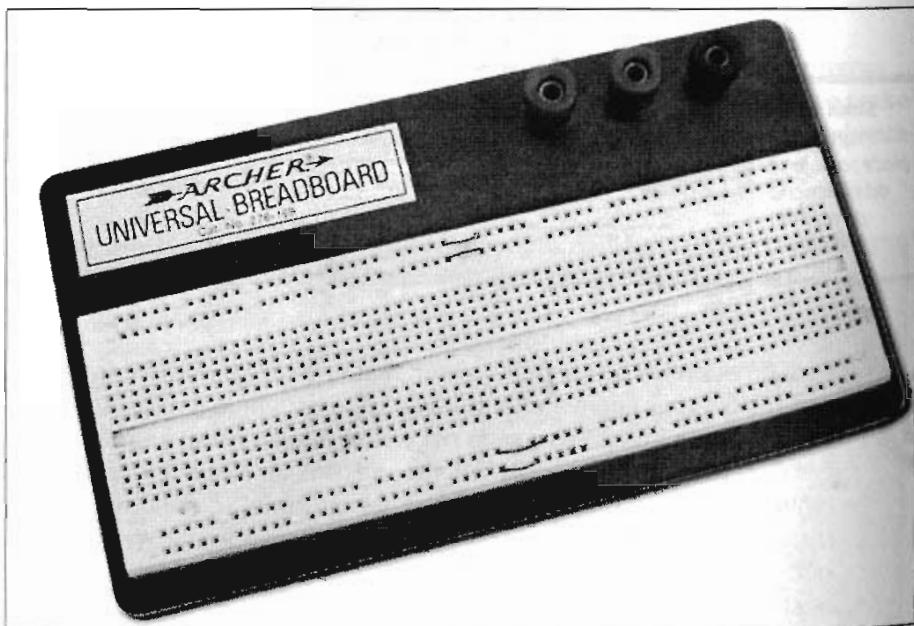
gurnete žicu deblju od 0,6 mm ili komponente s debelim nožicama, oštetićete kontakt. Ukoliko je žica predebela za otvor, ne gurajte je na silu. Može se desiti da na taj način prekinete kontakt, pa ploča neće raditi onako kako želite.

Kada ploču ne koristite, držite je u zatvorenoj kesici. Zašto? Da biste je zaštitili od prašine. Premda postoje sprejevi za čišćenje pomoću kojih možete ukloniti prašinu i druge neželjene materije, najbolje je da olakšate sebi i zaštitite ploču od prljanja.

U svim veličinama, velike i male

Nelemeve prototipske ploče dostupne su u mnogim veličinama. Prototipske ploče sa 550 kontaktnih otvora dovoljne su za tri ili četiri 14-pinskih ili 16-pinskih integrisanih kola, zajedno sa „šakom“ otpornika i kondenzatora.

U pogledu prostora najkomotnije su dvoredne ploče, poput ove na slici 11-3. Ovakve ploče mogu da prihvate najmanje 10 integrisanih kola, a sadrže preko 1200 kontaktnih otvora. Ambiciozniji čitaoci mogu da kupe ogromne prototipske ploče s preko 3200 kontakata.



Slika 11-3:
Za složenja
kola možete
naći veće pro-
totipske ploče.



Naravno, nemojte bez potrebe kupovati prevelike prototipske ploče – ako pravite mala kola za napajanje sijalice, ne treba vam ploča velika kao Sibir. Ukoliko tokom rada shvatite da će vam trebati veća ploča, proverite da li vaša ploča ima štipaljke pomoću kojih je možete spojiti s drugim pločama da biste napravili jednu veću.

Nelemive prototipske ploče su jeftine... odnosno, pristupačne

Ja, Gordon Mekomb, autor ove knjige, htio bih nešto da vam priznam: već godinama (iskren sam, godinama) koristim jednu te istu nelemivu ploču. Kad god sam htio da isprobam novo kolo, morao sam da rastavim prethodno da bi moja najnovija i najgenijalnija ideja dobila prostor. Ponekad se dešavalo da mi ponovo zatreba staro kolo, pa sam morao iznova da ga napravim, što znači da sam uzimao delove od novog kola i rekonstruisao staro. Nepotretno je reći da je to oduzimalo mnogo vremena (a i bilo je prilično iritirajuće).

Kada se osvrnem na prošlost, uviđam koliko je život s jednom prototipskom pločom bio glup. Osnovne nelemive prototipske ploče nisu previše skupe. Olakšajte себи i nabavite nekoliko neleminih prototipskih ploča da biste pomoću njih istovremeno mogli da pravite više kola. Na taj način, moći ćete da zadržite kolo na ploči sve dok vam

bude trebalo ili dok vam ne ponestane ploča za nove projekte.

Veći broj ploča omogućava da kolo pravite deo po deo. U suštini, gradite svaki deo kola kao zaseban modul. Tako možete da eksperimentišete s različitim delovima složenijih kola i da ih zasebno doradujete. Kada završite sve module, pomoću nekoliko žica možete spojiti sve ploče s modulima.

Ako želite da napravite zaista prefinjenu eksperimentatorsku radnu stanicu, kupite „čičak“ traku i prilepite jednu njenu polovicu na drvenu ploču dimenzija 30×30 cm. Neke prodavnice alata i zanatske opreme prodaju već pripremljene drvene ploče. Pričvrstite drugu polovicu trake na poleđinu vaše nelemive prototipske ploče. Kada hoćete da koristite ploču, pritisnite traku s ploče uz traku na drvenoj ploči – tako vam prototipska ploča neće izmicati iz ruku niti žice iz njihovih ležišta.

Pravljenje kola na neleminoj prototipskoj ploči

Prototipske ploče se koriste tako što se umetanjem žica na nju stavljavaju komponente. Ali, postoji ispravan i pogrešan način da se to uradi. U ovom odeljku naučićete koji tip žice da odaberete, potom efikasne tehnike za spajanje komponenata s pločom i kako da na ploči napravite uredno i logično kolo.

Čemu služe neizolovane žice?

Komponente na prototipskoj ploči spajaju se pomoću pune žice (ne licnaste). Koristite žice debljine od 0,6 do 0,8 mm. Deblje ili tanje žice nisu naročito funkcionalne za prototipsku ploču. Predebela žica neće stati u otvor, dok će električni kontakti s previše tankom žicom biti loši.

U poglavlju 5 već smo pomenuli da se klonite licnastih žica. Pojedinačne licne mogu da se prekinu i da poremete metalne kontakte u prototipskoj ploči.

Prilikom kupovine prototipske ploče, uzmite i komplet neizolovanih žica. (Ne štedite na njima – isplatiće se.) Neizolovane žice se prodaju u raznim dužinama i već su savijene, tj. spremne za upotrebu. Komplet neizolovanih žica



košta nekoliko stotina dinara, ali budite sigurni da je to mala cena za vreme koje ćete uštедeti. Umesto njih, morali biste da kupite gomilu žica i da obavite mukotrpan posao uklanjanja oko 8 mm izolacije na kraju svake.

U radnjama se prodaju kompleti žica različitih dužina. U tabeli 11-1 prikazali smo dužine i količine u jednom popularnom kompletu.

Tabela 11-1 Dužina i količina neizolovanih žica

Dužina	Količina
19 mm	10
25 mm	20
32 mm	25
38 mm	25
51 mm	10
63,5 mm	10
76 mm	10
102 mm	5
152 mm	5



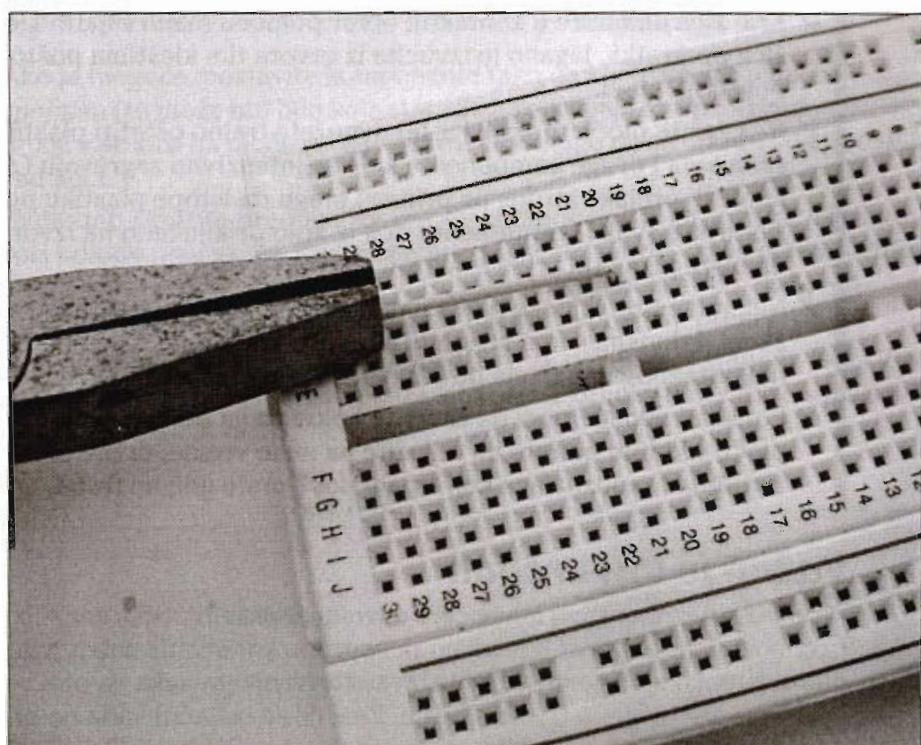
Možda će vam zatrebatи više žica odredene dužine nego što ih ima u jednom kompletu – zato kupite dva kompleta. Ali, desice se da vam nedostaje nekoliko neizolovanih žica odredene dužine baš u trenutku kada su vam neophodne, te ćete morati sami da skidate izolaciju sa žice. Najbolje je da upotrebite klešta za skidanje izolacije koja se mogu podešavati za različite debljine žice. Podesite ih za debljinu žice koju koristite – preciznim podešavanjem sprečite zarezivanje žice što bi je učinilo krtom. Takva žica može se zaglaviti u otvoru na prototipskoj ploči i pokvariti vam čitav dan.

Žicu ćete sami pripremiti za prototipsku ploču na sledeći način:

1. Odsecite parče žice odgovarajuće dužine.
2. Skinite oko 6 do 8 mm izolacije sa oba kraja.

Dok skidate izolaciju, stavite jedan kraj žice u alatku za skidanje izolacije, a drugi držite šiljatim kleštima. Ako imate alatku za automatsko sečenje žice i skidanje izolacije (ima je u nekim prodavnicama alata – pogledajte u odeljku sa električnim uredajima), možete iseći žicu i skinuti izolaciju jednim potezom.

3. Posle skidanja izolacije, pomoću šiljatih klešta savijte neizolovane delove žice za 90 stepeni, kao na slici 11-4.



Slika 11-4:
Ogolite i savijte
krajeve žice za
prototipsku
ploču da biste je
umetnuli u
ploču.

Kako koristiti prototipske ploče

Tokom godina, kroz pokušaje i greške došli smo do nekoliko korisnih saveta o korišćenju neleminih prototipskih ploča. Da bismo vas pošteli mukotrpog samostalnog učenja, izdvojili smo nekoliko najvažnijih preporuka:

- ✓ Uporebite alatku za postavljanje i skidanje čipova (većina elektro-radnji ih ima; oblikom podsećaju na hemijsku olovku) da biste postavili ili uklonili integrisano kolo. Ova veoma korisna alatka smanjuje verovatnoću da ćete oštetiti integrisano kolo dok ga stavljate ili skidate. Ukoliko radite sa CMOS čipovima, koji su posebno osetljivi na staticki elektricitet, uzemljite alatku za postavljanje i skidanje čipova da biste izbegli staticki elektricitet. (Ako hoćete da se podsetite tipova integrisanih kola – CMOS ili TTL – pogledajte poglavlje 4.)
- ✓ Ako radite sa CMOS čipovima, prvo konstruišite ostatak kola. Po potrebi, kao privremenu zamenu možete upotrebiti TTL kolo kako biste bili sigurni da ste sve pravilno povezali. TTL čipovi nisu ni približno tako osetljivi na staticko nanelektrisanje kao CMOS čipovi. Pobrinite se da obezbedite veze i za pozitivno i za negativno napajanje, te da povežete sve ulaze (ulaze koje ne koristite povežite s linijom za pozitivno ili za negativno napajanje). Kada budete spremni da isprobate kolo, uklonite zamenu i stavite CMOS čip.

- ✓ Kraj žice umetnите u kontaktni otvor pomoću malih šiljatih klešta. Ako je žica prekratka, lagano je izvucite iz otvora tim kleštim pošto završite posao na ploči.
- ✓ Ne izlažite ploču topotli, jer tako možete trajno oštetići plastiku. Integrisana kola i druge komponente koje se intenzivno zagrevaju (zbog kratkog spoja ili prejake struje, na primer) mogu da istope plastiku pod njima. Dodirnite svaku komponentu dok je kolo priključeno na izvor napajanja da biste proverili pregrevu li se.
- ✓ Nelemive prototipske ploče namenjene su eksperimentima sa niskonaponskom jednosmernom strujom. Nisu predvidene za naizmeničnu struju kućnog mrežnog napajanja od 220 V (niti je to bezbedno).
- ✓ Ponekad nećete moći da završite kolo i da ga odmah potom ispitate. Ako ploču s kolom morate da odložite na neko vreme, držite je dalje od dece, životinja i radoznalaca koji trpaju nos i prste gde ne treba.

Važno je biti uredan

Pažljivo povezujte žice, inače ćete u trenu napraviti ptičje gnezdo na ploči. Urednost i preglednost ključni su za uspešno korišćenje nelemivih prototipskih ploča. Klupko upetljenih žica otežava otkrivanje grešaka na ploči – zapravo, greške su verovatnije u tom slučaju. Žice će se izvlačiti kada ne bi trebalo. Još gore, labyrin ţica može biti uzrok neispravnog rada kola. Električni haos je neizbežan.

Pažljivo planirajte i konstruišite kola na prototipskoj ploči. Planiranje zahteva više vremena i strpljenja, ali pošto dovršite nekoliko projekata, uvidećete da se taj dodatni napor isplati. Ako usvojite savete iz naredna tri odeljka, kola koja pravite na nelemivoj prototipskoj ploči biće mnogo urednija.

Izbegavajte gužvu

Morate imati dovoljno prostora za rad na ploči. Ukoliko kolo sadrži integrisana kola, prvo postavite njih, udaljavajući ih za tri do pet kolona. Ako je moguće, neka između svaka dva integrisana kola bude razmak od deset kolona. Nakon toga, dodajte ostale komponente.

Ukoliko je prototipska ploča premala za sve komponente, uzmite veću. Ako nemate veću ploču, nabavite još jednu manju i nadovežite je na prvu.

Ne brinite zbog male „naseljenosti“ ploče. Bolje je razmaknuti komponente, nego ih zbiti na malom prostoru. Zahvaljujući velikom razmaku između integrisanih kola i drugih komponenata, lakše ćete izmeniti ili preuređiti kolo. Lakše ćete dodavati nove delove, ne pomerajući postojeće.

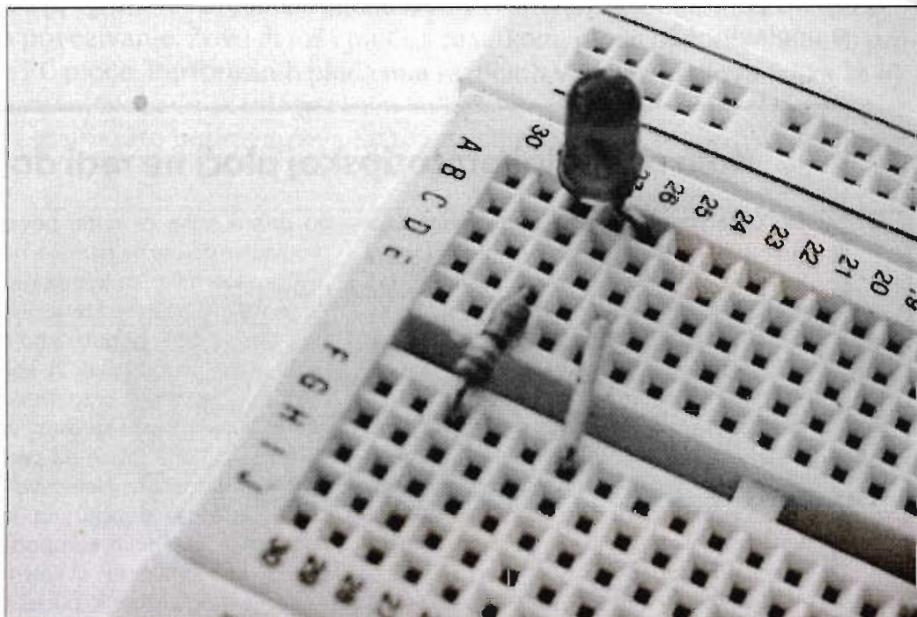
Logični rasporedi komponenata

Urednost u kolone i redove na prototipskoj ploči upućuje na prilično nasumično organizovanje kola. Predlažemo da prvo postavite glavnu komponentu, na primer tajmer 555 ili mikrokontroler u sredinu ploče, i da odatle nadogradujete ostatak kola.

Evo još nekoliko ideja za postavljanje komponenata:

- ✓ Ako je moguće, postavite komponente tako da koristite što manje *kratko-spojnika* (to može biti bilo koja stara žica koja spaja dva proizvoljna izvoda). Što je više žica na ploči, veća je gužva. Žice mogu da se otkače i da poremete rad kola.
- ✓ Slobodno skratite predugačke izvode komponenata. Otpornici, kondenzatori i diode nisu skupi. Kad odsečete dugačke izvode, lakše ćete umetnuti komponente na ploču i one će stabilnije stajati (slika 11-5). Sačuvajte odsečene izvode za drugo kolo ili ih bacite, ukoliko su prekratki.
- ✓ Pomoću malih klešta savijte izvode i žice za devedeset stepeni. Neka žice budu što bliže ploči. Tako će teže ispadati iz otvora dok radite s kolom.

Slika 11-5:
Skratite izvode
komponenata
da bi bile
stabilne.



Uspostavljanje zajedničkih kontakata

U skoro svim kolima, dve tačke s najviše veza jesu napajanje i masa. Na neleminim prototipskim pločama, ove dve tačke kontakta pogodno su realizovane u vidu dugih redova na vrhu ili dnu ploče.

Ako kolo zahteva druge zajedničke kontakte, a nemate dovoljno tačaka u jednoj koloni otvora (prototipske ploče obično imaju pet otvora po koloni), upotrebite duže komade žice da biste izveli tačku konekcije do dela ploče na kome ima više prostora. Na primer, zajedničke tačke kontakata možete napraviti od jedne ili dve kolone između dva integrisana kola.

Od vašeg kola do lemive prototipske ploče

Napravili ste najveličanstvenije kolo na svetu, i hoćete da ga učinite večnim. Posle nelemive prototipske ploče sledi lemiva prototipska ploča, zvana i eksperimentalna PC ploča ili univerzalna lemiva ploča. Lemiva prototipska ploča omogućava da svako kolo projektovano na nelemivoj ploči postane trajno. Svoj projekat možete lako preneti na lemivu ploču, jer ona izgleda isto kao nelemiva.

Projekat ćete preneti tako što ćete skinuti komponente s nelemive ploče, postaviti ih na lemivu ploču i zalemiti na odgovarajućim mestima. Za spajanje komponenata koje nisu električno spojene metalnim trakama u ploči upotrebite žice kao na izvornoj nelemivoj prototipskoj ploči. (Ukoliko nemate iskustva u lemljenju, pročitajte poglavlje 8.)

Ako projektujete veoma malo kolo, možete upotrebili samo pola lemive ploče. Pre prenosa komponenata, presecite lemivu ploču testericom. Izbegavajte da udišete prašinu koju pravi testera. Očistite deo ploče koji želite da koristite i počnite da lemite. Više informacija o sečenju i čišćenju ploča pročitajte u poglavlju 12.



Kolo na mojoj prototipskoj ploči ne radi dobro!

Do sada ste već shvatili da je elektronika „uvrnutu“ nauka. Stvari ponekad rade, drugi put ne. Uzrok nije loš atmosferski pritisak ili nesrećna sudbina, već uvek logični razlozi, pa možete da ispravite stvari. Kako se bude-te usavršavali u radu s prototipskim pločama, sve češće ćete nailaziti na čest problem sa statickim elektricitetom. On se javlja kada komponente i žice stvore neželjenu kapacitivnost (rezervu naelektrisanja) u kolu. Do ovoga može doći, na primer, kada se ukrsti nekoliko žica ili ako su izvodi komponenata predugački.

Sva kola imaju parazitsku kapacitivnost. Ne možete je izbeći. Kada imate mnoštvo žica koje se pružaju u različitim smerovima, kapacitivnost se može iznenada povećati – to je staticki elektricitet. U određenom trenutku (koji se razlikuje od jednog do drugog kola) promene kapacitivnosti mogu dovesti do nepredvidivog ponašanja kola.

Premda većina kola koje ispitujete na nelemivim prototipskim pločama radi prilič-

no dobro, neka će raditi pogrešno ili ne-predvidivo dok se ne naprave na štampanoj ploči sa zalemlijenim komponentama. Imajte to na umu ako radite sa RF (radio-frekventnim) kolima, poput radio-prijemnika i radio-predajnika, digitalnih kola koja menjaju signale veoma brzo (frekvencijom od više miliona herca) i sa osetljivijim tajmerskim kolima koja zavise od preciznih vrednosti komponenata. Nelemive prototipske ploče imaju tendenciju da menjaju karakteristike pojedinih komponenata – posebno kondenzatora i kalemova; takve varijacije mogu izmeniti ponašanje kola.

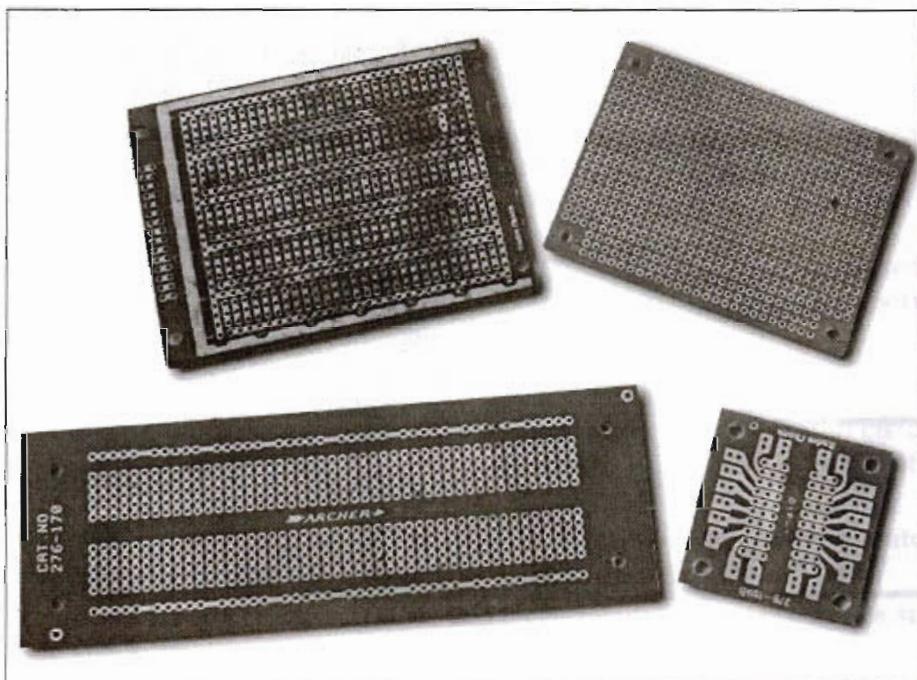
Ako pravite radio-kolo ili neko drugo kolo na koje parazitska kapacitivnost može da utiče, možda bi bilo bolje da izbegnete ispitivanje kola na nelemivoj prototipskoj ploči. Moguće je da ćete dobiti poslušnije kolo ako ga napravite direktno na lemivoj prototipskoj ploči ili na drugaćijim lemivim pločama, koje opisujemo u odeljku „Pravljene prototipa na perforiranim pločama“.

Ostavite dovoljno mesta u uglovima ploče za otvore za pričvršćivanje koje ćete kasnije izbušiti. Pomoći tih otvora pričvrstite ploču za sklop čiji je vaš projekat deo (na primer, za šasiju robota). Ploču možete postaviti u predviđeni okvir ili otvor i pomoći duplo lepljive penaste trake. Traka štiti ploču i sprečava da se slomi i da poledinom dode u kontakt sa šasijom robota.

Lemive ploče imaju jedan veliki nedostatak: njihova površina se ne može previše efikasno iskoristiti. Ako ne želite da sabijate komponente jednu do druge, ograničeni ste na kola sa samo dva ili četiri integrisana kola i šaku diskretnih komponenata. S vremenom ćete se uvežbati da uštedite prostor i da dobro iskoristite prostor na lemivoj ploči.

Pravljenje prototipa na perforiranim pločama

Lemive prototipske ploče nisu jedina vrsta ploča opšte namene koje možete koristiti u projektima. Druga mogućnost su perforirane ploče s bakarnim trakama za povezivanje. Zovu ih još i ploče s rešetkom, ploče opšte namene ili prototipske PC ploče. Perforiranih ploča ima različitih veličina i stilova (slika 11-6). Sve su namenjene radu sa integrisanim kolima i drugim modernim elektronskim komponentama, što podrazumeva da je razdaljina između otvora oko 2,5 mm.



Slika 11-6:
Nekoliko perforiranih ploča, spremnih da ih po potrebi očistite i dodate elektronske komponente.

Perforirane ploče su pogodne kada hoćete da napravite lemljeno kolo, ali ne želite da se mučite praveći štampanu ploču od samog početka. Jedan od glavnih načina za korišćenje perforiranih ploča jeste konstruisanje kola namotavanjem

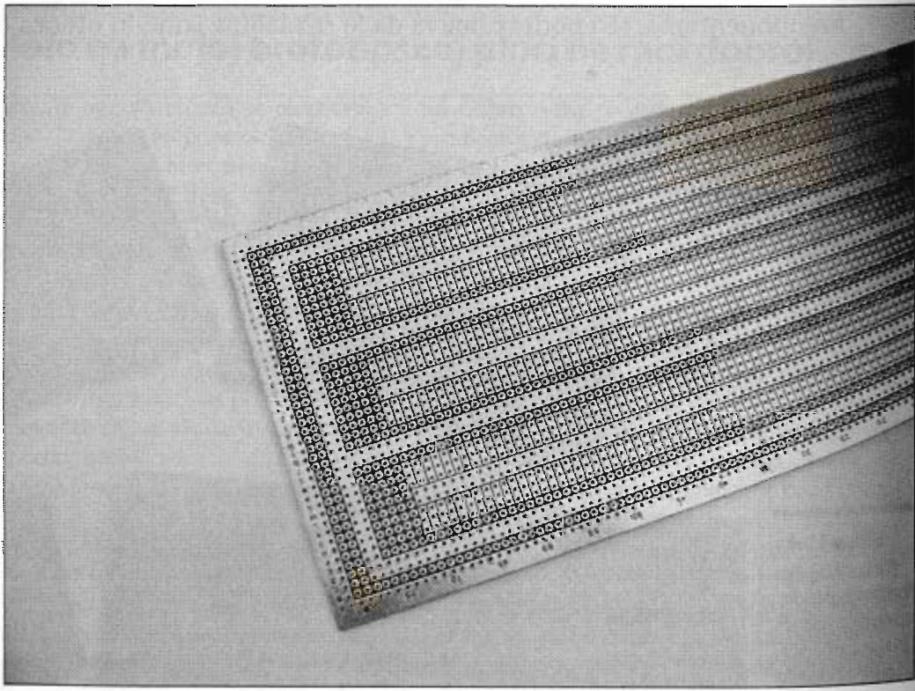
žica (više detalja o ovoj temi naći ćete u odeljku „Smotano namotavanje žica“ kasnije u ovom poglavlju). Ako ploča ima lemnne tačke i provodne linije – što ima većina ploča – možete direktno zalemiti komponente na nju. Ali, za perforiranu ploču bez bakarnih lemnih tačaka i provodnih linija možete primeniti metodu obmotavanja žicom.

Perforiranu ploču odaberite prema tipu kola koje pravite. Neke rešetke su pogodnije za određenu vrstu projekta. Mi prednost dajemo jednostavnim PC pločama sa umetnutim magistralama, pošto mislimo da se najlakše koriste. (*Magistrala* ne služi za vozanje automobilčića – po njoj lemite komponente. U elektronskom svetu, to je samo druga reč za tačku zajedničkog kontakta.) Komponente na univerzalnoj PC ploči spajate pomoću kontakta u tri ili više tačaka.

Magistrala se proteže duž ploče tako da lako možete da priključite komponente na nju. Mnoge perforirane ploče imaju barem dve magistrale, jednu za napajanje, drugu za masu. Magistrala ima na vrhu i na dnu ploče, što se vidi na slici 11-7. Takva organizacija idealna je za kola s velikim brojem integrisanih kola. Naizmeničnim redanjem magistrala za napajanje i za masu, smanjuju se neželjeni induktivni i kapacitivni efekti.



Slika 11-7:
Po ovoj ploči
proteže se
nekoliko
magistrala.



Perforirane ploče koristite na isti način kao i lemive prototipske ploče. Pošto očistite ploču tako da bakarne lemnne tačke i provodne linije zablistaju, umetnite komponente u ploču i zalemite ih. Komponente koje nisu susedne spojite izolovanom žicom.

Pravljenje štampanih ploča pomoću integrisanih kola tipa „priključi i uključi“

Ova ideja je dobra ako pravite štampane ploče sa integrisanim kolima: umesto da direktno zalemite integrisano kolo, upotrebite podnožje za integrisano kolo. Zalemite podnožje, potom priključite u njega integrisano kolo i „uključite ga“.

Podnožja za integrisana kola ima u svim oblicima i veličinama koje odgovaraju integrisanim kolima za koja su predviđena. Na primer, ako imate 16-pinsko integrisano kolo, upotrebite 16-pinsko podnožje.

Evo nekoliko dobrih razloga da koristite podnožja:

- ✓ Lemljenje na štampanoj ploči može izazvati statički elektricitet. Podnožja omo-

gučavaju da izbegnete lemljenje CMOS čipova ili drugih integrisanih kola osetljivih na statički elektricitet.

- ✓ U vašim eksperimentima sa elektronikom, čipovi se obično najlakše kvare. Mogućnost da izvadite loš čip i zamenite ga ispravnim vredi malo muke s lemljenjem podnožja.
 - ✓ Skupe komponente poput mikrokontrolera možete koristiti za više kola. Izvadite ga iz jednog podnožja i stavite u drugi.
- Podnožja ima u svim veličinama kako bi odgovarala različitim rasporedima pinova integrisanih kola i nisu skupa.

Smotano namotavanje žice

Namotavanje žice (engl. *wire wrapping*) jeste sistem povezivanja dve tačke žicom pri kome se koristi posebna alatka i fina žica debljine 0,25 ili 0,3 mm za namotavanje. Ako to uradite kako treba, kola s namotanim žicama stabilna su kao lemljena kola. Takođe, imate slobodu da menjate i ispravljate stvari bez prljavog posla razlemljivanja i ponovnog lemljenja.

Namotavanje žice je tehnika koja je dozvoljena samo za niskonaponska jednosmerna kola. Nije predvidena za bilo šta što zahteva mnogo struje, jer upotreblena žica nije dovoljno velika da podnese previše struje.

Za namotavanje žice potrebni su vam

- ✓ **Perforirana ploča:** Na nju stavljate komponente. Možete upotrebiti čistu (bez bakra) ploču ili ploču s lemnim tačkama za koje se leme komponente. Mi više volimo ploču s lemnim tačkama.
- ✓ **Podnožja za namotavanje žice za integrisana kola i druge komponente:** Ova podnožja imaju duge metalne izvode oko kojih namotavate žicu.
- ✓ **Zajednički izvodi:** Ovi izvodi služe kao tačke zajedničkih kontakata za spajanje više komponenata.
- ✓ **Žica za namotavanje:** Žica se kupuje već isečena ili u kalemima. Mi smo skloni isečenoj žici, ali preporučujemo da isprobate obe varijante pre nego što donesete sud.
- ✓ **Alatka za namotavanje žice:** Ovu alatku koristite samo da žicu namotate za izvod i da je odatle uklonite. Sadrži i skidač izolacije – upotrebite ga umesto standardne alatke za skidanje izolacije da biste skinuli izolaciju sa žice za namotavanje.



Premda žicu možete namotati direktno na izvode otpornika, kondenzatora, diode i drugih komponenata, većina nas više voli da koristi posebne izvode za namotavanje žice. Zašto? Većina komponenata ima okrugle izvode, dok su izvodi podnožja za namotavanje četvrtasti. Ovakav oblik omogućava stabilnije namotavanje. Ako žicu želite da namotate direktno na izvode komponenata, bilo bi dobro da ipak dodate malo tinola kako se žica ne bi razlabavila.

Evo osnovnih koraka za namotavanje žice:

1. Umetnите podnožje u perforiranu ploču.

Ako ploča ima leme tačke, stavite malo tinola između leme tačke i izvoda koji štrče od nje. To će učvrstiti podnožje.

2. Ponovite prethodni korak za sva podnožja koja će vam zatrebatи.

3. Pomoću alatke za namotavanje žice spojite komponente.

4. Priklučite integrisana kola i ostale komponente u njihova podnožja.

Velika prednost namotavanja žice jeste to što relativno lako možete menjati kolo. Odmotajte žicu i namotajte je na drugi izvod. Ako se žica ošteti, zamenite je drugom.

Namotavanje žice je tema koja zahteva mnogo više prostora nego što smo joj ovde posvetili. Ako vam se čini da će vam ova metoda koristiti, potražite više o njoj na Internetu. Naći ćete brojne Web lokacije koje će vam pomoći da postanete stručnjak za namotavanje; posetite, između ostalog, sledeće Web adrese: <http://www.me.umn.edu/courses/me2011/robot/wrap/wrap.html> ili <http://www.okindustries.com/products/4.1.1.1.htm#The>.



Poglavlje 12

Napravite sami štampanu ploču

U ovom poglavlju

- Šta je štampana ploča
- Kako da sami napravite štampanu ploču
- Biranje bakarne prevlake za vašu ploču
- Isecanje ploče do prave veličine
- Magijom fotografije napravite štampanu ploču
- Pravljjenje štampanih ploča pomoću štampača
- Konstruisanje štampanih ploča od nule
- Nagrizanje, završne pripreme i bušenje
- Slanje ploča iz vaše radionice proizvođaču štampanih ploča

Kada napravite svoju prvu štampanu ploču, na dobrom ste putu da postanete elektronski guru. Zaboravite na sve žičane spojeve od jedne do druge tačke na prototipskoj ploči i na pretrpavanje gotove lemive ploče komponentama. Kada u rukama budete držali štampanu ploču koju ste sami napravili, znaćete da ste pravi elektroničar.

Na početku ovog poglavlja otkrićete šta čini štampanu ploču (engl. *printed circuit board, PCB*). Štampanu ploču možete napraviti na razne načine. U ovom poglavlju opisujemo nekoliko tehnika, uključujući **direktno nagrizanje** („*ecovanje*“), **foto-postupak** i **prenos tonera sa folije**. Posavetovaćemo vas i kako da pomoću računara ubrzate rad.

Anatomija štampane ploče

Pre nego što počnemo da objašnjavamo kako da napravite štampanu ploču, opisaćemo od čega se sastoji tipična štampana ploča:

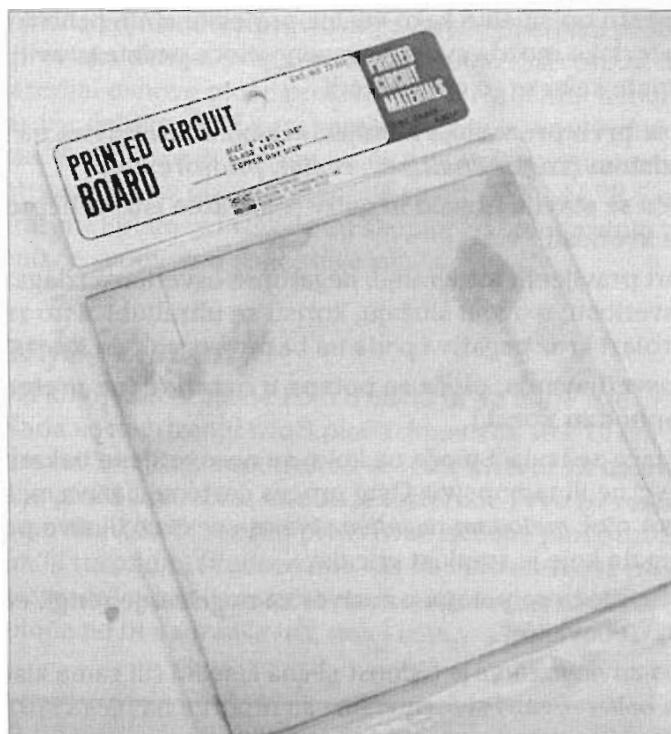
- ✓ Štampana ploča se pravi postavljanjem veoma tankog **bakarnog sloja** preko plastične, epoksidne ili fenolne podloge. To su najčešće **pertinaks** ili – nešto skuplji – **vitroplast** (fiberglas). Bakarni sloj se zove *film* ili prevlaka (engl. *cladding*) i predstavlja lice ploče. Primer je prikazan na slici 12-1. Izgleda prično dosadno, jer je u pitanju samo „prazno platno“. U ovoj fazi, može postati skoro bilo šta.
- ✓ Konačan oblik ploče dobija se kada se odredene površine bakarne prevlake izlože nagrizanju, tako da ostane samo šema kola. Isrtavanje šeme kola i nagrizanje ploče detaljnije ćemo opisati u odeljku „Nagrizanje štampane ploče“ kasnije u ovom poglavlju.
- ✓ Kolo se realizuje pomoću **lemnih tačaka** (engl. *pads*) i **provodnih linija** (engl. *traces*):
 - **Lemne tačke:** Ove tačke kontakta obično su okrugle ili četvrtaste. Posle nagrizanja ploče, u centru svake lemne tačke **buši se rupa**. Komponente se postavljaju na ploču tako što se njihove nožice stavljaju u te rupe. Nakon toga, nožice svake komponente leme se za ploču u lemnim tačkama.
 - **Provodne linije:** Ovi spojevi se protežu između lemnih tačaka i električno povezuju komponente. Provodne linije i lemne tačke vide se na slici 12-2.
- ✓ Štampane ploče mogu biti jednostrane i dvostrane:
 - **Jednostrane ploče** su presvučene bakrom samo s jedne strane. Komponente se postavljaju na drugu stranu.
 - **Dvostrane ploče** imaju bakarnu foliju sa obe strane; često se koriste za rad s veoma složenim kolima. Dvostrane ploče teško ćete sami napraviti, ali možete ih projektovati i dati da se naprave. Više informacija o proizvođačima štampanih ploča naći ćete pri kraju ovog poglavlja.



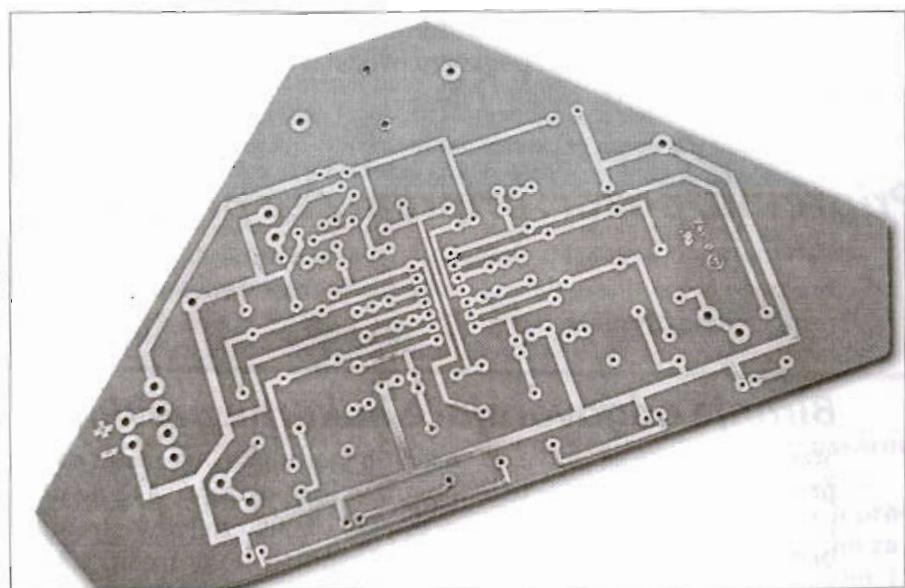
Složenije štampane ploče imaju više slojeva razdvojenih izolatorskim meduslojevima da bi se sprečio kontakt. Višeslojne štampane ploče retko ko može sam napraviti, tako da ih na ovom mestu samo pominjemo, i nastavljamo našu veselu misiju.

Otkud bakar u kolu?

Štampana ploča može se napraviti na više načina. Za početak, postoje brojne tehnike za pravljenje lemnih tačaka i provodnih linija kojima se bakarni film pretvara u štampanu ploču.



Slika 12-1:
Štampana
ploča je izra-
đena od bakra
i neprovodne
podloge.



Slika 12-2:
Na dovršenim
štampanim
pločama lemne
tačke služe
za lemljenje
komponenata,
a provodne
linije služe za
povezivanje.

Na ovom mestu opisujemo kako većina profesionalnih proizvodača pravi štampane ploče. Iako možda svoje štampane ploče nećete praviti na isti način, koristiće da znate kako se to obično radi.

1. **Bakar se prvo premazuje hemijskim slojem osjetljivim na svetlost – fotorezistom (engl. *sensitizer, resist, photoresist*).**
2. **Na ploču se stavlja filmski negativ šeme kola iste veličine kao ploča, i izlaze svetlosti.**
Kao i pri pravljenju fotografije, negativ se osvetljava izlaganjem čitave ploče svetlosti; u ovom slučaju, koristi se ultraljubičasto zračenje. Svetlost prolazi kroz negativ i pada na bakar presvučen fotorezistom.
3. **Posle osvetljavanja, ploča se potapa u razvijač (ne preterano uredan, ali neophodan korak).**
Iz razvijača se izvlači ploča na kojoj su neosvetljene bakarne površine postale crne ili tamnosive. Ovaj proces često se naziva *metoda pozitiva*; nasuprot njoj, *metodom negativa* stvaraju se crne ili sive površi na mestima na koje je svetlost uticala.
4. **Na kraju, ploča se potapa u rastvor za nagrizanje (engl. *etchant solution*), tj. „ecovanje“.**

Sredstvo za nagrizanje je tečnost slična kiselini (ili sama kiselina) koja nagriza bakar. Crne i sive površine su otporne na njega i prave šemu kola na ploči. (Više detalja o rastvorima za nagrizanje i nagrizanju pročitajte u odeljku „Nagrizanje štampane ploče“ kasnije u ovom poglavlju.)

Opisani fotografski postupak možete ponoviti i u svojoj radionici, ali zahteva dosta vremena i novca. Sve potrebne hemikalije kupuju se u specijalizovanim radnjama. Ipak, u ovom poglavlju predstavljamo i jednostavnije metode koje vam verovatno više odgovaraju.

Priprema, pozor: pripreme za pravljenje ploče

Kao i za većinu stvari u elektronici, mašlo planiranja i urednosti znače mnogo. Pre nego što sednete da napravite ploču, morate znati kako da odaberete i da pripremitе materijale.

Biranje odgovarajuće bakarne prevlake

Štampane ploče se prave od različitih materijala i u raznim oblicima. Bakarne prevlake mogu biti nanete jednostrano ili dvostrano. Ako ne pravite dvostranu ploču, odaberite jednostranu prevlaku. Ukoliko za jednostranu ploču upotrebite dvostranu prevlaku, samo ćete bespotrebno potrošiti više rastvora za nagrizanje; osim toga, dvostrane stvari uvek su skuplje.

Debljine prevlaka se razlikuju. Uobičajena gustina je 0,03 grama po kvadratnom centimetru, što se svodi na 35 mikrometara, ili nešto manje od polovine debljine ljudske dlake. Za amaterske ambicije, debljina prevlake uglavnom nije važna, izuzev ako planirate da radite s visokim naponima ili jakim strujama.

Većini ploča koje budete pravili odgovaraće prevlaka proizvoljne debljine. Ali, što je prevlaka deblja, brže ćete trošiti zalihe rastvora za nagrizanje.

I materijal osnove ploče proizvodi se u različitim debljinama. Ploča G-10, standardne debljine 1,57 mm, napravljena je od epoksidne smole i kao stvorena je za vas. Epoksidne ili fenolne ploče s papirnom osnovom, poznate kao FR-2 ili FR-3, otporne su na plamen i skuplje su. Ploče FR-4 i FR-5 otporne su na visoku temperaturu i plamen i takođe su skuplje od standardnih ploča. Vaše potrebe savršeno će zadovoljiti najjeftinija ploča.

Sečenje i čišćenje

Ploča na kojoj konstruišete kolo trebalo bi da bude iste veličine kao kolo, ne veća. Kada se nagrizanju izloži ploča dimenzija 10×10 cm za kolo koje zauzima površinu od 5×7 cm, nepotrebno se troši rastvor za nagrizanje i novac.

Ako je ploča prevelika, isecite je testerom. Prvo iscrtajte ili urežite liniju na bakarnom sloju da bi rez bio prav. Ivice isečene ploče možete izgладiti šmirgl-papirom ili turpansom. (Podsećamo vas na upozorenje iz izdvojenog odeljka „Dragoceno smeće“ o zaštiti za oči i nos koju morate nositi da vam prašina pri isecanju ploče ne bi nadražila oči, nos i usta.)

Dragoceno smeće

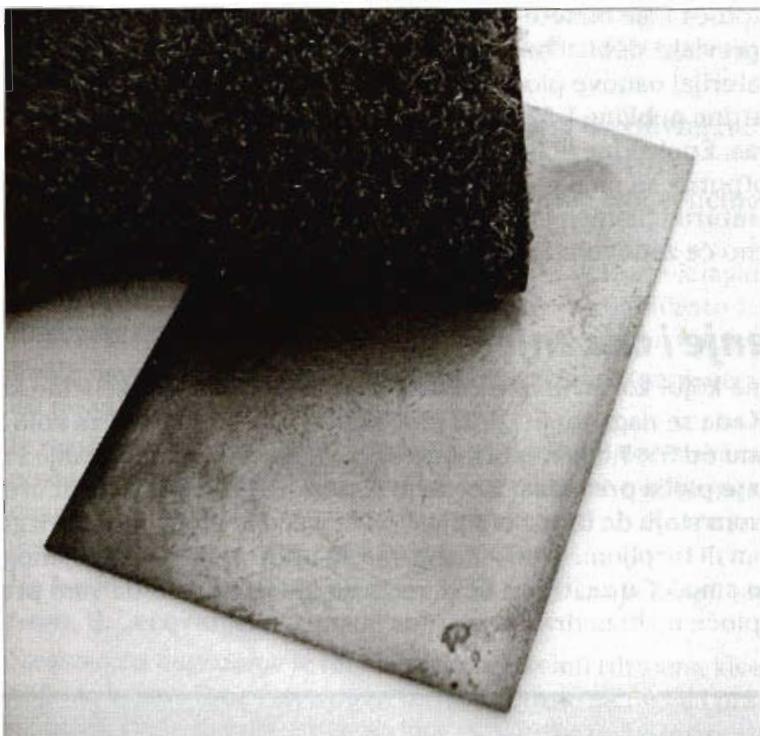
Možda ćete nekad naći na delove štampanih ploča preostale od većih komada upotrebljenih u fabričkoj proizvodnji. Ti ostaci su sasvim upotrebljivi, premda mogu biti zaprljani. Ako stanujete u blizini fabrike elektronskih uređaja, možda ćete uspeti da pronađete to „blago“. Većina proizvođača baca takve viškove. U SAD, dragocene ostatke možete kupiti i od dobavljača proizvodnih ostataka. U dodatku smo naveli nekoliko dobrih dobavljača proizvodnih ostataka za elektroniku.

Kada nabavite ovakve ostatke, verovatno ćete morati da izrežete potrebnu veličinu. Režite skalpelom ili makazama za film a ne testerom. Zašto? Većina proizvođača štampanih ploča koristi za osnovu materijal od epoksidne smole ili fiberglasa; kada sečete osnovu, rasipaju se fine čestice prašine. Prašina od fiberglasa nadražuje oči i nos. Kojom god alatkom da sečete ploču, zaštite oči i nos.

Bez obzira na to kako pravite kolo na ploči, morate detaljno očistiti bakarnu prevlaku pre nego što je izložite hemikalijama. Prašina i masnoća otežavaju nagrizanje, pa se postarajte da ploča bude sasvim čista. Izribajte metalnu prevlaku grublјim sunderom (slika 12-3) i standardnim, kuhinjskim sredstvom za čišćenje u prahu. Ribajte minut ili dva, dok ne skinete svu masnoću, prašinu i oksidirane delove.

Ako ste bakarnu prevlaku valjano očistili, voda bi na njoj trebalo da se zadržava u glatkom, neprekidnom sloju, ne u razdvojenim kapljicama kao na sveže voskiranom automobilu.





Slika 12-3:
Bakarna prevlaka mora biti besprekorno čista pre nego što počnete da pravite kolo.

Pravljenje štampane ploče fotografskim postupkom

Štampana ploča najlakše se pravi pomoću gotovog šablonu, poput onih koji možete naći u časopisima i knjigama o elektronici. Te šablone možete fotografirati i kopirati ih da biste dobili film.

U narednim odeljcima objašnjavamo kako da od postojećih šablonu napravite štampanu ploču. Na ovom mestu ukratko predstavljamo pravljenje štampane ploče fotografskim postupkom (tehnika je slična proizvodnji profesionalnih štampanih ploča, opisanoj ranije, u odeljku „Otkud bakar u kolu?“):

- ✓ Pripremite masku kola i prenesite je na čist providan film. To se može uraditi na više načina opisanih u narednim odeljcima.
- ✓ Koristeći masku, bakarnu površinu presvučenu fotorezistom izložite ultraljubičastom svetlu.
- ✓ Potopite osvetljenu bakarnu površinu sa slojem fotorezista u razvijač. Tako se pravi šema električnog kola koja odgovara maski.
- ✓ Potopite bakarnu prevlaku u rastvor za nagrizanje. On odstranjuje bakar sa čitave površine, izuzev ispod iscrtane šeme.

Pravljenje maske

Kada pomoću fotografskog postupka napravite pozitiv ili negativ originalnog crteža kola, tu fotografiju ćete iskoristiti kao masku za iscrtavanje željenog kola na bakru presvučenom fotorezistom (više informacija o tome pročitajte u odeljku „Pozitivno ili negativno uslikan?“).

Dakle, prvi korak je odluka da li napraviti fotografski pozitiv ili negativ izvornog crteža. Za fotografiju se koristi film poput onog za 35-milimetarski fotoaparat (samo veći, i bez rupa!):

- ✓ Negativ menja polaritet prikaza; crne oblasti postaju svetle, a bele tamne.
- ✓ Pozitiv održava polaritet prikaza; crni delovi ostaju crni, a beli su svetli.

Negativ ili pozitiv crteža iz časopisa ili knjige možete napraviti u lokalnoj štampariji, što je zgodno kada morate da napravite više kopija slike električnog kola.

Razlika između crteža i šeme kola

I crtež kola (engl. *layout*) i šema (engl. *schematics*) predstavljaju kolo, ali ipak se razlikuju. Šema prikazuje komponente kola i veze između njih. Crtež predstavlja provodne linije pomoću kojih se prave veze prikazane na

šemi. Premda su sve veze u šemi predstavljene kao linije, prikazane linije i komponente na šemi ne odslikavaju precizno fizički raspored elemenata i veza kola na ploči. Crtež prikazuje ove veze kakve će biti na ploči.

Drugi način da se napravi maska u vidu pozitiva originalnog crteža jeste pomoću transparentnog filma. Lokalna foto-radnja ili fotokopirnica napraviće na taj način bolju masku (s tamnjom crnom bojom) nego što biste vi sami, na štampaču. Ako kopirate izvorni crtež na providan film, neizostavno očuvajte originalnu veličinu. Mnogi aparati za fotokopiranje automatski uvećavaju sliku od 1 do 2 posto, što ipak malo menja dimenzije lemnih tačaka i rupa za izvode komponenata. Trebalo bi da razmera kopije bude 1:1.

Ako izvorni crtež odnesete u fotokopirnicu, obično će vam negativ naplatiti manje od pozitiva, jer se jednostavnije pravi. Fotokopiranjem na providan film uvek se dobija pozitiv. Bez obzira na to da li ste se odlučili za negativ ili pozitiv, morate nabaviti odgovarajući fotorezist i razvijač. Više informacija o tome naći ćete u narednom odeljku, „Pozitivno ili negativno uslikan“.

Prilikom pravljenja filma, morate voditi računa o sledećem: crne oblasti moraju biti potpuno i ravnomerno crne, a tanke linije na crtežu kola ne smeju imati prekide. Pažljivo pregledajte film pod jakim, ravnomernim svetлом da biste proverili ima li nesavršenosti. Ponekad će biti dovoljno da blede crne oblasti zacrnite flomasterom.



Pozitivno ili negativno uslikan

Možda smo vas malo zbumili pominjanjem pozitiva i negativa u prethodnom odeljku. Najvažniji detalj iz čitave priče odnosi se na to da morate upotrebiti pravu vrstu bakarne prevlake sa fotorezistom ili odgovarajući foto-sprej za odabrani crtež kola. Fotorezist – bez obzira na to da li je već na ploči ili ga naknadno nanosite – omogućava preslikavanje izvornog crteža.

Većina crteža kola u časopisima i knjigama predstavljeni su kao pozitiv na kome su crni delovi oblasti sa zadržanim fotorezistom, dok su beli delovi nagrizeni rastvorom za nagrizanje.

Ako masku pravite kao filmski pozitiv, morate upotrebiti fotorezist za pozitive. Kada osvetlite ploču, tamni delovi crteža sprečavaju osvetljavanje površina ispod njih. U razvijaču, neosvetljeni delovi dobijaju tamnu patinu. Prilikom nagrizanja, ti delovi su netaknuti. Ostatak se uklanja nagrizanjem, jer bakar nema šta da štiti. Nasuprot tome, ako se koristi fotorezist za negativ, svetlost ne utiče na nezatanjene delove crteža. Koju god vrstu fotorezista upotrebljavali, postarajte se da odgovara izvornom crtežu, i dobićete ploču koja odgovara maski.



Možete kupiti fotorezist u spreju i sami poprskati po ploči. Takođe, možete kupiti ploče s nanetim slojem fotorezista, što je mnogo jednostavnije. Takve ploče se prodaju u crnim plastičnim kesama i skuplje su, ali uštedeće vam vreme.

Razvijač mora da odgovara tipu fotorezista. Obično se uz foto-sprej prodaje i odgovarajući razvijač. Pazite da ne upotrebite fotorezist za pozitiv, a razvijač za negativ, inače kolo na ploči neće ispasti kako treba.

Ogledalce, ogledalce moje na štampanoj ploči

Ima još jedna stvar na koju morate обратити pažnju: crtež kola morate preneti na ploču tako da bude ispravno orientisan. Ukoliko obrnete orientaciju, crtež će ispasti kao odraz u ogledalu, a ploča će biti neupotrebljiva. Kada se izmeni orientacija, veze integrisanih kola se obrću; u najboljem slučaju, vaše kolo neće raditi, a u najgorem – komponente će pregoreti. Razmislite malo o tome kako će se crtež kola preneti na bakarnu prevlaku i postarajte se da ga ne obrnete.

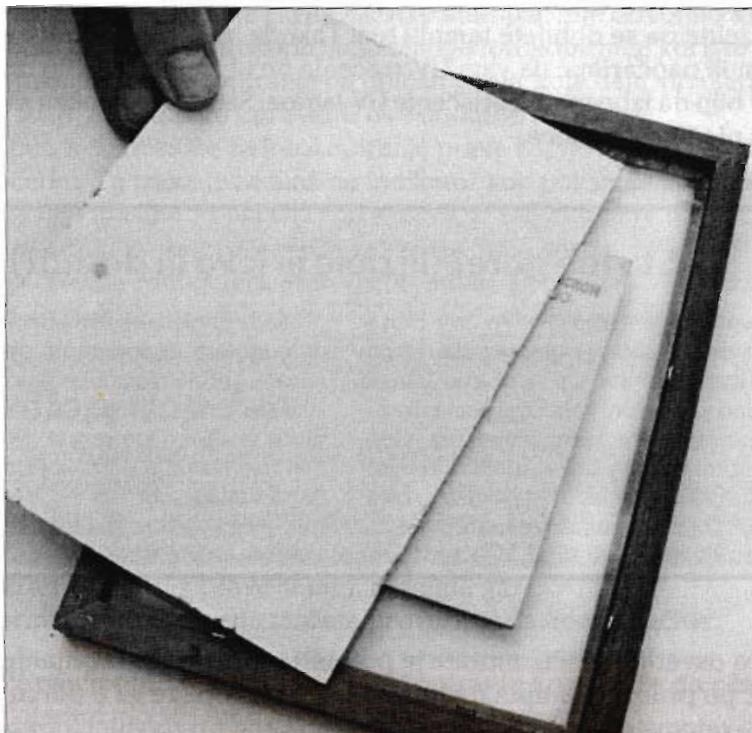
Pripremite štampanu ploču za nagrizanje

Pošto ste napravili masku i naneli sloj fotorezista (ili nabavili ploču sa bakarnom prevlakom i nanetim fotorezistom), spremni ste da napravite štampanu ploču.

Štampana ploča se pravi na sledeći način:

1. U zamraćenoj prostoriji (podsećamo vas da je ovo fotografски postupak, te morate raditi u mraku!), poprskajte foto-sprejom očišćenu bakarnu prevlaku.
2. Na ploču sa slojem fotorezista stavite film i postavite je u odgovarajući okvir za osvetljavanje, poput rama za slike (slika 12-4).

Ako želite da sve uradite sa stilom, možete kupiti odgovarajuću komoru za osvetljavanje, ali dobro će poslužiti i ram za slike.



Slika 12-4:
Ploču i film
držite u ramu za
slike prilikom
osvetljavanja.

3. Proverite orientaciju filma; obrnите ga, po potrebi.

Postaraјte se da ne obrnete film naopako, inače ćete nagrizanjem dobiti kolo koje predstavlja odraz željenog kola u ogledalu. Pravilno orijentisanje filma zahteva malo koncentracije, pa nemojte brzati.

4. Postavite negativ tako da je emulzija okrenuta ka bakarnoj prevlaci.
Tako se na ploči dobija oštrega slika.

Ne zaboravite da ćete možda morati da okrenete film (tako da emulzija bude spolja), ukoliko je crtež iz časopisa ili knjige obrnut. U nekim časopisima, crteži kola su prikazani kao odraz u ogledalu da bi se lakše reprodukovali prenošenjem tonera – tehnikom objašnjrenom nešto kasnije, u odeljku „Pravljenje štampane ploče prenošenjem tonera“.

Neka bude svetlost: osvetljavanje ploče i razvijanje

Ploču sa slojem fotorezista možete osvetliti na razne načine. Ako je napolju sunčano, izložite je ultraljubičastom zračenju. Osvetljavanje traje od nekoliko minuta do nešto više od petnaest minuta. Trajanje osvetljavanja zavisi od vrste fotorezista: pogledajte šta piše u pratećem uputstvu.

Trajanje osvetljavanja možete skratiti ako upotrebite lampu sa ultraljubičastim zračenjem za potamnjivanje tena. Da bi svetlost ravnomerno osvetljavala ploču, udaljite lampu oko pola metra. Ako je lampa previše blizu, ivice ploče biće u senci.

Kad koristite UV lampu, nemojte se previše izlagati njenom zračenju, sem ako ne želite da se dobijete tamniji ten! Takođe, zaštite oči odgovarajućom maskom ili naočarima, da vam UV zračenje ne bi trajno oštetilo mrežnjače. Najbolje bi bilo da izbegnete korišćenje UV lampe. Sačekajte sunčan dan i izadite sa svojom pločom na sunce.



Šta ide gore? (Ili dole ili levo ili desno?)

Ispravnost orientacije filma možete provjeriti na sledeći način: pogledajte plan rasporeda komponenata koji se obično štampa zajedno sa crtežom kola. Ovaj plan prikazuje položaj svake komponente na ploči. Zasenčeni delovi plana rasporeda komponenata prikazuju mesta lemnih tačaka i provodnih linija na unutrašnjoj strani ploče.

Sada pogledajte film i okrenite ga tako da odgovara rasporedu na planu komponenata. Većina ploča nije simetrična, pa je lako razlikovati desnu i levu stranu. Stavite ploču sa slojem fotorezista u ram za osvetljavanje. Na kraju, postavite film preko ploče (sleva nadesno).

Pošto osvetlite ploču, morate je potopiti u rastvor za razvijanje. Razblažite razvijač po priloženim uputstvima. Nakon toga, sipajte ga u plitku plastičnu kadicu – odgovarajuću posudu možete kupiti u prodavnici foto-opreme. Osvećenu ploču potopite u rastvarač; trajanje razvijanja zavisi od proizvodača – pogledajte preporuku u uputstvu.

Posle razvijanja, spremni ste za izlaganje ploče nagrizanju, što detaljno opisujemo u odeljku „Nagrizanje štampane ploče“ kasnije u ovom poglavlju.

Pravljenje štampane ploče prenošenjem tonera

Prethodno opisana fotografска metoda primenjuje se na bakarnu prevlaku sa slojem fotorezista, negativ (ili pozitiv) koja se izlaže ultraljubičastom zračenju. Sve u svemu, mnogo posla ako pravite veći broj ploča.

Ukoliko planirate da napravite samo jednu ili dve ploče na osnovu postojećeg, odštampog crteža kola, možda će vam odgovarati tehnika prenošenja tonera. Neophodna je samo čista folija i običan laserski štampač ili mašina za fotokopiranje.

Prilikom kopiranja (ili štampanja) crteža kola na foliju, na nju se nanosi crni toner. Naneti toner prenosi se s folije na bakarnu prevlaku pomoću obične pegle. Toner je veoma otporan na rastvor za nagrizanje kojim uklanjate neželjene bakarne površine na ploči. Metoda je možda daleko od visoke tehnologije, ali je veoma delotvorna.

Premda je obična providna folija sasvim dovoljna za prenos tonera, bolje rezultate ostvarice ako upotrebite foliju ili film koji se prave posebno za tu namenu. U dodatku na kraju knjige naveli smo nekoliko resursa na Webu preko kojih možete nabaviti specijalne filmove za pravljenje štampanih ploča.

Štampač ili mašina za fotokopiranje moraju biti u odličnom stanju, inače će šema na foliji ispasti siva i zrnasta. Ako štampač nije dovoljno kvalitetan, odnesite šemu u obližnju fotokopirnicu. Mnoge fotokopirnice koriste brze, savremene mašine za fotokopiranje na običan papir, koje daju savršeno crne slike na čistoj foliji. Rezultat će opravdati ove dodatne troškove.

Usput, neke mašine za fotokopiranje prave kopije na folijama s belom trakom na početku. Ta traka je za mašinu indikator koji pokazuje kada folija dospeva u osjetljiv deo mašine. Folija bez trake može se zaglaviti. Pre nego što kupite kutiju folija za fotokopiranje, proverite kakav tip folija koristi vaša mašina za fotokopiranje. Većina radnji neće vam vratiti novac za otvoreno pakovanje (neodgovarajućih) folija.

Flip-flop, flop-flip

Kao i pri fotografском postupku (opisanom u odeljku „Pravljenje štampane ploče fotografskim postupkom“ ranije u ovom poglavlju), morate se postarat da šema na ploči bude pravilno orientisana. Mora biti okrenuta tako da se tumači sleva nadesno. Ukoliko je izvorni crtež kola iz knjige ili časopisa obrnut (prikazan kao odraz prave šeme), okrenite ga.

Ispravnost orientacije možete proveriti na sledeće načine:

- ✓ **Pomoću obične mašine za fotokopiranje koja može da obrne prikaz.**
Pojedini modeli ovih mašina imaju tu mogućnost.
- ✓ **Napravite kopiju izvornog crteža na foliji za prenos tonera, potom je okrenite da biste napravili drugu kopiju.** Iza folije postavite beli papir kao čistu pozadinu. Ova tehnika nije idealna, ali je delotvorna.

Orientaciju šeme možete saznati gledajući tekst na štampanoj ploči. Prikaz je orijentisan sleva nadesno, ukoliko se tekst normalno čita. Ako se tekst čita otpozadi, orijentacija je zdesna nalevo.

Kvalitetna kopija

Pošto kopirate šemu na foliju, potražite bleđe površine ili delove na koje toner nije nanet ravnomerno. Lagano ih dodirnite mekanom maramicom kako biste se uverili da se toner ne razmazuje. Neke mašine za fotokopiranje loše nanose toner na folije. Ako vaša mašina ne utiskuje dobro toner na foliju, probajte neki drugi model koji radi na višoj temperaturi.

Ukoliko šema dobro izgleda, pokrijte foliju praznim listom papira da biste je zaštitili. Ako slučajno zagrebete sloj tonera s folije, možete napraviti prekid u strujnom kolu na završenoj štampanoj ploči.

Prenos crteža kola na bakarnu prevlaku

Posle koraka iz prethodna dva odeljka, spremni ste da prenesete toner sa folije na bakarnu prevlaku štampane ploče.

Pripremite ploču na sledeći način:

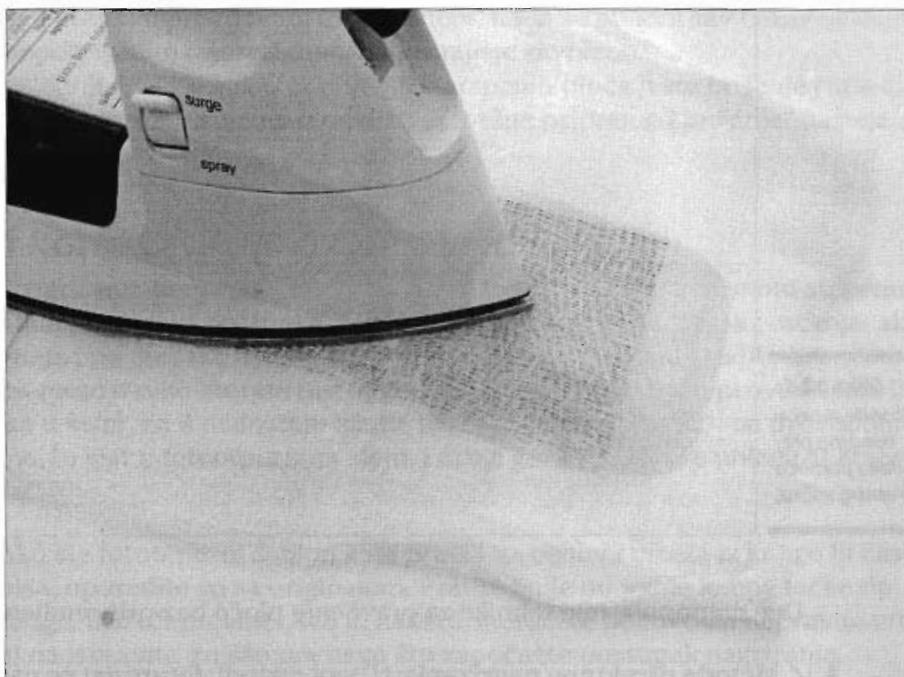
- 1. Temeljno očistite ploču kuhinjskim sredstvom za čišćenje u prahu i sunderom. Posle čišćenja, nemojte dodirivati bakar. Ploču smete hvatati samo za ivice.**
Proverite da nema nikakvih tragova ulja ili prašine na ploči. Bakarni sloj mora da bude čist i sjajan.
- 2. Stavite štampanu ploču na dasku za peglanje, s bakarnom stranom okrenutom nagore.**
- 3. Obrežite foliju tako da ne bude veća od ploče.**
- 4. Pažljivo postavite foliju na ploču tako da je strana s nanetim tonerom okrenuta prema ploči.**
- 5. Lepljivom trakom učvrstite foliju za ploču, ali nemojte lepiti preko površina sa tonerom.**
- 6. Stavite nekoliko slojeva gaze ili pamučnu tkaninu preko štampane ploče i folije. Možete upotrebiti i obične, bele papirne ubruse.**

Došao je trenutak da prenesete crtež kola na ploču. Ako koristite posebne folije za štampane ploče, pročitajte priložena uputstva.

Ukoliko upotrebljavate običnu providnu foliju, preporučujemo da pratite naredne korake:

- 1. Podesite temperaturu pegle za pamuk (srednje toplo).**
- 2. Kada se pegla ugreje, stavite je na ploču. Pomerajte je napred-nazad sporim, ujednačenim pokretima, kao da peglate svoju omiljenu košulju.**
Pazite da pri tome salveta ili tkanina budu ravne, bez nabora.
- 3. Pritisnite peglu i držite je tako od 15 do 20 sekundi (slika 12-5).**
- 4. Sačekajte od 10 do 15 sekundi, potom nežno sklonite tkaninu.**
- 5. Pažljivo odlepite jedan ugao folije da proverite da li se toner preneo na bakar.**
- 6. Ukoliko se toner nije sasvim preneo na bakar, vratite foliju i zadržite peglu na ploči još petnaestak sekundi.**

Eksperimentišite malo da biste odredili koliko dugo valja „peglati“ da bi se toner potpuno preneo. Možda će biti dovoljno samo 15 sekundi, možda čitav minut. Ne pokušavajte da ubrzate stvari povećavajući temperaturu pegle – tako ćete omekšati i raširiti foliju, pa se šema neće ispravno preneti na ploču.



Slika 12-5:
Upotrebite
peglu da biste
preneli toner sa
folije na bakar-
nu prevlaku.

Proverite kvalitet svog rada!

Pošto ste preneli toner, sačekajte da se folija ohladi. Ako je previše vruća na dodir, ostavite je minut ili dva, potom je pažljivo sklonite i bacite – nećete moći ponovo da je upotrebite.

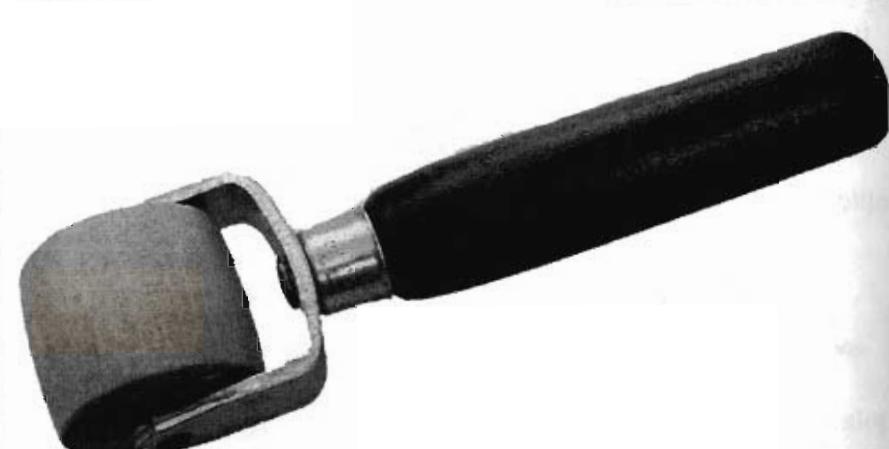
Pažljivo pregledajte šemu na bakarnoj prevlaci. Toner bi trebalo da je nanet sa tek nekoliko (ili bez ikakvih) propusta. Upotrebite luku (s trostrukim ili četvorostrukim uvećanjem). Ako nadete rupice, popunite ih preciznim otpornim flomasterom koji možete naći u skoro svim prodavnicama elektroopreme, ili flomasterom marke Sharpie® (ili Edding; prim. prev.). Oni sadrže crno mastilo otporno na rastvor za nagrizanje.

Možda će vam za utiskivanje tonera na bakarnu prevlaku od pomoći biti mali drveni ili gumeni valjak. Pritiskanjem valjka pospešiće prianjanje tonera za bakar. Preporučujemo valjak za lepljenje ivica tapeta, poput onog na slici 12-6. Valjak mora da se kotrlja bez kočenja, inače ćete oštetiti crtež kola.

Ploča je spremna za nagrizanje – postupak smo opisali u odeljku „Nagrizanje štampane ploče“ kasnije u ovom poglavlju.

Kako da sami napravite crtež kola

Ne možete naći odgovarajući crtež kola za svoju ploču? Verovatno će vas obradovati to što štampanu ploču možete napraviti i od početka – bez gotovog crteža.



Slika 12-6:
Utišnite toner u
bakarnu pre-
vlaku pomoću
drvenog valjka.

Dve najpopularnije tehnike za pravljenje ploče bez pripremljene šeme su:

- ✓ **Metoda direktnog nagrizanja:** U ovoj metodi, fotorezist se nanosi direktno na bakarnu prevlaku. Kompleti za suvo direktno prenošenje, poput onih koje proizvodi Datak, sadrže lemne tačke za integrisana kola i druge komponente namotaje tanke crne trake za provodne linije. U dodatku ćete naći spisak Web lokacija na kojima se prodaju kompleti za suvi prenos. Fotorezist možete nanositi kao što se slova nanose letrasetom. Metoda direktnog nagrizanja je pogodna ako pravite samo jednu ploču.
- ✓ **Iscrtavanje šeme:** IsCRTajte šemu na računaru, flomasterom ili na neki drugi način, i iskoristite je kao matricu za jednu ili više ploča. *Matrica* (engl. *master*) u suštini je pozitiv ili negativ na filmu, a pomoću nje osvetljavate bakarnu površinu sa fotorezistom. Možete kupiti ploču sa fotorezistom, ili ga sami nanesite četkicom ili raspršivanjem. Za osvetljavanje se obično koristi jak izvor UV zračenja, poput lampi za sunčanje.

Nagrizanje štampane ploče

Kada formirate šablon pomoću fotorezista na ploči (postupak koji smo opisali ranije u odeljku „Kako da sami napravite crtež kola“), obavili ste samo trećinu posla. Naredni korak je uklanjanje nepotrebne bakarne prevlake tako što se ploča izloži nagrizanju. Preostale bakarne površine oblikuju štampano kolo koje je suština vašeg projekta.

Ploča se nagriza rastvorom za nagrizanje, kaustičnom hemikalijom (što znači da vas može opeći) koja rastvara bakar. Ne bojte se, to nije nikakva kiselina koja u horor-filmovima topi sve pred sobom; rastvor za nagrizanje neće uništiti bakar na kontaktima. Nagrizanje obično traje nekoliko minuta. Rastvor neće nauditi

bakarnoj površini prekrivenoj fotorezistom. Kada se otkloni sav bakar na delovima nepokrivenim fotorezistom, nagrizanje je završeno.

(Poslednji, treći korak u pravljenju štampanih ploča jeste bušenje rupa za komponente, što opisujemo u odeljku „Završne pripreme i bušenje“ kasnije u ovom poglavlju.)

Prvi korak: pregledajte ploču

Posle nagrizanja nema predomišljanja. Pre toga, možete u izvesnom stepenu menjati ili ponavljati postupke. Ali kada počne nagrizanje, nema vraćanja: ako posle toga ima grešaka u kolu, verovatno ćete morati sve da radite iz početka.

Zato neizostavno morate pre nagrizanja pregledati ploču i proveriti ima li grešaka u šemi, da li nedostaju lemne tačke i postoje li prekidi na provodnim linijama, to jest u fotootpornom sloju, i drugi gremlini koji će pokvariti krajnji rezultat:

- ✓ Ako ste fotootporni šablon kola pravili na osnovu crteža iz knjige ili časopisa, uporedite ga sa originalom. Pratite linije od jedne lemne tačke do druge, tražeći prekide. Ako ih nadete, moraćete ponovo da napravite crtež ili da ispravite greške pre nego što započnete postupak nagrizanja.
- ✓ Ukoliko ste fotootporni šablon pravili sami, ili metodom direktnog nagrizanja, pažljivo ga pregledajte i uporedite sa šemom ili crtežom kola. Lemne tačke i provodne linije ne smeju biti previše blizu. Moraju biti udaljene najmanje 0,8 mm, ali veća razdaljina je bolja.

Popравke na ploči posle nagrizanja – ukoliko su moguće – dugotrajan su i neprijatan posao.



Čišćenje ploče – pažljivo, molim!

Pošto ste pregledali ploču, natopite parče vate izopropil-alkoholom i pažljivo je očistite. Ne preterujte sa alkoholom, jer neki tipovi fotorezista mogu da se rasštore ili da se deformišu u dodiru sa alkoholom. Posle nanošenja alkohola, ploča se mora potpuno osušiti da bi mogla da se potopi u rastvor za nagrizanje.

Koristite izopropil-alkohol s minimalnim procentom vode. Izopropil-alkohol opšte namene ima od 30 do 40 posto vode. Što je veći sadržaj vode, verovatnije je da će voda štetno delovati na fotorezist. Potražite takozvani tehnički izopropil-alkohol u radnjama sa hemijskim preparatima i kod dobavljača laboratorijske opreme.



Nedoumice o nagrizanju

Nagrizanje može biti opasno – ne samo po vaše zdravlje, već i za odeću. Većina sredstava za nagrizanje – u tečnom ili praškastom stanju – otrovna su i izrazito kaustična. Sredstvo za nagrizanje ne bi smelo da dode u kontakt s vašom kožom ili odećom. Ukoliko dospe na vaše prste ili ruke, odmah ga isperite.

Vrste sredstava za nagrizanje

Najpopularnije sredstvo za nagrizanje koje se koristi za izradu štampanih ploča verovatno je feri-hlorid. Prodaje se u tečnom stanju, u obliku paste ili u obliku praha. U tečnom stanju, obično je već rastvoren i spreman za upotrebu. Pasta ili prah moraju se prvo rastvoriti u vodi. Preporučujemo koncentrovanо sredstvo, jer ga možete mešati s toploм vodom. Što je voda toplija, nagrizanje je

brže. (Ali ne sme da prelazi 57 stepeni Celzijusa, inače sredstvo za nagrizanje može da proključa i da vas celog isprska.)

Sve popularnije sredstvo za nagrizanje je amonijum-persulfat. Dostupan je kao tečnost i u kristalima. Upućenja lica smatraju amonijum-persulfat bezbednijim od feri-hlorida, iako su oba sredstva otrovna. Koje god sredstvo koristili, budite oprezni.

Pošto sredstvo za nagrizanje ostavlja fleke na koži i odeći, nemojte nositi svoje najbolje odelo prilikom nagrizanja. Obucite radnički kombinezon ili farmerke koje ne volite, i stare cipele. Takođe, zaštite oči da vas sredstvo za nagrizanje ne povredi ako slučajno prsne.

Nosite rukavice da biste zaštitali ruke od opeketina i fleka. Odaberite rukavice koje vas ne ometaju u radu. (To znači: nemojte nositi grube rukavice za baštenske poslove.) Preporučujemo plastične rukavice ili rukavice od lateksa za jednokratnu upotrebu.

Duže udisanje para sredstva za nagrizanje može vam naneti ozbiljne povrede, tako da ploče moraju da se izlažu nagrizanju u prostoriji s dobrom ventilacijom. Svi rastvori za nagrizanje isparavaju i mogu povrediti osetljivu sluzokožu nosa i grla. Posledice se ne moraju odmah primetiti. Možete izložiti nagrizanju jednu ili dve ploče, nesvesni ispareња. Ali sat ili dva kasnije, osetićete intenzivno žarenje u nosu i grlu koje može da potraje i nekoliko dana.

Neiskorišćeni rastvor za nagrizanje čuvajte na suvom, hladnom i mračnom mestu, u tamnoj plastičnoj boci za hemikalije koje koriste fotografi. Jasno naznačite na nalepnici boce kakav je njen sadržaj i držite je dalje od dece.



Razblaživanje ili rastvaranje sredstva za nagrizanje

Ako se posle prethodnog odeljka niste uplašili i odlučili da nemate posla sa sredstvom za nagrizanje, pročitajte naredni odeljak o razblaživanju ili rastvaranju tog sredstva, namenjen ambicioznim naučnicima.

Sredstva za nagrizanje – feri-hlorid ili amonijum-persulfat – prodaju se u tri oblike:

- ✓ tečnom, nekoncentrovanom
- ✓ tečnom, koncentrovanom
- ✓ u prahu (ponekad kao pasta)

O kadama i štipaljkama

Bez obzira na vrstu rastvora za nagrizanje, morate ga sipati u plastične posude. Izbegavajte metal, jer reaguje sa sredstvom za nagrizanje. Poklopac ili bilo koji unutrašnji deo posude takođe ne smeju da budu od metala.

Određene vrste sredstava za nagrizanje meštate s topлом vodom. Dok meštate rastvor, sredstvo za nagrizanje se dodatno zاغрева usled hemijske reakcije; zato koristite plastične posude koje su otporne na veoma vruću tečnost. Idealan izbor su kadice za razvijanje fotografija. U svakom slučaju,

proverite kako posuda reaguje na vruću vodu, pre nego što je uporebite. Napunite je vrućom vodom (od 65 do 85 stepeni Celzijusa). Posuda ne sme omešati ili se istopiti.

Za najbolje rezultate, posuda bi na dnu trebalo da ima rebra ili nabore. Takva tekstura omogućava da se rastvor za nagrizanje slobodno kreće ispod ploče koja se izlaže nagrizanju. Osim toga, potrebna vam je plastična štipaljka za rukovanje pločom. Ne dirajte je prstima! Štipaljke možete kupiti u prodavnicama fotografске ili slikarske opreme.

Tečno, nekoncentrovano sredstvo za nagrizanje prodaje se u plastičnoj boci i spremno je za upotrebu. Dovoljno je da otvorite bocu, sipate rastvor u plastičnu (nikako metalnu) posudu i možete da radite.

Nekoncentrovano tečno sredstvo za nagrizanje možete koristiti za više ploča, zavisno od njihove veličine. Što je veća površina ploče, nagrizanje je slabije.

Na primer, ako je ploča dimenzija 10×15 cm i jednostrana, površina bakarne prevlake je 150 kvadratnih centimetara. Pročitajte preporuke za upotrebu na boci sredstva za nagrizanje. Prepostavimo da dato sredstvo može da nagrize do 320 kvadratnih centimetara. Zaključujemo da ćete za ovu ploču morati da upotrebite oko pola boce. Ako sipate manje, sredstvo će biti manje efikasno.

Veličina i broj ploča koje pravite određuju koliko će vam sredstvo za nagrizanje trajati. Slabije sredstvo može biti dovoljno za samo jednu ploču površine 5×10 cm, dok ćete jača sredstva moći da iskoristite za više velikih ploča. Slabija sredstva za nagrizanje produžavaju vreme nagrizanja, a mogu i napraviti prekide u šemi.

Evo nekoliko saveta za rastvaranje i upotrebu sredstava za nagrizanje štampanih ploča:

- ✓ Koncentrovano sredstvo za nagrizanje morate pre upotrebe razblažiti. Najbolje rezultate dobijete ako sredstvo razblažite vrućom vodom, koja pospešuje nagrizanje. Uobičajeni odnosi za razblaživanje su 2:1, 3:1 i 4:1. Što je odnos veći, koncentrat duže traje. Morate naraviti kompromis između štedljivosti i nestrpljenja – slabiji rastvori sporije uklanjuju bakar.
- ✓ Sredstvo za nagrizanje u prahu (ili u obliku paste) morate pre upotrebe rastvoriti. Jeden paket praha obično odgovara jednoj ili dvema četvrtinama nekoncentrovanog sredstva za nagrizanje. Prah možete prvo pomešati s manjom količinom vode, a potom takvu mešavinu razblažiti pre upotrebe.



Pošto ste spremni za nagrivanje...

Budući da ste završili pripreme opisane u prethodnim odeljcima, možete da izložite ploču nagrivanju.

Ploča se nagriva na sledeći način:

- 1. Sipajte rastvor za nagrivanje u plastičnu posudu, pazeci da se ne prospe ili da vas ne isprska.**
Sipajte dovoljno rastvora da visina tečnosti u posudi iznosi barem 4 mm (preporučujemo 8 mm).
- 2. Potopite ploču u posudu i nagnjite posudu napred-nazad.**
- 3. Neka ploča odstoji u tečnosti od 10 do 30 minuta (zavisno od tipa i jačine rastvora) ili dok rastvor ne ukloni sav neželjeni bakar. Sve vreme pažljivo nagnjite posudu napred-nazad!**
- 4. Plastičnim ili drvenim štipaljkama povremeno izdignite ploču da biste proverili kako napreduje nagrivanje.**

Sredstvo za nagrivanje uklanja bakar, počev od ivica i oblasti bližih maski. Velike bakarne površine možda će potpuno nestati tek za dva do tri puta duže vreme. Nagrivanje takvih oblasti možda ćete morati dodatno da podstaknete tako što ćete promešati sredstvo za nagrivanje ali pazite da ne preterate, jer tako možete oštetiti bakar ispod maske fotorezista.

Sredstvo za nagrivanje, odlazi!

Razblaženo sredstvo za nagrivanje namenjeno amaterima (hobistima), obično ne može naročito naškoditi sudoperi i odvodima, ali je otrovno i zagađuje okolinu. Iskorisćeni rastvor odnesite na mesto za odlaganje hemijskog otpada. Ako živate bli-

zu pogona za proizvodnju elektronske opreme, možda ćete moći da se dogovorite sa osobljem da uzmu vaš hemijski otpad. Oni imaju načina da izdvoje bakar iz upotrebljenog rastvora za nagrivanje, te vam možda neće ni naplatiti svoje usluge.

Završne pripreme i bušenje

Ako ste izvršili sve prethodne korake, skoro da ste završili svoju prvu štampanu ploču. Ali, pre nego što triumfalno odete na spavanje posle teškog, ali uspešnog posla, morate se još malo pomučiti: čekaju vas završne pripreme i bušenje štampane ploče.

Sredstvo za nagrivanje obavilo je posao ako se na ploči ne vide bakarne površine. Pod pretpostavkom da je nagrivanje bilo valjano, bakar pod maskom trebalo bi da je očuvan. Na ploči su preostale samo crne površine provodnih linija i lemnih tačaka, pa morate da se bacite na čišćenje. Posle nagrivanja, držite ploču pod mlazom hladne vode od 15 do 20 sekundi. Obavezno isperite ostatke sredstva za nagrivanje sa obe strane ploče.

Pošto se očistili ploču, pripremićete je i izbušiti na sledeći način:

1. Uklonite fotorezist acetonom ili temeljno oribajte ploču četkom sa nemetalnim vlaknima i sredstvom za čišćenje.

Posle uklanjanja fotorezista, bakarna površina trebalo bi da bude svetla i sjajna, bez ogrebotina.

2. Ako utvrdite da su, usled preteranog nagrizanja, prekinute neke provodne linije, spojite ih tako što ćete preko mesta prekida zalemiti parče žice ili zlepiti bakarnu traku.

Postoje razne vrste bakarnih traka i žica za pravljenje ili popravljanje štampanih ploča. U dodatku smo naveli nekoliko Web lokacija sa proizvodima za pravljenje štampanih ploča. Bakarni delovi imaju lepljavu podlogu pomoću koje ih možete pričvrstiti za ploču.

3. Izbušite ploču pomoću male bušilice prečnika 1 ili 2 mm; preporučujemo manji prečnik za rupe za podnožja integrisanih kola, male otpornike i kondenzatore.

Takođe, preporučujemo mali držač za bušilice, ili stonu bušilicu poput one na slici 12-7, ili presu za bušenje. Najbolje će biti ako je tek mali deo burgije izvučen – ukoliko je samo pola centimetra ili centimetar burgije izvan tela bušilice, manja je verovatnoća da će se slomiti ili deformisati. Ako ne znate da koristite bušilicu ili presu za bušenje, pročitajte uputstvo koje ste dobili uz nju!



Slika 12-7:
Bušilicom
napravite rupe
na štampanoj
ploči.

4. Postavite bušilicu direktno iznad rupe na lemnoj tački. Ukoliko lemlna tačka za neku komponentu nema rupu, bušite u centru tačke.

Većina komponenata ne zahteva precizno bušenje, ali za pojedine komponente – posebno za integrisana kola – morate izbušiti rupu najviše pola milimetra od odgovarajućeg mesta. Ukoliko bušilica pomalo klizi dok pokušavate da probušite bakarni sloj, blagim udarom napravite na površini sloja metu koja će označavati pravo mesto za bušenje rupe.

5. Posle bušenja, pregledajte da li je površina oko rupe hrapava – ako jeste, uglačajte je šmirglom ili finom čeličnom vunom.

6. Proverite da li na poledini ploče ima pukotina ili zacepljenih delova – uklonite ih i išmirglajte neravnine.



Bušite od strane s bakarnom prevlakom prema poledini. Rascepljivanje i pucanje poledine sprečićete ako ispod ploče postavite šper-ploču, ali pazite da ne bude previše tvrda, jer će lako istupiti vrh burgije.

Na kraju, operite ploču da biste uklonili parчићe bakra, podloge, drveta, čelične vune i druge neželjene delove. Temeljno očistite bakarnu prevlaku grubljim sunderom, ali nemojte koristiti metalnu žicu za ribanje.

Sada ste spremni da zavarite komponente na štampanu ploču iz domaće radinosti. (Lemljenje smo detaljnije opisali u poglavљu 8.) Ako ne planirate da koristite ploču izvesno vreme, odložite je u plastičnu kesicu, na bezbedno mesto na kome se neće isprljati.

Neka drugi prave umesto vas

A šta ako ne želite da prijate ruke praveći štampane ploče metodama koje smo opisali u prethodnim odeljcima, a ipak hoćete to kolo na ploči? Pronadite firmu koja živi od proizvodnje ploča – oni će napraviti te dve, tri ploče (ili stotine ploča) za vas.

Postali ste projektant ploča

Da bi proizvodač napravio ploču za vas, morate prvo napraviti njenu šemu, tj. crtež kola. To možete uraditi pomoću Computer Aided Design (CAD) programâ, o kojima detaljnije govorimo u odeljku „Izrada crteža kola pomoću CAD programa“ kasnije u ovom poglavljju. CAD program omogućava da pravite datoteke s podacima (tako zvane Gerber datoteke), koje šaljete proizvodaču štampanih ploča. Na osnovu njih, proizvodač pravi predračun, i ako ste zadovoljni cenom, pravi ploču.

Za projektovanje štampanih ploča postoje brojna pravila – baš kao i za toliko drugih stvari u životu. Pre nego što napravite Gerber datoteke, proučite pravila za projektovanje koja je propisao proizvodač. Ukoliko se pridržavate pravila projektovanja, štampana ploča neće sadržati elemente koje oprema i tehnika

proizvodača ne podržavaju. Proizvodač proverava da li su vaše datoteke uskladene s pravilima projektovanja. Većina proizvodača verovatno se neće upuštati u proizvodnju dok ne ispravite sve greške u pravilima projektovanja.

Osnovna pravila projektovanja zahtevaju da održite određenu minimalnu:

- ✓ širinu provodnih linija
- ✓ udaljenost između provodnih linija
- ✓ udaljenost između provodne linije i ivice ploče
- ✓ veličinu lemne tačke



Prethodni spisak nije potpun; pronadite na Web lokaciji proizvodača sva pravila za projektovanje.

Upozorenje: pojedini proizvodači štampanih ploča nude jeftinije ploče proizvedene bez sito-štampe i stavljanja maske za lemljenje. Sito-štampom se na ploču nanose odredene numeričke i slovne oznake – na primer, da bi se označila rupa za koju bi trebalo da zalemite otpornik R3. *Maska za lemljenje* je zeleni film koji štiti provodne linije na ploči ako slučajno nanesete tinol na neplanirano mesto. Preporučujemo da ploče pravite sa oznakama i maskom za lemljenje: ovakva dodatna zaštita i preglednost vrede to malo novca.

Štampane ploče: svi ih prave (ali, hoće li ih napraviti za vas?)

Mnoge firme proizvode štampane ploče – ali, neće sve pristati da po pristojnoj ceni naprave mali broj ploča za elektroničara entuzijastu.

U ovom odeljku predstavljamo nekoliko proizvodača koji rade i to, ali predlažemo da uporedite cene kada se odlučite da ih angažujete. Pomoću omiljenog Web pretraživača potražite proizvodače štampanih ploča i uporedite cene na Web lokacijama koje su rezultat pretrage.

Kod nas, profesionalnom izradom štampanih ploča bave se firme Sobel u Beogradu i Ei-PCB Factory u Nišu. Za izradu manjih serija obratite se preduzeću Konelek u Beogradu.

Preporučujemo da pregledate ponude naredna tri proizvodača:

- ✓ **Olimex:** Olimex (www.olimex.com) nudi jeftine ploče, nalazi se u Bugarskoj, a njihov distributer kod nas je firma Comet Electronics.
- ✓ **AP Circuits:** Ako vam više odgovara proizvodač iz Amerike, pogledajte ponudu kompanije AP Circuits (www.apcircuits.com). Premda nisu jeftini kao Olimex, cene su im prihvatljive.
- ✓ **Advanced Circuits:** Ako studirate na američkom koledžu, odgovaraće vam kompanija Advanced Circuits (www.4pcb.com). Omogućavaju studentima da jednu ploču poruče po istoj ceni koju bismo mi ostali platili po ploči kada bismo naručili tri ploče. Ko kaže da se škola ne isplati?

Napravite šemu pomoću CAD programâ

Šemu možete napraviti pomoću programâ za kompjutersko projektovanje (engl. *Computer Aided Design*). Ovi programi sadrže biblioteke simbola za standardne komponente i šablone i alatke za crtanje. Koisteći njih, svoje ideje lakše pretvarate u uredne crteže.

Možete kupiti moćne CAD programe za nekoliko stotina ili hiljada dolara (i iskoristiti ih u potpunosti samo ako ste raketni inženjer); ili, možete preuzeti s Weba besplatne ili šerver CAD programe. Neki od njih se zaista lako koriste. U polje pretraživača Google unesite odrednicu „CAD software for PCB design“ i dobićete veze do nekoliko softverskih paketa.

Preporučujemo program Eagle Light kompanije CadSoft. Možete ga besplatno preuzeti s Web lokacije www.cadsoft.de.

Šta možete da uradite u CAD programu Eagle Light

Naravno, besplatne stvari imaju svoju cenu: besplatna verzija programa Eagle Light ima neka ograničenja. Ne možete crtati modele ploča dimenzija većih od 10×8 cm ili model ploče s više od dva sloja. Ukoliko vas to sprečava da napravite ploču kakvu želite, moraćete da kupite potpunu verziju programa (oko 200 dolara za standardnu verziju, odnosno 400 dolara za profesionalnu verziju).

Pomoću programa Eagle Light možete napraviti crteže ploče i datoteke s podacima. Te Gerber datoteke sadrže neophodne podatke prema kojima proizvođači izrađuju štampanu ploču. Takođe, možete nacrtati šemu ploče i iskoristiti je da sami napravite ploču pomoću neke od prethodno opisanih metoda.

Kako projektovati ploču

Predlažemo da pročitate uputstvo za program Eagle Light na Web lokaciji kompanije CadSoft (www.cadsoft.de) i da uradite sledeću stvar koja baš i ne ulazi u domen visokih tehnologija: odštampajte stranicu uputstva s pregledom funkcija alatki i zlepite je kraj monitora. Uputstvo je – zajedno s primerom šeme i crtežima ploče koje ste dobili prilikom preuzimanja – dovoljno da počnete da pravite sopstvene crteže štampanih ploča i datoteke.

Nećemo vas zavaravati: možda ćete napraviti nekoliko grešaka pre nego što naučite da koristite program na pravi način. Ali, ne odustajte i uskoro ćete postati majstor za Eagle Light.

Da biste stekli predstavu o tome šta možete uraditi sa CAD programom, navodimo ključne postupke u radu sa programom Eagle Light:

1. Unesite kolo u CAD program.

Unošenje koła u program podrazumeva postavljanje simbola svih komponenta iz kola u šemu na ekranu, potom crtanje linija koje predstavljaju žice između odgovarajućih izvoda, postavljanje spojeva na predvidena mesta i pridruživanje oznake +V i simbola uzemljenja odgovarajućim izvodima.

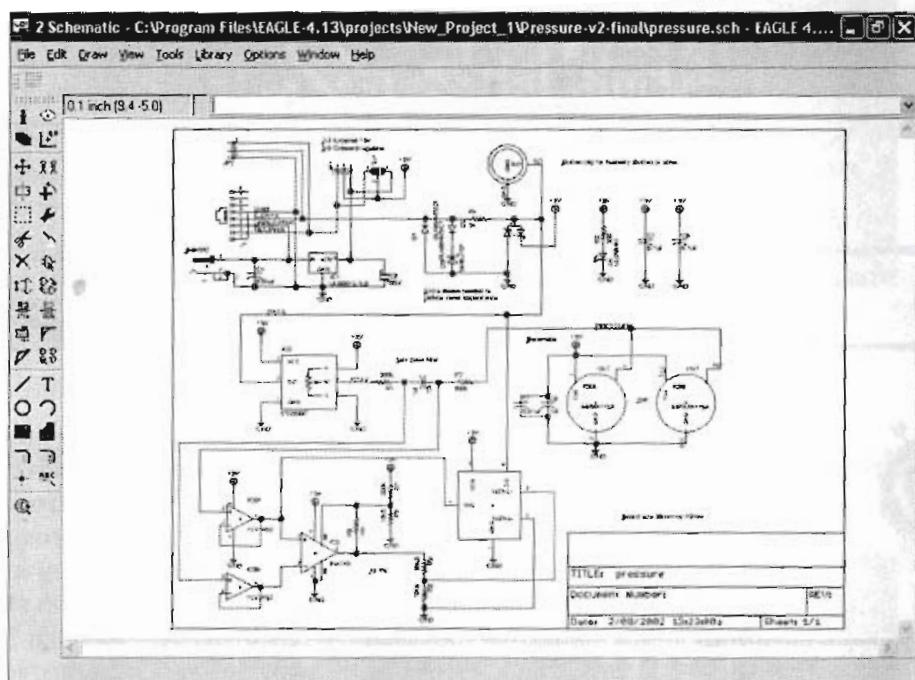


2. Nakon toga, pristiskom na dugme alatke ERC, pokrećete automatsku proveru elektronskih pravila.

U ovom postupku otkrivate probleme koje ste prevideli, poput izostavljanja simbola za uzemljenje uz odgovarajući izvod integrisanog kola.

3. Ispravite greške i ponovo proverite elektronska pravila.

Na slici 12-8 prikazana je šema nacrtana u programu Eagle Light. (Moramo pomenuti da su crteži iz ovog odeljka preuzeti iz projekta barometra Filipa Gledstona.)



Slika 12-8:
Šema nacrtana
u programu
Eagle Light.

Slika 12-8 prikazuje kompletну šemu, pa je teško videti detalje. Uvećani deo šeme, sa raspoznatljivim detaljima, prikazan je na slici 12-9.

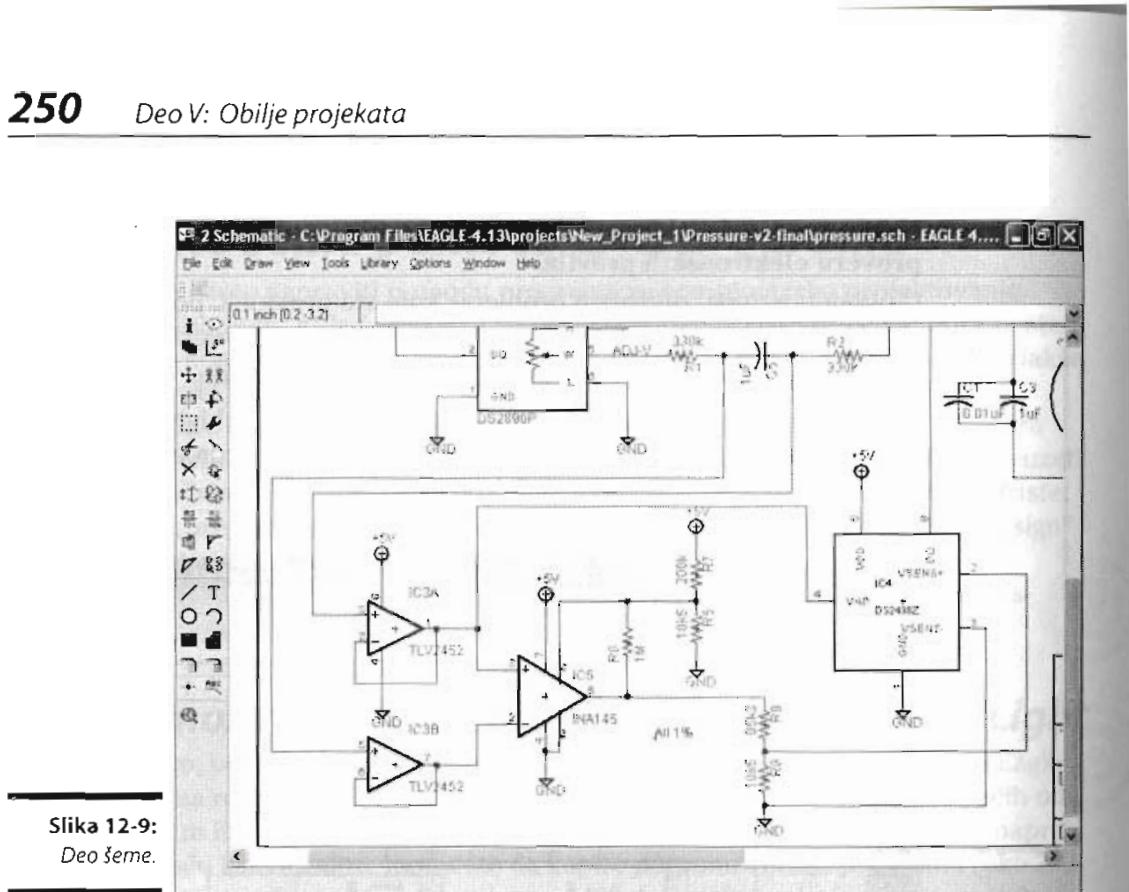
Pošto ispravite greške, počnite proces generisanja crteža (to će biti crtež koji će postati kolo na vašoj štampanoj ploči):

1. Pritisnite dugme alatke Switch To Board.

Eagle Light otvara prozor ploče sa simbolima za svaku komponentu koju ste naveli u šemi.

2. Pritisnite i prevlačite simbole do odgovarajućih položaja na šemi.

3. Pritisnite dugme Autorouter; program iscrtava provodne linije koje odgovaraju vezama nacrtanim na šemi.



Slika 12-9:
Deo šeme.



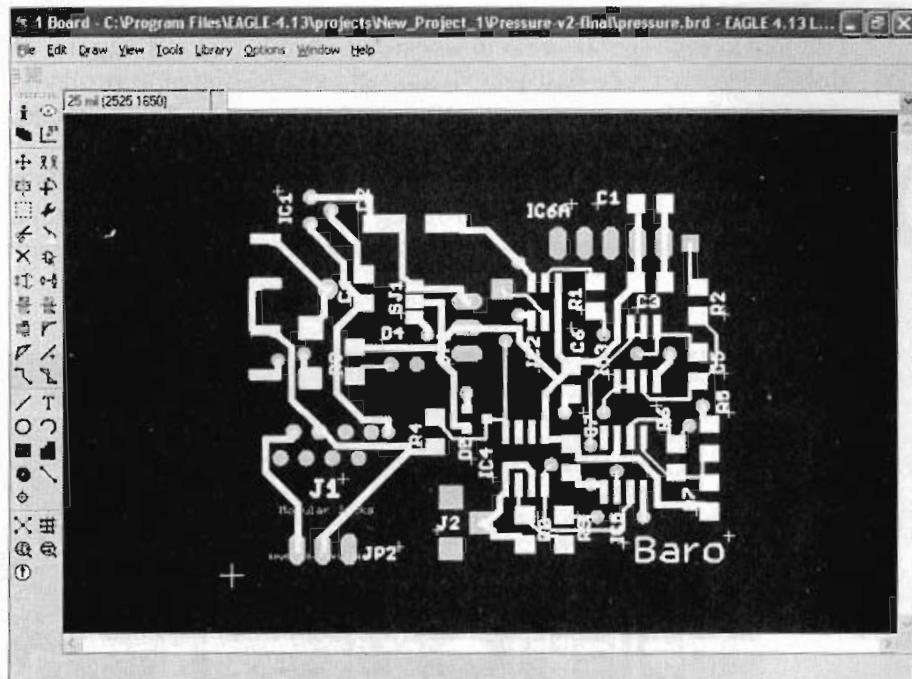
Ukoliko alatka Autorouter ne može da unese sve provodne linije, pomerite malo neke komponente i ponovo pokrenite Autorouter. Na primer, Autorouter možda neće pravilno pozicionirati komponente koje su preblizu. Ako ni drugi pokušaj ne uspe, možda ćete morati ručno da unesete neke provodne linije.

Slika 12-10 prikazuje crtež kola sa provodnim linijama, lemnim tačkama, međuslojnim prelazima (koji spajaju provodne linije iz različitih slojeva) i brojem komponenata za gornji sloj ploče, na osnovu šeme sa slike 12-8.

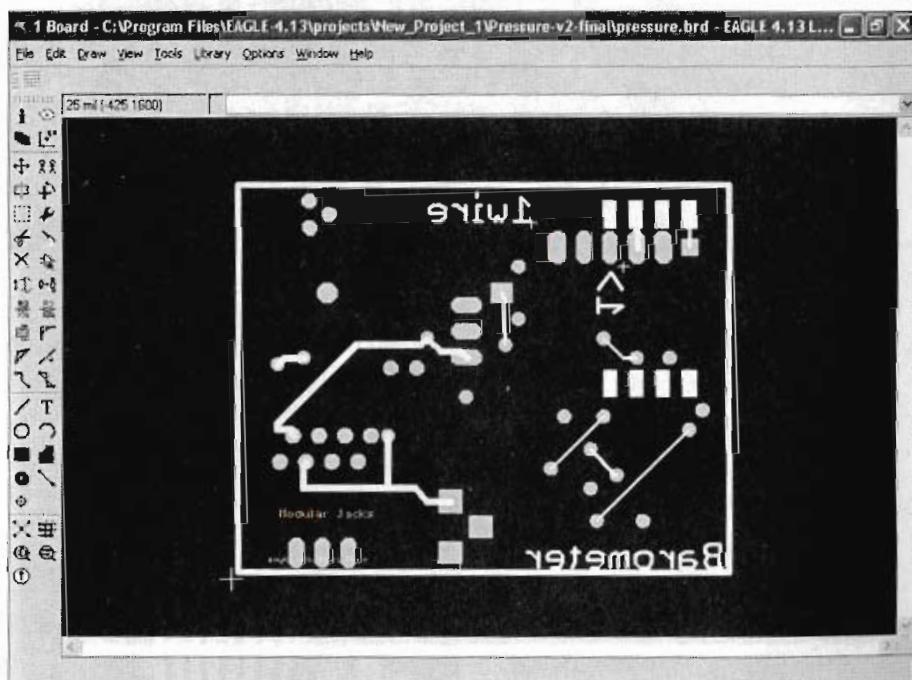
Na slici 12-11 prikazan je crtež donjeg sloja iste ploče, sa provodnim linijama, lemnim tačkama i međuslojnim prelazima. Pošto je u pitanju donji sloj ploče, tekst sa slike 12-10 prikazan je obrnuto na slici 12-11.

Nakon što ste uneli provodne linije, pokrenite proveru pravila projektovanja (DRC) kako biste proverili da li je šema pravilno nacrtana i da li ste prekršili neko pravilo projektovanja. Program Eagle Light traži od vas da uporedite pravila sa pravilima projektovanja koja određuje proizvodač.

Podrazumevana pravila projektovanja programa Eagle Light često su dovoljna, ali preporučujemo da ih uporedite s pravilima izabranog proizvođača i da unesete potrebne izmene. Na primer, ako proizvođač zahteva minimalnu debljinu provodnih linija od 0,025 mm, a podrazumevana vrednost u programu Eagle Light iznosi 0,02 mm, izmenite minimalnu debljinu na 0,025 mm.



Slika 12-10:
Crtanje kola na
gornjem sloju.



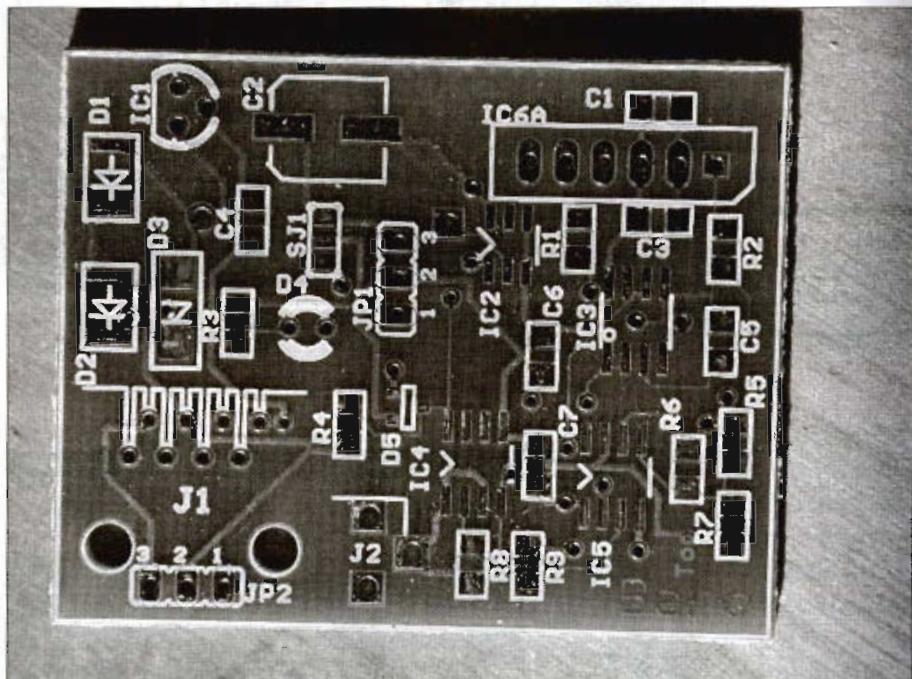
Slika 12-11:
Crtanje kola na
donjem sloju.



To je to. Spremni ste da generišete Gerber datoteke na osnovu crteža kola i da ih pošaljete proizvođaču. Upotrebite program za štampane ploče da biste dobili odgovarajuće datoteke. Raspitajte se na koji način proizvođač prima datoteke. Nekima automatski šaljete datoteke preko Web lokacije, dok drugi traže da ih pošaljete kao prilog uz elektronsku poštu.

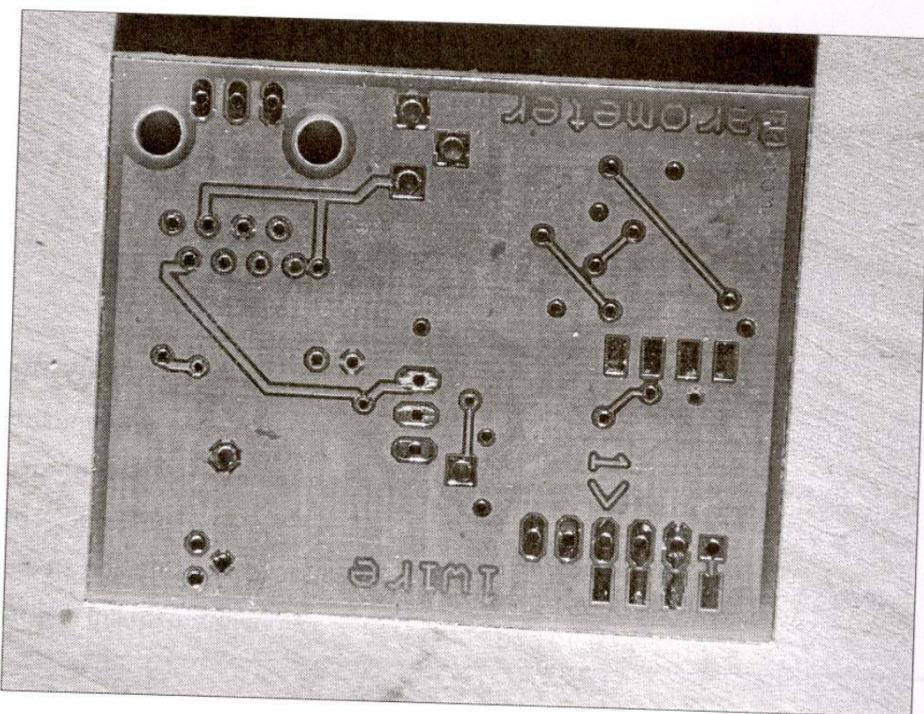
Alatka Autorouter smanjuje verovatnoću narušavanja pravila projektovanja koje se češće dešava prilikom ručnog iscrtavanja provodnih linija.

Slika 12-12 prikazuje prednju stranu ploče napravljene na osnovu crteža sa slike 12-10.

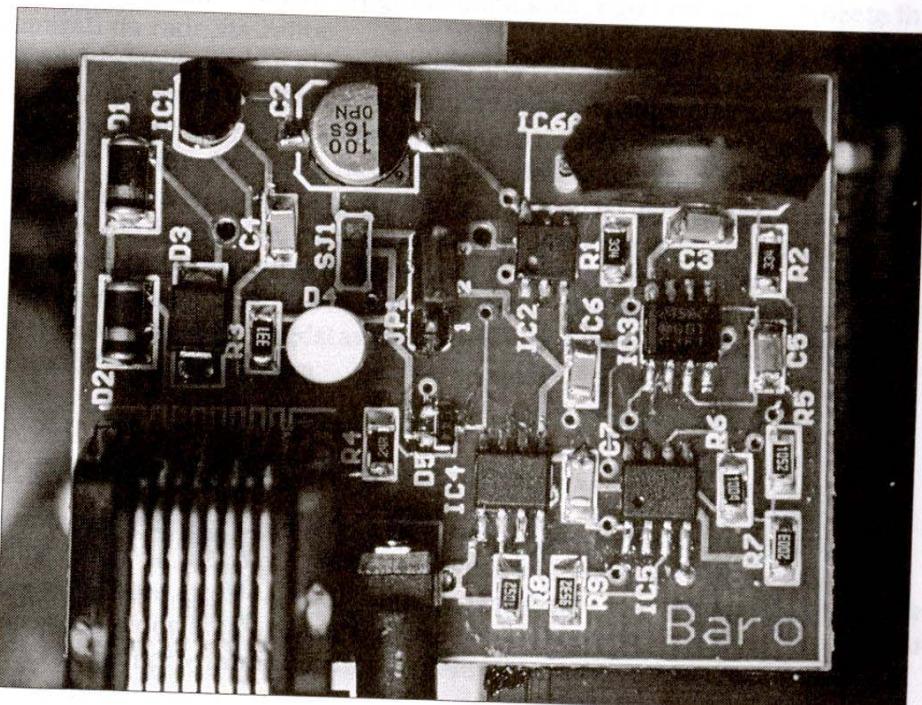


Slika 12-12:
Prednja strana
štampane
ploče.

Poledinu ploče čiji je crtež prikazan na slici 12-11 možete videti na slici 12-13. Na slici 12-14 prikazana je ploča sa svim komponentama.



Slika 12-13:
Početna štampana ploče.



Slika 12-14:
Dovršena
ploča.

Poglavlje 13

Uzbudljivi svet mikrokontrolera

U ovom poglavlju

Kako rade mikrokontroleri

U utrobi mikrokontrolera

Mikrokontroleri za studente i amatere

Detaljniji pogled na pojedine mikrokontrolere

Lov na informacije o mikrokontrolerima

Mikrokontroleri su osmo svetsko čudo. Po čemu su tako posebni? Jednostavno rečeno – oni su programabilna kola. Kao i računare, možete ih programirati da rade šta želite.

Iako možda izgledaju kao obična integrisana kola, nude mnogo više: mikrokontroleri omogućavaju konstruisanje najboljih i najmodernijih elektronskih proizvoda. Evo samo jednog primera: ako vozite auto ne stariji od deset godina, vrlo je verovatno da je u njega ugraden ne jedan, već i desetak mikrokontrolera. Svaki od njih odgovoran je za po jedan aspekt vašeg vozačkog iskustva, počev od kočnice, preko elektronskog paljenja, do sistema za aktiviranje vazdušnih jastuka.

U ovom poglavlju fokusiramo se na mikrokontrolere za amatere. Objasnimo šta su mikrokontroleri i šta rade. U odeljku „Rad sa čipom BASIC Stamp 2“ pred kraj ovog poglavlja, predstavićemo nekoliko eksperimenata koji će vas uveriti u moć mikrokontrolera.

Dakle, kako to radi?

Mikrokontroler je integrисano kolo – čip – obično smešten na maloj štampanoj ploči koja sadrži druge komponente za povezivanje mikrokontrolera s vašim računarom, motore, prekidače itd. Kada programirate mikrokontroler, smeštate ga na razvojnu ploču koja omogućava da se mikrokontroler poveže s vašim računarnom. Kada ga isprogramirate, umetnućete ga u podnožje na vašem elektronskom uređaju.

Za razliku od tradicionalnih kola, ne morate premeštati žice niti vaditi otpornike i kondenzatore i menjati ih drugim komponentama da biste izmenili funkciju mikrokontrolera. Umesto toga, menjate nekoliko redova programskog koda. Mikrokontroler kao da postaje druga ličnost i odmah menja funkciju vašeg projekta. Jedan mikrokontroler možete programirati da obavlja hiljade različitih poslova!

Većina mikrokontrolera namenjena je za komercijalne uređaje, i možda ćete imati poteškoća u programiranju ovih „mališana“. Na sreću, neke verzije mikrokontrolera predvidene su za amatere, pa ćete s njima dobiti sve što vam je potrebno da biste mikrokontroler koristili na jednoj maloj štampanoj ploči. Mikrokontrolere namenjene hobistima lako ćete programirati, a neće vas mnogo koštati.

Šta je u mikrokontroleru?

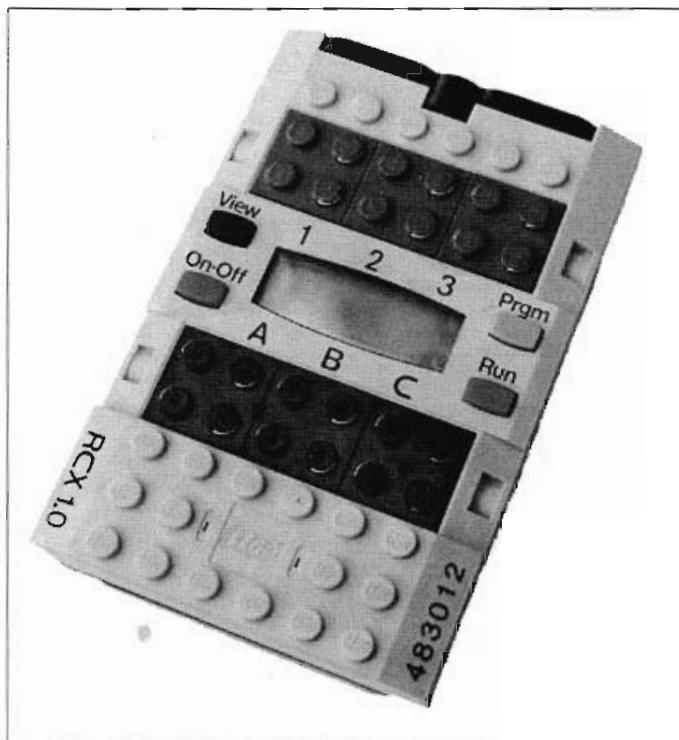
Prvobitna svrha mikrokontrolera bila je omogućavanje komunikacije ličnih računara i elektronskih spravica iz spoljašnjeg sveta. Još uvek se koriste za to, ali i za mnoge druge stvari.

Evo delova tipičnog mikrokontrolera:

- ✓ **Mali računar:** Ovaj ugradeni računar je srce mikrokontrolera. Nije moćan kao onaj na vašem radnom stolu, ali mikrokontrolerima nisu potrebne konjske snage. Od ličnog računara očekujete da odjednom izvršava više zahtevnih zadataka, poput pretraživanja Interneta, sabiranja računa i borbe s virusima. Tipičan mikrokontroler radi samo jedan posao.
- ✓ **Postojana memorija:** Program koji izvršava računar mikrokontrolera, čuva se u postojanoj memoriji. Ova memorija zadržava sadržaj i kada isključite mikrokontroler i oživljava kada se on ponovo pokrene.
- ✓ **Ulazno-izlazni priključci:** Omogućavaju da mikrokontroler komunicira sa okolinom, da upravlja svetlom, motorima, relejima, senzorima, prekidačima, LCD ekranima, čak i drugim mikrokontrolerima. Ulazno/izlazni priključci, zvani i I/O priključci, dopremaju mikrokontroleru informacije na osnovu kojih upravlja drugim uređajima. Na primer, mikrokontroler može da aktivira LED diodu kada pritisnete prekidač ili da pokrene motor kada senzor detektuje da neko prolazi.

Dobar primer za funkcionisanje mikrokontrolera jeste mozak iz kompleta za Mindstorms robote kompanije LEGO. Žuta cigla koju vidite na slici 13-1 sadrži mikrokontroler koji istovremeno može da prikazuje poruke na LCD displeju, da reaguje na aktiviranje prekidača i drugih senzora i da pokreće tri motora.

Kao i sve mikrokontrolere, mozak robota Mindstorms programirate tako što mu šaljete programske naredbe. Te naredbe prvo sastavite na ličnom računaru, potom ih šaljete robotovom mozgu preko infracrvenih talasa (većina mikrokontrolera za hobiste ima žičani prenos, tj. kabl koji priključujete na serijski ili USB



Slika 13-1:
Mozak za
Mindstorms
robote
kompanije
LEGO sadrži
mikrokontroler.

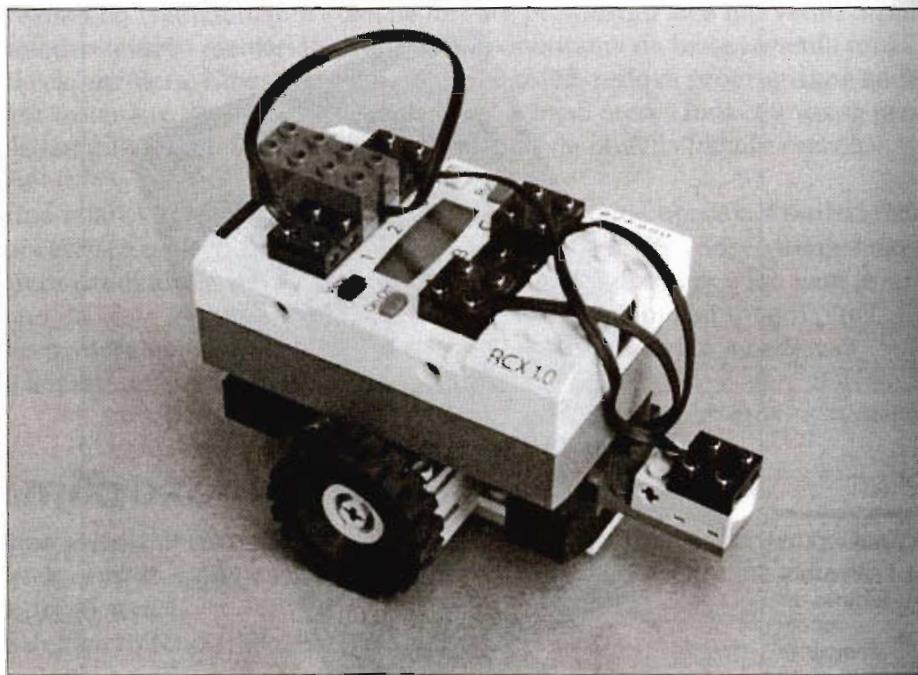
priklučak računara). Pošto pošaljete naredbe mikrokontroleru, one se čuvaju u trajnoj memoriji dok ih ne zamenite novim naredbama. Mindstorms roboti kompanije LEGO dobro ilustruju mogućnost mikrokontrolera da izvršava više zadataka; dovoljno je da samo promenite program. Kad izmenite samo nekoliko redova programa, Mindstorms robot moći će da radi sledeće:

- ✓ Pronaći će najjači svetlosni izvor u prostoriji i otići ka njemu.
- ✓ Umesto da pride najjačem izvoru svetlosti, udaljiće se od njega.
- ✓ Reagovaće na prekidače za sudare koji se nalaze na njegovim bokovima tako da, kad udari u neku prepreku, uzmakne i krene u drugom smeru.
- ✓ Prepoznaće crnu liniju na parčetu belog papira i pratiće je.

Roboti Mindstorms kompanije LEGO, poput onog sa slike 13-2, mogu da izvršavaju kombinacije pomenutih funkcija. Ovaj robotič može da prati jako svetlo i da uzmiče od prepreka kada naleti na njih.

Mogućnosti reprogramiranja mikrokontrolera skoro su beskrajne. Pisanje novog programa i učitavanje u mikrokontroler traje mnogo kraće od ponovnog pravljenja kola – zato elektroničari smatraju mikrokontrolere toliko korisnim.

Slika 13-2:
Program u
robotu
Mindstorms
kompanije
LEGO upravlja
njegovim
ponašanjem.



Mikrokontroleri za amatere

Postoje stotine mikrokontrolera, ali samo nekoliko njih odgovara početnicima. Neki proizvodači ne prodaju pojedine tipove mikrokontrolera amaterima, ali možete kupiti druge, odgovarajuće mikrokontrolere u specijalizovanim prodavnicama i na Webu.

Mikrokontroleri za amatere mogu se podeliti u dve glavne kategorije: sa ugrađenim jezičkim prevodiocem i bez njega.

Ugrađeni jezički prevodilac (engl. *embedded language interpreter*) jeste program koji se izvršava u mikrokontroleru. Omogućava da pišete programe na jednostavnom jeziku. Napisani program učitate u mikrokontroler, a prevodilac ga konvertuje u naredbe (tj. u *kôd na asemblerском jeziku*) koje mikrokontroler razume.

Mikrokontroleri sa ugrađenim prevodiocem lakše se koriste. Ako ste početnik, preporučujemo takve mikrokontrolere. Dobar primer su mikrokontroleri BASIC Stamp i OOPic koje predstavljamo u odeljku „Mikrokontroleri koji se izdvajaju od ostalih“, kasnije u ovom poglavlju.

Ugrađeni prevodioci najčešće rade s jezikom BASIC. To je dobra vest za računarske zaludenike: ako ste pisali programe na BASIC-u, spremni ste za programiranje mikrokontrolera! Naravno, ukoliko ne poznajete BASIC, moraćete da savladate novi jezik otpočetka. Ali, ne strahujte! BASIC nije raketna tehnika. Ovladaćete njime za kratko vreme.





Ako ozbiljno nameravate da naučite kako se koriste mikrokontroleri, potražite knjigu *Beginning Programming For Dummies*, autora Valasa Vanga (Wiley Publishing, Inc.) ili neku drugu knjigu na u temu.

Uz pojedine mikrokontrolere, pre svega BASIC Stamp (koji bliže opisujemo u odeljku „Upoznajte BASIC Stamp“ kasnije u ovom poglavlju), dobija se vrlo detaljna dokumentacija na papiru. Često ćete sve informacije neophodne da završite projekat naći u uputstvu priloženom uz mikrokontroler.

Program za mikrokontroler možete napisati u editoru za programe. Morate nabaviti i poseban hardverski modul za programiranje koji povezuje vaš računar s mikrokontrolerom.

Mikrokontrolere bez ugrađenog prevodioca možete programirati na asemblerskom jeziku ili nekom jeziku visokog nivoa.

- ✓ **Asemblerski jezik:** Pošto je taj jezik najteže razumeti i savladati, ne preporučujemo ga početnicima. Teže je čitati programe na asemblerskom jeziku i ispravljati greške u njima ako programi ne rade.
- ✓ **Jezici visokog nivoa:** 98 posto svih računarskih programa napisano je na ovim jezicima. Ti jezici podržavaju mnoštvo opcija i često su deo naprednog razvojnog okruženja koje olakšava *otkrivanje i otklanjanje grešaka*. Tri jezika visokog nivoa koji se najčešće koriste za mikrokontrolere jesu BASIC, C i Java. Većina početnika koristi BASIC jer se najlakše uči.

Koliko košta taj mikrokontroler u izlogu?

Maloprodajne cene mikrokontrolera kreću se od 50 centi do preko 100 dolara. Otkud tolika razlika? Evo nekoliko razloga:

- ✓ **Mikrokontroleri sa ugradenim prevodiocem su najskuplji.** Cenu povećavaju ugrađeni prevodilac i jednostavan sistem povezivanja s vašim računaram. (Za većinu mikrokontrolera bez ugrađenog prevodioca, moraćete da kupite zaseban hardverski modul za programiranje koji omogućava povezivanje kontrolera i računara.)
- ✓ **Karakteristike poput veličine memorije ili broja I/O priključaka utiču na cenu.** Najjeftiniji mikrokontroleri imaju tek tri ili četiri I/O priključka. Napredniji mikrokontrolери imaju 30 ili 40 priključaka. Što je više I/O priključaka, više stvari mikrokontroler može da kontroliše – ali, to povećava i cenu.
- ✓ **Mogućnost reprogramiranja mikrokontrolera povećava njegovu cenu.** Najjeftinije kontrolere možete programirati samo jednom; zato se i zovu OTP kontroleri – kontroleri za jednokratno programiranje (engl. *one-time programmable*). Za samo malo više novca, dobićete mikrokontroler sa izbrisivom memorijom: programirate ga, potom obrišete program i umesto njega učitate drugi program. Većina mikrokontrolera koristi takozvanu fleš memoriju, istu onu koja se nalazi u vašem digitalnom foto-aparatu ili MP3 plejeru. Fleš memoriju možete obrisati i u nju upisati nov program preko hiljadu puta.

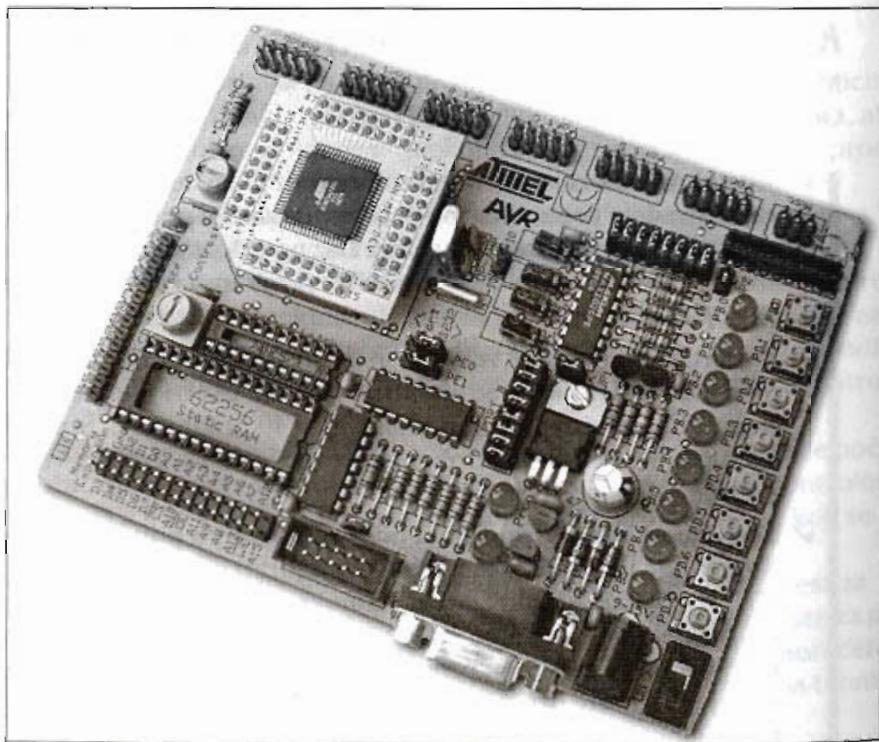
PC zove mikrokontroler: javi se, molim!

Ako kupite mikrokontroler sa ugradenim prevodiocem, moraćete da kupite (ili da napravite) i hardverski modul za programiranje. On omogućava fizičko povezivanje računara i mikrokontrolera.

Većinu komercijalnih modula možete upotrebiti za programiranje nekoliko mikrokontrolera istog proizvoda – proverite da li to važi i za modul koji vam nude. Nema smisla kupovati hardverski modul koji programira samo jedan određeni mikrokontroler jer ćete onda moći da koristite samo taj čip.

Cena hardverskih modula kreće se od nekoliko dolara do više od sto dolara. Modul možete i sami napraviti, ali se početnici uglavnom odlučuju da ga kupe i poštede sebe muka. Kada steknete izvesno iskustvo u radu s mikrokontrolerima, možete se prepustiti avanturi konstruisanja sopstvenog modula za programiranje.

Na slici 13-3 prikazan je tipičan komercijalni hardverski modul za programiranje. Ovaj model sadrži ugrađenu dugmad i svetla kao pomoć u razvoju aplikacija. Za programiranje mikrokontrolera ne morate koristiti dodatne alatke za programiranje, ali je dobro imati ih, a i ne podižu previše cenu modula. Čip stavite u podnožje na modelu i povežete kabl sa svojim računarom. Većina modula prodaje se s najmanje jednim editorom za pisanje programa. Ako vaš model nema editor za programiranje, moraćete da ga nabavite sami.



Slika 13-3:
Pomoću hardverskog modula poput ovog možete programirati mikrokontroler.



Kako treba odabratи modul i editor za programiranje određenog mikrokontrolera prevazilazi temu ove knjige. Savetujemo da se obratite proizvodaču datog mikrokontrolera i da zatražite preporuke.

Mikrokontroleri koji se izdvajaju od ostalih

Od nekoliko desetina tipova mikrokontrolera, dva se izdvajaju kao idealni za amaterе, a opisaćemo ih u nastavku teksta. Vi sami morate odabratи onaj koji najviše odgovara vama i vašim projektima.

Upoznajte BASIC Stamp

BASIC Stamp jedan je od najpoznatijih i najkorišćenijih mikrokontrolera za studente i hobiste. Popularnost ne duguje fantastičnoj brzini rada, niti mnoštву mogućnosti, već tome što je jedan od prvih mikrokontrolera sa ugrađenim prevodiocem.

BASIC Stamp je dobio ime zbog ugrađenog prevodioca za BASIC i dimenzija sličnih većoj poštanskoj marki (engl. *stamp*). Više o mikrokontrolerу BASIC Stamp možete saznati na Web lokaciji www.parallax.com.

BASIC Stamp se prodaje s najboljom dokumentacijom od svih mikrokontrolera. Početnici neće pogrešiti ako kupe BASIC Stamp jer će imati na raspolaganju sva moguća prateća uputstva, dokumentaciju, reference, ideje za projekte itd.

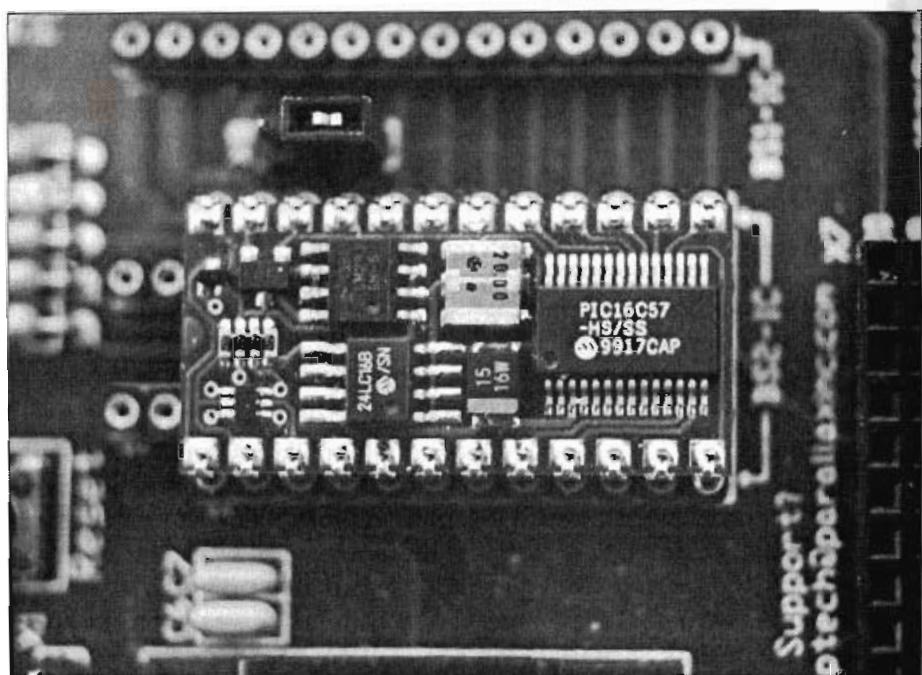
Ima ga u različitim ukusima

Verovatno mislite da je BASIC Stamp upravo to što mu ime kaže – čip koji radi samo s jezikom BASIC. Ali, BASIC Stamp se proizvodi u više verzija – 1, 2, SX i još nekoliko. Ove verzije razlikuju se po mogućnostima i po ugrađenom programskom jeziku. Na primer, Parallax prodaje verziju čipa BASIC Stamp zvanu JavaLin u koju je ugrađen programski jezik Java.

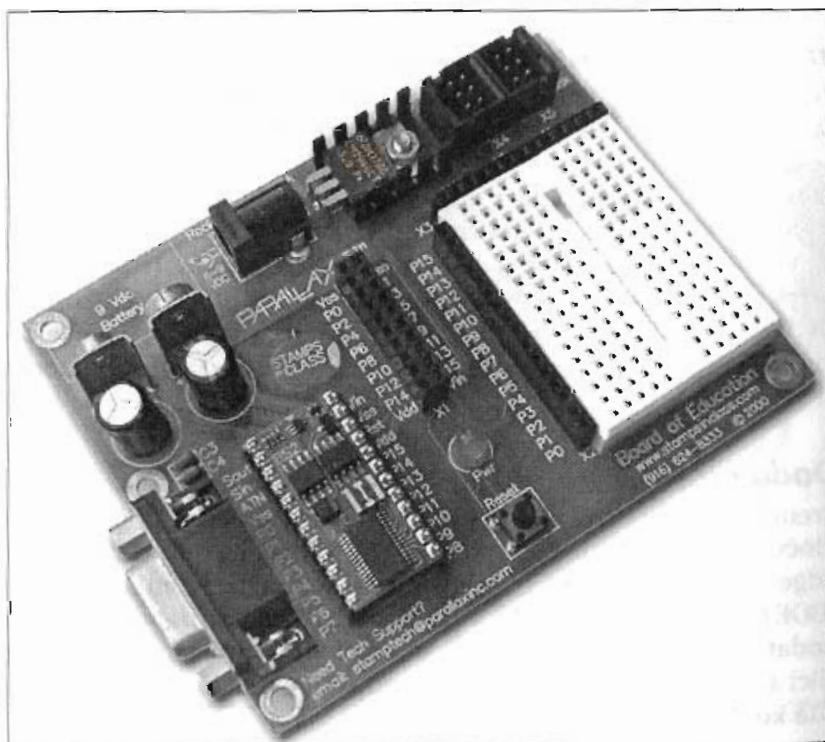
Verzija BASIC Stamp 2, ili BS2, jedna je od najpopularnijih iz ove porodice i preporučujemo da s njome počnete svoju avanturu s mikrokontrolerima. BS2 je 24-pinski čip, što se vidi na slici 13-4. Ovaj jedan čip zapravo je nosač: sadrži mnoštvo integrisanih kola i drugih komponenata – na primer dodatnu memoriju i regulator napona.

Dodavanje razvojne ploče

Premda čip BS2 možete koristiti i samostalno, većina početnika dodaje mu ploču za projektovanje. Parallax prodaje nekoliko modela ploča koje vam mogu odgovarati. Jedna od njih, s dobro smisljenim nazivom Board of Education (BOE) – „ploča za učenje“ – ima ugrađen regulator napona većeg kapaciteta i dodatne konektore za priključivanje raznih stvarčica. Ploča BOE, prikazana na slici 13-5, ima i malu neleminu prototipsku ploču na kojoj možete ispitati različita kola. Vrlo zgodno!



Slika 13-4:
Poštovani
„sve-u-jednom”
mikrokontroler
BASIC Stamp 2.



Slika 13-5:
„Ploča za
učenje”
kompanije
Parallax.

Ploču BOE možete kupiti sa čipom ili bez njega. Prodaje se i u verzijama koje možete povezati s računarom pomoću serijskog ili USB kabla. Ako na računaru nemate slobodan serijski priključak ili radite na novijem modelu prenosnog računara, moraćete da kupite model koji se povezuje preko USB priključka.

Ne zaboravite softver za programiranje

Za programiranje bilo kog modela mikrokontrolera BASIC Stamp potreban vam je odgovarajući softver. Možete ga nabaviti besplatno. Deo je kompleta za početnike u kome se nalazi mikrokontroler BASIC Stamp. Možete ga i preuzeti s Web lokacije kompanije Parallax. Dostupne su verzije softvera za rad u sistemima MS-DOS, Windows (počev od verzije 98), Macintosh i Linux.

MS-DOS editor može raditi pod sistemom Windows 95 ili 98. To omogućava da stari, beskoristan PC upotrebljavate isključivo za programiranje čipa BASIC Stamp.

Ako već imate BASIC Stamp i editor za programiranje, proverite verziju tog softvera. Ukoliko je zastareo, ažurirajte ga pomoću programske modula dostupnih na Web lokaciji kompanije Parallax. Nove verzije softvera za programiranje čipa BASIC Stamp sadrže neke korisne dodatne alatke koje ćete sigurno poželjeti!



Bez prevoda – PICMicro i Atmel AVR

Kada govorimo o mikrokontrolerima, moramo pomenuti seriju PICMicro firme Microchip, i seriju AVR (Atmel). Porodice čipova PICMicro i AVR nemaju ugrađen jezički prevodilac. Programirate ih pomoću posebnog hardverskog modula (pogledajte odeljak „PC zove mikrokontroler: javi se, molim“ u ovom poglavlju) i nekog standardnog editora za programiranje.

Ovakav pristup programiranju ima jednu prednost: možete birati između brojnih programske jezika i razvojnih platformi. To je korisno ako već vlastate određenim programskim jezikom. Ne morate učiti novi jezik, ako počnete da se zanimate za mikrokontrolere. Ali, ovaj pristup je i mnogo složeniji. Ne preporučujemo ga ako ste početnik u radu s mikrokontrolerima ili u programiranju. I, zavisno od mikrokontrolera, možda će vam trebati dodatna kola da bi čip proradio. Ta dodatna kola sadrže kristalni oscilator, nekoliko kondenzatora za realizovanje oscilatorske funkcije i regulator napona.

Ako želite da se okušate u radu sa PICMicro ili AVR mikrokontrolerima, potražite komplet za početnike koji sadrži sve što vam treba: čip, modul za programiranje, softver i kablove za povezivanje s računаром. Mnogi Web prodavci – na primer, Digikey ili Jameco – nude ovakve komplete za PICMicro ili AVR mikrokontrolere. Komplet za početnike pomoći će vam da otkrijete najjednostavniji način da ukrotite ove „zveri.“

Više o PIC Micro i AVR kontrolerima možete pročitati na navedenim Web adresama. Iako ih njihovi proizvođači ne prodaju direktno korisnicima, na Web lokacijama možete pronaći spiskove Web distributera s kojima možete uspostaviti kontakt. Web lokacije sadrže informacije o proizvodima i detaljna uputstva za upotrebu.

✓ **PICMicro:** www.microchip.com

✓ **AVR:** www.atmel.com

Upoznajte OOPic

OOPic je jedan od novijih članova porodice mikrokontrolera za hobiste, ali brzo se probija. OOPic koristi radikalno drugačiju metodu programiranja – objektno orijentisano programiranje.

Suština takve vrste programiranja jeste korišćenje objekata, umesto pisanja kilometara koda da bi se programirali standardni zadaci. Pošto većina eksperimentatora koristi mikrokontrolere u iste svrhe, poput upravljanja motorima ili čitanja stanja prekidača, OOPic olakšava rad prepustajući objektima da obave najveći deo posla umesto vas. Objekti omogućavaju da izbegnete tradicionalne metode programiranja mikrokontrolera koje se svode na pisanje nekoliko redova koda za svaki zadatak. Tako štedite mnogo vremena.

OOPic omogućava da se funkcije za rad sa uređajima ugrade u čip. Dovoljno je da saopštite mikrokontroleru OOPic sa čim ga povezujete i da mu prosledite jednostavne komande. OOPic onda sam nalazi kako da upravlja određenim uređajem.

Ovakav pristup programiranju nije nov u svetu programiranja za računare, ali je jedinstven za mikrokontrolere. Možda ćete morati da se naviknete na način programiranja kontrolera OOPic, ali kada ga shvatite, uvidećete da pojednostavljuje brojne „fizičke“ poslove. Detaljnije informacije o mikrokontroleru OOPic potražite na Web lokaciji www.oopic.com.

„Sve-u-jednom“ ili jedan čip za sve

Kao BASIC Stamp, OOPic se proizvodi u više verzija. Možete ga kupiti već montiranog na noseću ploču (slika 13-6) ili kao 24-pinski čip, kakav je BASIC Stamp 2. Naša omiljena verzija čipa OOPic je OOPic R, prikazan na slici 13-6. Noseća ploča sadrži zvučnik, nekoliko prekidača, više LED dioda koje imaju funkciju indikatorskih svetala i mnoštvo izvoda za priključivanje komponenata.

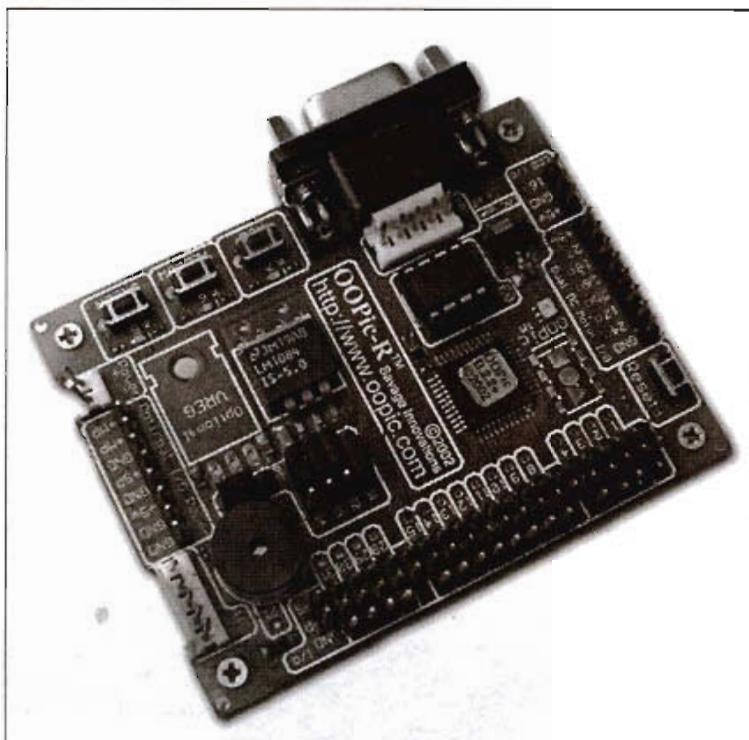
Pričajte pravim jezikom

Softver za programiranje čipa OOPic može da koristi tri popularna jezika: BASIC (preporuka za početnike), C i Java. Besplatan softver za programiranje možete preuzeti s lokacije www.oopic.com.

Rad sa čipom BASIC Stamp 2

Došao je trenutak da naučite da koristite jedan mikrokontroler – konkretno, BASIC Stamp 2 – tako što ćete pomoći njega napraviti nekoliko jednostavnih elektronskih projekata. Ne zaboravite da moć mikrokontrolera bitno prevazilazi osnovne primere iz narednih odeljaka. Ali, iz projekata za početnike steći ćete predstavu o moći koju kriju ovi mališani. Kada dovršite opisane projekte, predite na poglavlje 15 u kome objašnjavamo kako da pomoći mikrokontrolera BASIC Stamp 2 napravite malog, inteligentnog robota.

Slika 13-6:
OOPic R je
potpuno
opremljena
razvojna
platforma.



Korak 1: napravite kolo

Premda je BASIC Stamp sam po sebi dovoljan da izvršava svoju funkciju, ipak morate da ga povežete s drugim uređajima. Od vrste kola koje želite da napravite zavisi šta ćete povezati sa čipom BASIC Stamp.

Prepostavimo kako hoćete da programirate BASIC Stamp da uključi LED diodu. Ovo kolo je dobar primer jer zahteva samo dve komponente – otpornik i LED diodu – i lako možete utvrditi da li radi ili ne.

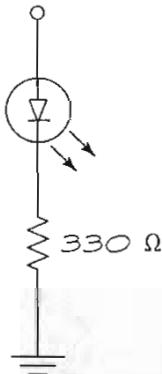
Da biste napravili ovo kolo, povezujete otpornik i LED diodu sa čipom BASIC Stamp kao na slici 13-7. U BASIC Stamp najlakše ćete priključivati komponente ako imate ploču za eksperimente, poput „ploče za učenje“ (BOE). BOE takođe omogućava lako povezivanje mikrokontrolera BASIC Stamp s vašim računаром pomoću serijskog ili USB kabla, i priključivanje napajanja. Ako koristite BOE, videćete da je I/O pin 0 označen kao P0 u nizu oznaka pored nelemive prototipske ploče.

Slika 13-8 prikazuje kolo s trepćućom LED diodom na ploči BOE.

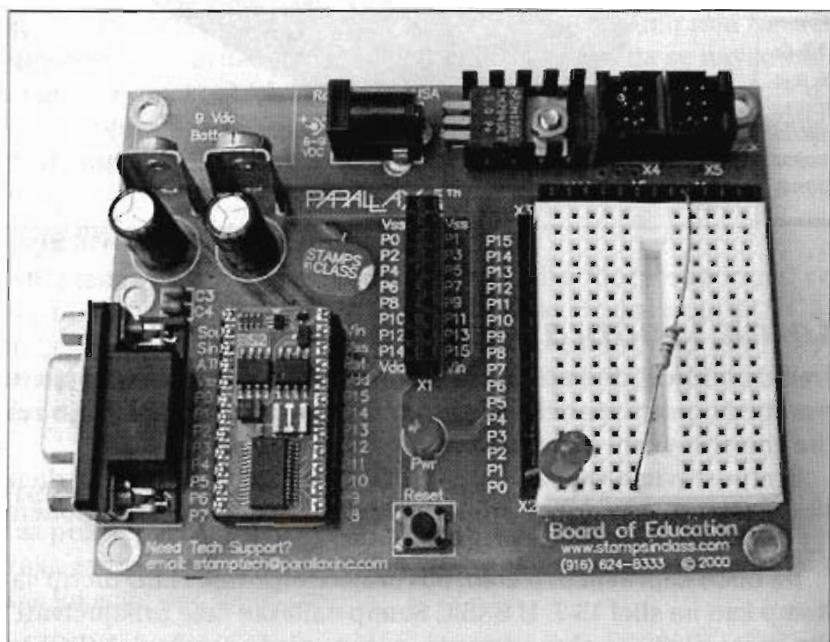
Korak 2: programirajte zver

Pošto ste napravili kolo, spremni ste da programirate BASIC Stamp da naizmeđno uključuje i isključuje LED diodu. Prepostavljamo da ste na računaru već instalirali softver za programiranje mikrokontrolera BASIC Stamp. (Ako niste, morate to sada uraditi. Sačekaćemo...)

MIKROKONTROLER
BASIC STAMP
I/O PIN 0



Slika 13-7:
Na osnovu ovog dijagrama veža napravite kolo s trepčućom LED diodom.



Slika 13-8:
BOE omogućava da jednostavno i brzo napravite i ispitajte kola.

Spremni? Otvorite editor za programiranje čipa BASIC Stamp i unesite naredni kratak program. Pošto završite, prozor editora trebalo bi da podseća na onaj sa slike 13-9.

```

' {$STAMP BS2}
loop:
    HIGH 0      ' pin 0 high (the LED turns on)
    PAUSE 250   ' wait 250 milliseconds
    LOW 0       ' pin 0 low (the LED turns off)
    PAUSE 250   ' wait 250 milliseconds
    GOTO loop   ' loop forever
  
```



Slika 13-9:
Program za uključivanje i isključivanje LED diode, prikazan u editoru za programiranje mikrokontrolera BASIC Stamp.

Evo šta radi program za uključivanje/isključivanje LED diode (red po red):

- ✓ **Red 1:** Saopštava editoru koji tip čipa BASIC Stamp koristite. U ovom primeru radimo s tipom BASIC Stamp 2, zato u redu piše (\$STAMP BS2).
- ✓ **Red 2:** `loop`: je odredba za petlju. Koristite je na ovom mestu i kasnije u programu, u poslednjem redu, da napravite beskonačnu petlju.
- ✓ **Red 3:** Naredba HIGH 0 uključuje I/O pin 0. Pošto je LED dioda spojena preko I/O pina 0, ovaj red uključuje diodu.
- ✓ **Red 4:** Naredba PAUSE 250 saopštava čipu BASIC Stamp da pauzira 250 milisekundi. Podsećamo vas da je milisekunda hiljaditi deo sekunde, te je 250 milisekundi jednak 250/1000 sekundi, to jest četvrta sekunda.
- ✓ **Red 5:** Naredba LOW 0 isključuje I/O pin 0, samim tim i diodu.
- ✓ **Red 6:** Naredba PAUSE 250 saopštava čipu BASIC Stamp da ponovo napravi pauzu od 250 milisekundi.
- ✓ **Red 7:** Naredba GOTO loop upućuje BASIC Stamp da se vrati na odredbu loop. Zbog ove komande, program će se ponavljati dok ne isključite BASIC Stamp ili dok ga ne reprogramirate da radi nešto drugo.



Softver za programiranje mikrokontrolera BASIC Stamp tumači tekst iz polunavodnika kao komentar. Komentare upisujete sebe radi – BASIC Stamp ih zanemaruje i ne smatra ih naredbama. Red 1 prethodnog programa predstavlja komentar. Bilo bi dobro da se naviknete da programima dodajete barem nekoliko komentara koji će vas podsećati na to šta ste napisali. Kada sledeći put budete pregledali program, komentari će vas podsetiti šta ste zapravo nameravali u programu.

Korak 3: porinite brod!

U redu, kolege programeri: spremni ste da učitate i probate program:

- 1. Povežite serijski ili USB kabl s pločom Board of Education i sa svojim računarom.**

Tip kabla zavisi od verzije ploče BOE.

- 2. Dovedite napon na BOE ploču tako što ćete zidni ispravljač uključiti u utičnicu za napajanje na ploči.**

Umesto toga, možete priključiti bateriju od 9 volti na priključke za bateriju u gornjem levom uglu ploče BOE.

- 3. U editoru za BASIC Stamp, pritisnite tastere Ctrl+R.**

Ova kombinacija tastera pokreće program i učitava ga u BASIC Stamp.

Ako ste sve valjano uradili, LED dioda bi trebalo da trepće dvaput u sekundi. Ukoliko editor za BASIC Stamp na ekranu računara ispiše poruku o grešci, nadite je, rešite problem (vrlo je moguće da ste nešto pogrešno upisali) i pokušajte ponovo.

Komandovanje svim BASIC Stamp čipovima

Pogledajte program za LED diodu iz odeljka „Korak 2: isprogramirajte zver“. U njemu se koriste reči poput PAUSE, HIGH i LOW. To su naredbe, to jest *programske izkazi*, koji saopštavaju čipu BASIC Stamp šta da radi. BASIC Stamp podržava nekoliko desetina takvih naredaba. Način na koji ih koristite određuje šta radi vaš program. Da biste koristili BASIC Stamp ili bilo koji mikrokontroler, morate ovladati ovim programskim naredbama.

Jedan od najboljih načina da se priviknete na programske naredbe jeste da ispro-

bate programe koji služe kao primeri, poput onog iz odeljka „Rad sa čipom BASIC Stamp 2“. Potražite kratke primere u dokumentaciji čipa BASIC Stamp i pregledajte knjige, časopise i Web lokacije sa informacijama o njemu. Što više programa budete savladali, brže ćete otkriti kako stvari funkcionišu.

Pošto ste napravili prvo kolo sa čipom BASIC Stamp, slobodno eksperimentišite – menjajte program ili povezujte različite komponente. Na taj način, pisaćete sve složenije programe.

Lako unošenje izmena

U narednom primeru, mikrokontroler će se otkriti u punoj snazi! Izmenite program iz odeljka „Korak 2: isprogramirajte zver“ na sledeći način:

- ✓ red 4 postaje PAUSE 100
- ✓ red 6 postaje PAUSE 100

Pokrenite program (pritisnite Ctrl+R). Šta se dešava? Računar učitava izmene u BASIC Stamp, i LED dioda trepće mnogo brže. Umesto pauze od 250 milisekundi između dva uključivanja LED diode, BASIC Stamp pravi pauzu od samo 100 milisekundi.

Sada ponovo izmenite program na sledeći način:

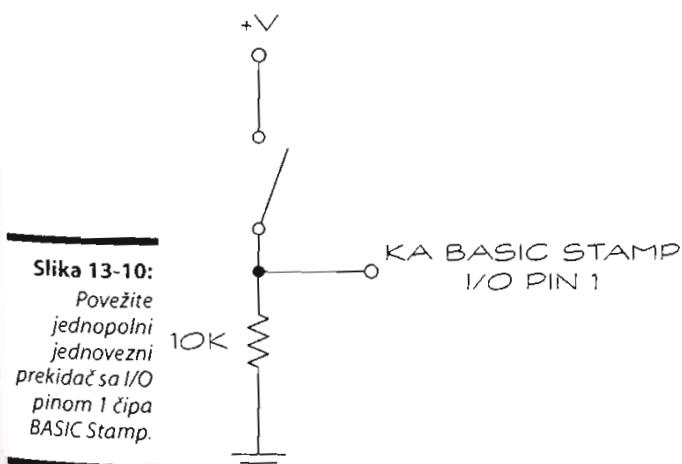
- red 4 postaje PAUSE 1000
- red 6 postaje PAUSE 1000

Pretpostavljate šta se dešava. LED dioda se pali i gasi sporije... jednom u sekundi. BASIC Stamp pravi pauzu od 1000 milisekundi između dva uključivanja LED diode.

Jednostavnim izmenama u samo par redova koda, možete promeniti ponašanje kola.

Dodavanje prekidača

U ovom odeljku bićete svedok svestranosti čipa BASIC Stamp. Za naredni primer treba vam LED dioda, pa je ostavite na ploči (kako je opisano u odeljku „Rad sa čipom BASIC Stamp 2“ ranije u ovom poglavlju). Postavite prekidač na ploču Board of Education, prema šemi sa slike 13-10. Možete upotrebiti bilo koji običan prekidač, ali je najpogodniji taster. Dodajte otpornik od 10 kilooma kao na slici 13-10. Ako radite s pločom BOE, upotrebite I/O pin 1 koji je označen kao P1 u nizu oznaka pored nelemlive prototipske ploče.



Koja je svrha otpornika 10K? Ponaša se kao stabilizator; to jest, kada prekidač nije kratko spojen, ulazni signal za čip je 0 volti, ili niži. Otpornik sprečava varijacije ulaznog signala koje mogu dovesti do pogrešnih izlaznih vrednosti čipa BASIC Stamp.

Unesite probni program:

```
'{$STAMP BS2}
OUTPUT 0      ' pin 0 je izlazni (za LED)
btn  VAR  Byte           ' definiše "btn" kao promenljivu
loop:
    BUTTON 1,0,255,250,btn,0,noSwitch      ' proverava prekidač
    OUT0 = btn      ' uključuje LED ako je prekidač uključen
    PAUSE 150      ' čeka 150 milisekundi
    OUT0 = 0      ' isključuje LED
noSwitch: GOTO loop      ' ponavlja petlju
```

Evo kako program radi:

- ✓ **Red 1:** Saopštava editoru koji tip čipa BASIC Stamp koristite. U ovom primeru radimo s tipom BASIC Stamp 2. (Računar ne reaguje na ovaj red, jer je u pitanju komentar.)
- ✓ **Red 2:** Naredba OUTPUT 0 saopštava čipu BASIC Stamp da koristi I/O pin 0 kao izlazni. Na njega bi trebalo da priključite LED diodu (ako to niste uradili, pogledajte korake opisane u odeljku „Rad sa čipom BASIC Stamp 2“ prethodno u ovom poglavlju).
- ✓ **Red 3:** Naredba btn VAR Byte upućuje BASIC Stamp da odvoji deo memorije za promenljivu btn. *Promenljiva* je privremeno skladište za podatke. Pošto napravi promenljivu, BASIC Stamp može u nju da stavlja podatke i da im kasnije pristupa.
- ✓ **Red 4:** Odredba loop: započinje petlju, kao u primeru s LED diodom iz odeljka „Korak 2: isprogramirajte zver“ ranije u ovom poglavlju.
- ✓ **Red 5:** Ovaj red počinje programskim iskazom BUTTON i saopštava čipu BASIC Stamp da proveri stanje prekidača vezanog za I/O pin 1. Naredba BUTTON zahteva mnoštvo dodatnih opcija koje možete naći u dokumentaciji kompleta BASIC Stamp.
- ✓ **Redovi od 6 do 8:** U ovom delu programa uključuje se LED dioda, saopštava se čipu BASIC Stamp da čeka 150 milisekundi, i ponovo se uključuje dioda.
- ✓ **Red 9:** Saopštava čipu BASIC Stamp da ponavlja svoju funkciju počev od oznake loop:. Petlja se ponavlja dok ne isključite napajanje za BASIC Stamp ili učitate nov program.

Obratite pažnju na odredbu noSwitch u redovima 5 i 9. Kada se koristi s naredbom BUTTON (kao u redu 5), pravi takozvanu granu. Ako prekidač nije pritisnut (deo koda sa odredbom noSwitch), čip BASIC Stamp prelazi sa naredbe BUTTON na poslednji red, preskačući sve naredbe za uključivanje diode. Ukoliko je prekidač pritisnut, BASIC Stamp izvršava sve korake.

Evo šta treba da se dešava kada pokrenete program:

- ✓ Ukoliko prekidač nije pritisnut, LED dioda ne svetli.
- ✓ Ako je prekidač pritisnut, LED dioda nakratko zasvetli, potom se ponovo isključuje.



Avaj! Ako vaš BASIC Stamp ne radi to, dvaput proverite da li ste sve lepo povezali i da li ste program uneli bez greške.

Kuda dalje

U ovom poglavlju samo smo dotakli osnove rada s mikrokontrolerom BASIC Stamp. Mnogo više o njemu, ili drugim mikrokontrolerima koje biste hteli da probate, možete naći na drugim mestima. Pronadite knjige o korišćenju mikrokontrolera. Pomoću Googlea ili drugog pretraživača, potražite na Internetu podatke o odabranom mikrokontroleru.

Poglavlje 14

Veličanstveni projekti koje možete napraviti za 30 minuta ili brže

U ovom poglavlju

- Prikupljanje materijala za projekat
- Pravljenje jedinstvenih trepćućih svetala
- Općinjavajući svet piezoelektrika
- Senzori infracrvenog zračenja
- Konstruisanje nekoliko alarma
- Orientacija pomoću vašeg ličnog prenosivog elektronskog kompasa
- Pravljenje pojačavača
- Ispitivanje ima li vode

Zaludenost za elektroniku počinje da se isplaćuje kada dobijete mogućnost da napravite par projekata. U ovom poglavlju, poigraćete se s nekoliko zabavnih i edukativnih elektronskih stvarčica koje možete napraviti za sat ili brže. Projekte smo birali po njihovoj jednostavnosti i zanimljivosti. Broj potrebnih delova je minimalan, a najskuplji projekat koštaće vas oko hiljadu dinara.

Uputstva za prvi projekat vrlo su detaljna – zato bi bilo dobro da se prvo njemu posvetite. Nakon toga, na osnovu šema kola moći ćete sami da dovršite i ostale projekte. Ako vam je potrebna pomoć za tumačenje šema, vratite se poglavljima 6 i 7.

Sve što vam treba – na jednom mestu

Sve projekte iz ovog poglavlja – izuzev elektronskog kompasa – moći ćete da dovršite na nelemivoj prototipskoj ploči. Naravno, ako želite, slobodno to uradite na štampanoj ploči.



Sve delove koje koristimo u ovim projektima – na primer, tranzistore, integrirana kola, kondenzatore, čak i žice – predstavili smo u poglavljima 4 i 5. Prototipske ploče i konstruisanje kola opisali smo u poglavljima 11 i 12. Ako zapnete u toku rada, potražite pomoć u ovim poglavljima.

S jednim izuzetkom (elektronski kompas, zahtevan ali vredan truda), sve potrebne delove za projekte iz ovog poglavlja moći ćete da nabavite u svakoj prodavnici elektroopreme ili na Webu. Ako nemate u blizini dobro opremljenu prodavnici elektronskih delova, potražite savet od drugih hobista na Webu.

Ukoliko ne naglasimo drugačije, nadalje će važiti sledeće:

- ✓ Svi otpornici su deklarisani za $\frac{1}{4}$ ili $\frac{1}{8}$ vati, i 5 ili 10 posto tolerancije.
- ✓ Svi kondenzatori su za minimalno 25 volti. Tip potrebnog kondenzatora (blok, elektrolitički ili tantalov) preciziraćemo u spisku delova za svaki projekat.

Napravite zanimljiva, otkačena, trepćuća svetla

Prvi projekat koji smo svi mi napravili bilo je svetlo koje se naizmenično uključivalo i isključivalo. Nije radilo ništa drugo, ali i to je bilo dovoljno. Valjalo je zalemiti tranzistor, otpornik i diode. Trebalo mi je dva dana i 17 dolara za delove. Danas, zahvaljujući posebnom integriranom kolu, pravljenje trepćućeg svetla traje tek nekoliko minuta i košta manje od 100 dinara. To posebno kolo zbog koga je trepćuće svetlo tako lako napraviti jeste tajmer LM555. Ovaj čip je za elektroniku ono što je mleko za kolače. Osnova je mnogih projekata koje ćete praviti, uključujući i nekoliko iz ovog poglavlja. Čip 555 možete koristiti na različite načine, ali najbitnija njegova funkcija jeste davanje impulsa u pravilnim intervalima – poput elektronskog metronoma. U ovom poglavlju pokazaćemo vam više načina da pomoći te funkcije ostvarite mnoštvo zanimljivih efekata.

Čip LM555 (ili njegovu odgovarajuću zamenu) možete kupiti u skoro svakoj prodavnici elektroopreme. Mi volimo da ih kupujemo u paketima od 15 do 20 – tako štedimo novac. Ne brinite da ćete natprati previše zaliha, brzo ćete ih istrošiti. Jedan čip košta oko 10 dinara, a kada kupujete veću količinu, cena po čipu se proporcionalno smanjuje. Dobavljači koji prodaju čipove 555 u „šlajfama“ imaju najpovoljnije cene. Šlajfna je duga između 45 i 60 centimetara (zavisno od prodavca) i sadrži nekoliko desetina čipova.

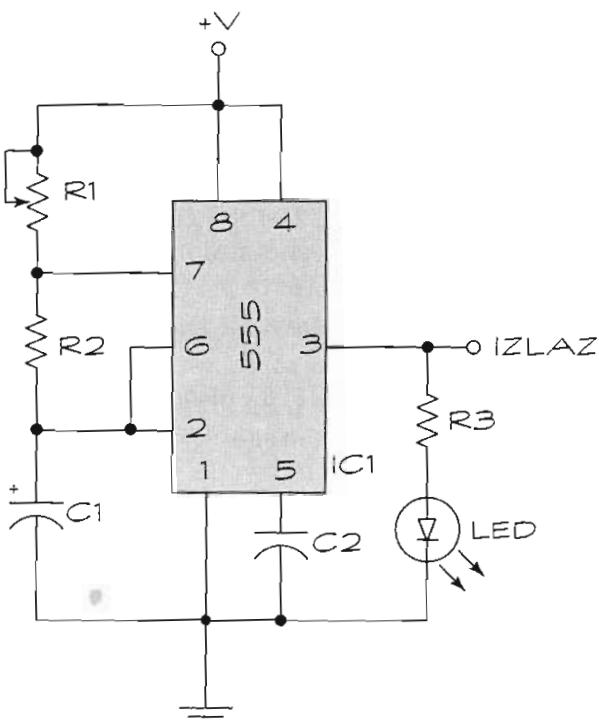


Detaljnije o trepćućem svetlu sa čipom 555

Šemu trepćućeg svetla prikazali smo na slici 14-1. Pokazano je kako da spojite tajmer 555 s LED diodom. Kada se izmeni otpornost promenljivog otpornika (potenciometra) R1, menja se brzina treptanja, od sporog valcera do žustre sambe.

Ako ste zaboravili da tumačite šeme, pogledajte poglavlje 6.





Slika 14-1:
Šema kola za
trepćuću LED
diodu.

Ovo kolo dobro ilustruje kako se integrisano kolo 555 može koristiti kao *asta-bilni multivibrator*. To je samo tehnički izraz za tajmer koji radi neprestano (ili dok mu ne nestane energije).

Integrисано kolo 555 pogodno je i za ispitivanje opreme. Spojite izlaz čipa 555 (pin 3 na čipu) s drugim kolum koje projektujete i iskoristite ga kao izvor signala. Kako to funkcioniše, videćete u nekoliko drugih projekata u ovom poglavlju u kojima se koristi čip 555.

Kolo sa trepćućom LED diodom lako se pravi. Rukovodite se šemom sa slike 14-2. Primetićete da smo povećali razmak između komponenata kako bi raspored delova bio jasniji. Uvek je bolje udaljiti komponente, nego ih zbiti, jer ćete bolje videti šta radite.

Da biste napravili kolo, uradite sledeće:

1. **Prikupite sve potrebne komponente. Pogledajte spisak delova koji je priložen nešto kasnije.**

Nema ničeg goreg od toga da počnete projekat, i da stanete na pola posla jer nemate sve pri ruci!

2. **Pažljivo postavite tajmer 555 na sredinu ploče.**

Integrисано kolo trebalo bi da „opkorači“ prazan srednji red ploče. Referentna oznaka (to malo udubljenje ili jamica na jednom kraju čipa) trebalo bi da bude okrenuta ka levoj strani ploče – nije *obavezno*, ali se nekako podrazumeva među elektroničarima.



3. Na ploču postavite dva nepromenljiva otpornika, R2 i R3, prateći šemu i prikaz prototipske ploče sa slike 14-2.

U poglavlju 4 pomenuli smo da su pinovi (izvodi) na integrisanom kolu označeni brojevima u smeru suprotnom od kretanja kazaljke, počev od referentne oznake. Dakle, ako gledate u prototipsku ploču sa tajmerom 555, i njegova referentna oznaka je na vašoj levoj strani, pin 1 je levo od referentne oznake, dok su pinovi 2, 3 i 4 redom raspoređeni nadole na levoj strani integrisanog kola. Na desnoj strani čipa, pin 5 je naspram pina 4, a pinovi 6, 7 i 8 redaju se nagore (pin 8 je smešten nasuprot pinu 1).

4. Na ploču postavite dva kondenzatora, C1 i C2, prateći šemu i prikaz prototipske ploče sa slike 14-2.

5. Zalemite žice za potenciometar (R1) da biste ga povezali s pločom.

Upotrebite punu žicu debljine 0,6 mm sa kukom na kraju. Boja nije važna. Primetićete da potenciometar ima tri izvoda. Jedan ga povezuje s pinom 7 čipa 555; druga dva izvoda su spojena i povezana sa pozitivnim (V+) polom napajanja.

6. Povežite LED diodu kako je pokazano na šemi i prototipskoj ploči.

Prilikom umetanja komponenata, morate obratiti pažnju na pravilnu orientaciju. Katodu LED diode morate povezati na masu. Pročitajte uputstvo koje ste dobili uz LED diodu kako biste bili sigurni da radite ispravno. (Ako LED diodu umetnete naopako, ništa loše se neće desiti, ali dioda neće svetleti. U tom slučaju, uklonite je, obrnите i ponovo postavite.)

7. Upotrebite punu žicu debljine 0,64 mm, po mogućству već ogoljenu i pripremljenu za korišćenje na nelemivoj prototipskoj ploči, da biste dovršili sve veze.

Ove žice poznate su kao kratkospojnici; većina kola koja budete pravili imaće bar jednu ili dve. Prilikom uspostavljanja ovih veza, koristite prikaz prototipske ploče sa slike 14-2.

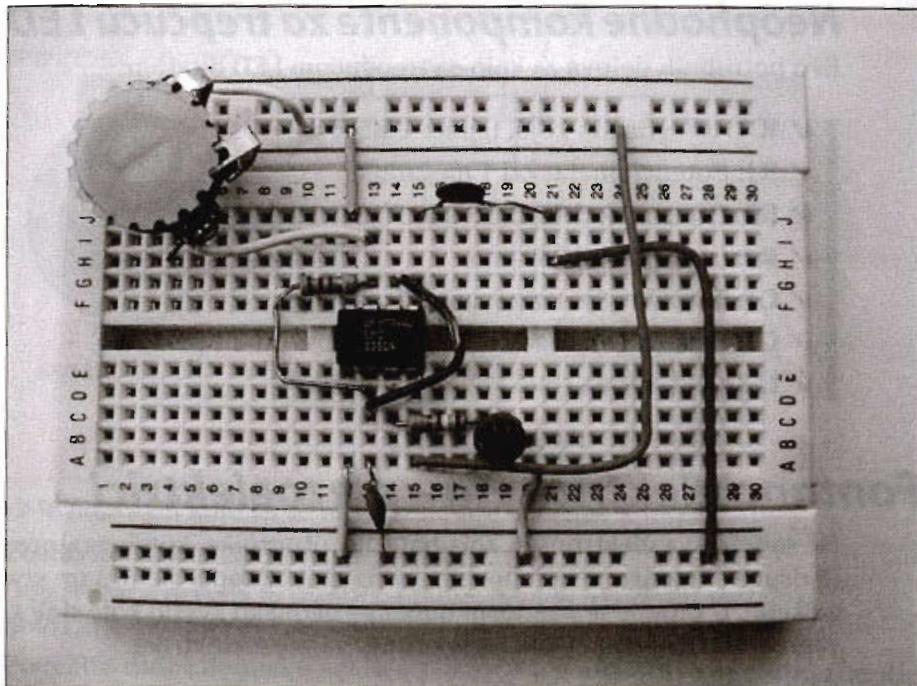
8. Pre priključivanja napajanja, dvaput proverite ono što ste uradili. Uporedite sve veze sa šemom.

9. Na kraju, priključite bateriju od 9 volti na redove za V+ napajanje i za uzemljenje na prototipskoj ploči.

V+ red je na vrhu, a red za uzemljenje na dnu. Lakše je upotrebiti kabl sa konektorom za bateriju od 9 volti koji možete kupiti u nekim prodavnica elektroopreme. Dobro bi bilo da zavarite punu žicu debljine 0,64 mm s kukicom za izvode kabla sa konektorom; tako ćete lakše umetnuti žice u nelemivu prototipsku ploču. Ne zaboravite da je crveni izvod kabla baterije V+, dok je crni izvod masa.

Kada priključite napajanje za kolo, LED dioda bi trebalo da zasvetli. Obrtanjem dugmeta potenciometra R1 promenićete brzinu treperenja svetla. Ako vaše kolo ne radi, isključite bateriju od 9 volti, i ponovo proverite sve veze.

Slika 14-2:
Komponente
kola sa
trepćućom LED
diodom umet-
nute su u
neleminu ploču.



Evo nekoliko uobičajenih grešaka:

- ✓ Postavili ste integrisano kolo 555 IC naopako. To može oštetiti čip, pa ako do toga dode, preporučujemo da uzmete drugi tajmer 555.
- ✓ Umetnuli ste LED diodu naopako. Izvucite je i obrnite.
- ✓ Niste dovoljno duboko utisnuli žice i izvode komponenata u otvore na prototipskoj ploči. Žice moraju stabilno stajati u ploči, da ne bi došlo do prekida u kolu.
- ✓ Vrednosti komponenata su pogrešne. Proverite ih dvaput, za svaki slučaj!
- ✓ Baterija je „crkla“. Stavite novu.
- ✓ Pogrešno ste povezali žice. Pozovite prijatelja da pogleda – tude oči mogu da uoče greške koje ste vi možda prevideli.



Dobro bi bilo da novo kolo prvo napravite na prototipskoj ploči, jer ćete tokom rada verovatno stalno nešto menjati. Kada proradi na prototipskoj ploči, možete ga učiniti trajnim. Radite polako i ne zaboravite da proverite ono što ste uradili dvaput, pa i triput. Ne brinite – za kratko vreme postaćete profesionalac i s lakoćom ćete praviti veoma složena kola na svojoj prototipskoj ploči.

Neophodne komponente za trepćuću LED diodu

Evo potrebnih delova za kolo sa trepćućom LED diodom:

- ✓ IC1: Integrисано коло, тјемер LM555
- ✓ R1: Потенциометар од 1 megaома
- ✓ R2: Опзорник од 47 kilooma
- ✓ R3: Опзорник од 330 oma
- ✓ C1: Танталов (поляризован) кондензатор од 1 μ F
- ✓ C2: Блок (неполяризован) кондензатор од 0,1 μ F
- ✓ LED: LED диода (било која боја светла)

Fontana elektriciteta – piezoelektrici

Ne sadrže sva elektronska kola baterije, otpornike, kondenzatore, tranzistore ili druge standardne komponente. Projekat čiji opis sledi, sam stvara struju za sebe. U pitanju je svetlosni bubanj – neonsko svetlo koje sine kada udarite piezoelektrični disk. Odličan je primer za piezoelektričke.

Piezo-šta?

Reč piezo je grčka i znači „pritisnuti“ ili „iscediti“. Pre mnogo godina, ljudi koji su imali silno slobodno vreme, otkrili su da se snažnim pritiskom na određene kristale može dobiti struja. Ti isti kristali menjaju oblik – sasvim malo – kada kroz njih pustite struju. Ispostavilo se da je to bilo važno otkriće, jer se piezoelektricitet danas koristi u nebrojeno mnogo uređaja, poput kvarcnih satova, alarma, startera za električni roštilj i mnoštva drugih spravica.

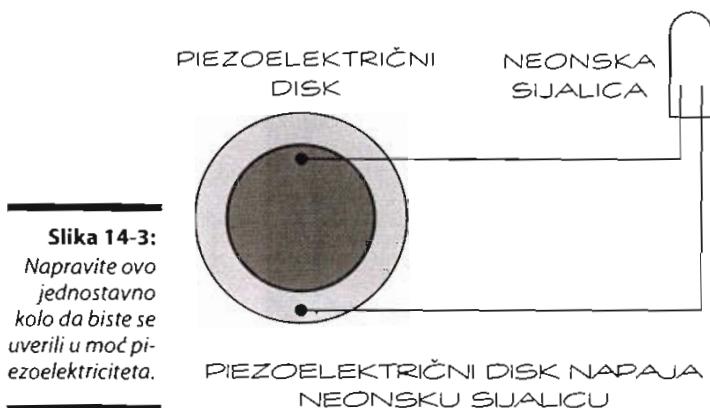
Eksperimentisanje sa piezoelektricitetom

Običan piezoelektrični disk dovoljan je da na jednostavan i zabavan način eksperimentišete sa piezoelektricitetom. Ovakve diskove možete naći u prodavnicama elektroopreme ili na Webu, a nisu skupi.

Kupite disk za koji su već zalemljene dve žice. Neki diskovi imaju samo jednu žicu – i oni će koristiti. Za vezu s masom možete upotrebiti drugu žicu koju ćete zakačiti za ivicu metalnog podnožja diska.

Na slici 14-3 prikazano je kolo s jednim diskom i jednom neonskom sijalicom. (Neonsku sijalicu možete kupiti u prodavnicama elektroopreme.) Neonske sijalice se neće upaliti ako ih ne priključite na makar 90 volti. To je jaka struja! Ali, piezoelektrični disk lako će proizvesti toliki napon.





Da biste napravili kolo sa slike 14-3, sledite naredne korake:

1. Postavite disk na izolovanu površinu.

Odgovaraće drvena ili plastična tabla; nemojte koristiti metalnu površinu.

2. Povežite disk i neonsku sijalicu pomoću para kablova sa metalnim štipaljkama (slika 14-4).

Jednim kablom povežite crvenu žicu diska s jednim izvodom neonske lampe (nije važno kojim). Drugi kabl povezuje crnu žicu diska sa drugim izvodom neonske sijalice.

3. Položite disk na podlogu.

4. Blago udarite disk plastičnim krajem odvijača.

Kad god udarite disk, neonska sijalica zasvetli.



Izbegavajte kontakt sa dve žice koje polaze od diska. Premda strujni udar nije opasan, nećete se osećati priyatno!

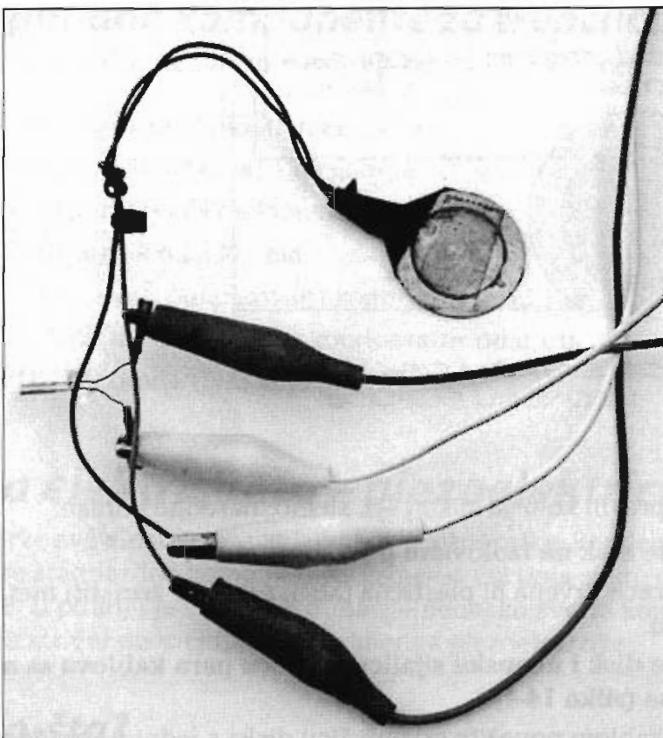
Znate li kako da iskoristite ovo kolce da zadivite porodicu i prijatelje? Dve reči – svetlosni bubanj!

Zadivite prijatelje svojim svetlosnim bubenjem koji ćete napraviti na sledeći način:

1. Naredajte tuce diskova i neonki naizmenično jedne do drugih.

2. Parove disk-neonka zlepite trakom ili lepkom za plastičnu osnovu.

3. Nabavite par palica za bubenjeve, zamračite sobu i lupajte po diskovima u ritmu omiljene pesme.



Slika 14-4:
Povežite disk
i neonsku sija-
licu pomoću
kablova sa
štipaljkama.

Delovi za piezoelektrično kolo

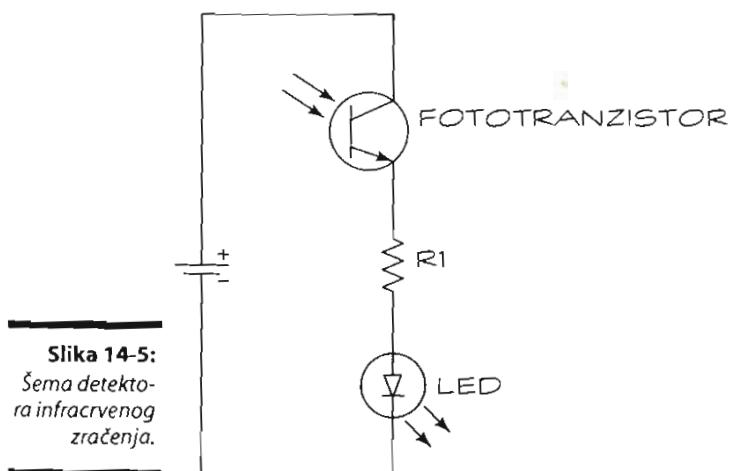
Za eksperiment sa piezoelektricitetom treba vam tek nekoliko komponenata:

- ✓ običan piezoelektrični disk (istи onakav kakav se koristi za alarme, po mogućству sa dve zalemljene žice);
- ✓ neonska sijalica;
- ✓ par metalnih štipaljki;
- ✓ nešto čime ćete lupati po disku, poput odvijača ili bubnjarskih palica (ali ne palica za bejzbol).

Konstruisanje fantastičnog detektora infracrvenog zračenja za lov u mraku

Zavidite li mačkama zato što vide u mraku? I vi ćete moći isto, poštov napravite ovaj jednostavan detektor infracrvenog zračenja. Kolo ima samo tri komponente (i bateriju). Ukoliko hoćete da učinite kolo zanimljivim; dodajte mu SPST („single-pole single-throw“) – jednopolni prekidač s jednom pozicijom između pozitivnog pola baterije i fototranzistora – tako ćete moći da uključujete i isključujete detektor; u jednostavnijoj varijanti, ako ne želite više da koristite detektor, isključite bateriju.

Šema detektora infracrvenog zračenja prikazana je na slici 14-5. U ovom kolu koristimo fototranzistor, ne fotodiodu. Spolja izgledaju isto, zato proverite šta piše na kutiji. Osim toga, važna je i pravilna orijentacija fototranzistora i LED diode. Ako okrenete bilo koju od te dve komponente naopako, detektor neće raditi.



Potera za infracrvenim zračenjem

Pomoću ovog detektora možete proveriti da li nešto emituje infracrveno zračenje. Evo dva predloga primene:

- ✓ **Daljinski upravljač – IC ili ne IC?** Pošto se u daljinskim upravljačima koristi infracrveno (IC) zračenje, teško je utvrditi gde je kvar kada prestanu da rade. Da li je problem u daljinskom, ili je krivica do TV-a ili drugog uređaja u kući? Da biste proverili ispravnost daljinskog upravljača, postavite ga pred fototranzistor za infracrveno zračenje. Pritisnite bilo koje dugme na daljinskom; ako LED dioda vašeg detektora zasvetli, daljinski je ispravan.
- ✓ **Kontrašpijunaža:** Proverite da li je neko postavio skrivene kamere u vašoj sobi. Današnje minijaturne kamere (poput one na slici 14-6) vide i u mraku zato je u njih ugraden izvor infracrvenog zračenja. Upotrebite svoj detektor da pronadete ovakve izvore infracrvenog zračenja koje sami ne možete videti. Isključite svetla i skenirajte sobu obilazeći je s detektorem u rukama. Ako LED dioda zasvetli, čak i ako ne vidite svetlosni izvor, moguće je da ste upravo otkrili skrivenu kameru!



Premda je fototranzistor za infracrveno zračenje najosetljiviji na ovaj opseg spektra, reaguje i na vidljivu svetlost. Najbolje rezultate postići ćete ako detektor koristite u slabo osvetljenoj prostoriji. Sunčeva svetlost i direktno svetlo stonih lampi i drugih izvora mogu da utiču na reakciju detektora.



Slika 14-6:
Ova minijatur-
na kamera
može da vidi
u mraku, zato
što ima šest
dioda koje
emituju infr-
crveno
zračenje.

Komponente za detektor infracrvenog zračenja

Kratka i slatka je lista delova za ovaj projekat:

- ✓ **Q1:** Fototranzistor za infracrveno zračenje (za ovaj primer mi smo koristili RadioShack 276-0145, ali biće dobar skoro svaki fototranzistor)
- ✓ **R1:** Otpornik od 330 oma
- ✓ **LED:** LED dioda (bilo koja boja svetlosti)

Ruke uvis! Policija!!

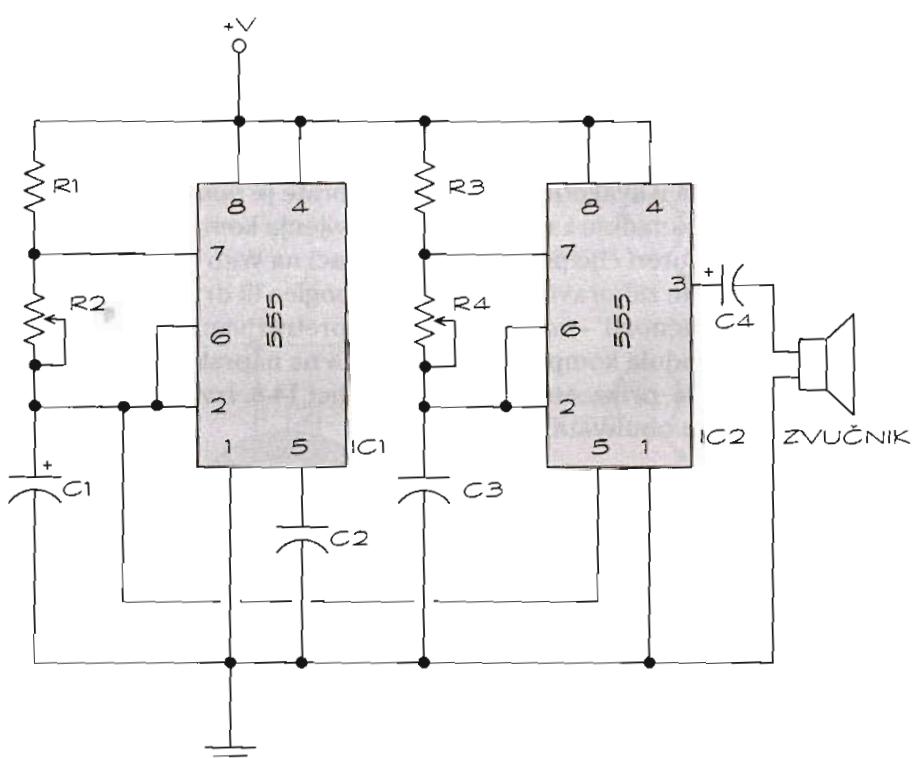
Nažalost, nećete moći da uhapsite loše momke kada se oglasi sirena koju pravimo u narednom projektu. Ali, fino zvuči, a može vas obaveštavati kada nepoželjna osoba upadne u vaše tajno skrovište gde čuvate: stare ploče Bijelog dugmeta, „edukativne“ časopise, domaću rakiju staru dvadeset godina ili nešto slično.

Kako radi vaš oglašavač

Ovo kolo (slika 14-7) koristi dva tajmera 555. Oba ćete upotrebiti kao astabilne multivibratore; to jest, neprestano će menjati izlazni signal od niskog do visokog, pa opet do niskog. Dva tajmera rade na različitim frekvencijama. Desni tajmer sa slike proizvodi čujne tonove. Ako njegov izlazni signal odvedete na zvučnik, čućete postojan ton srednjeg tonaliteta.

Izlazni signal čipa 555 sleva – ton koji se sporije menja iz nižeg u viši i obrnuto – povezuje se s pinom 5 čipa 555 na desnoj strani slike. Zvučnik se povezuje sa izlaznim signalom čipa 555 na desnoj strani.

Podesite dva potenciometra, R2 i R4, da menjaju visinu i brzinu zavijajućeg zvuka sirene. Kada podesite vrednosti ova dva potenciometra moći ćete da proizvedete različite varijante sirene i druge zanimljive zvučne efekte. Ovo kolo može da radi s bilo kojim naponom između 5 i 15 volti.



Slika 14-7:
Policijska siren-a napravljena
sa dva tajmera
555.

Komponente za sirenu sa tajmerima 555

Ako hoćete da irritirate komšiluk alarmom, kupite naredne komponente:

- ✓ **IC1, IC2:** Integrисано коко, тјмдер 555
- ✓ **R1, R3:** Отпорник од 2,2 kilooma
- ✓ **R2:** Potenciometar od 50 kilooma
- ✓ **R4:** Potenciometar od 100 kilooma
- ✓ **C1:** Elektrolitički (polarizovani) kondenzator od 47 μ F
- ✓ **C2:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od 0,01 μ F
- ✓ **C3:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od 0,1 μ F
- ✓ **C4:** Elektrolitički ili tantalov (polarizovani) kondenzator od 1 μ F
- ✓ **Zvučnik:** 1 vat, 8 oma

Izgubite se... ili se snađite, sa elektronskim kompasom

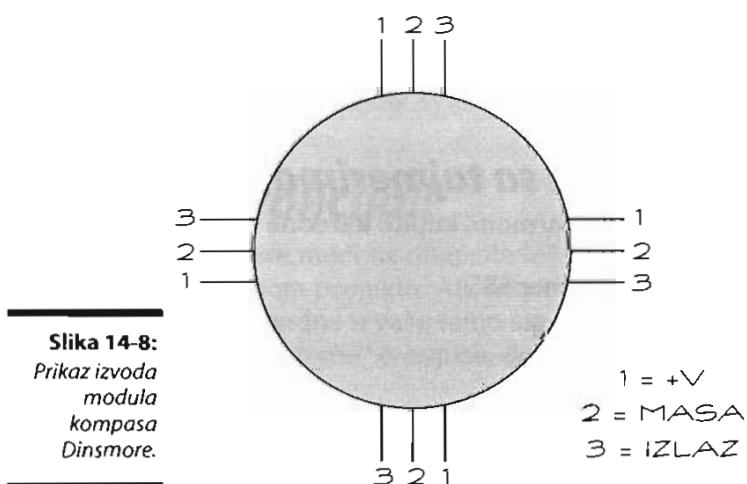
Pomoću ovog otkačenog elektronskog kompasa otkrijte gde se nalazite! U magnetnom kompasu koji opisujemo koristi se tehnologija koju proizvodači ugrađuju u brojne automobile radi elektronskog navođenja. Četiri LED diode svojim svetlom označavaju četiri ključne tačke na mapi: N (sever), S (jug), E (istok) i W (zapad). Kao indikacija pomoćnih pravaca – SW, SE, NW i NE – svetle odgovarajući parovi susednih dioda.

Šta krije kompas?

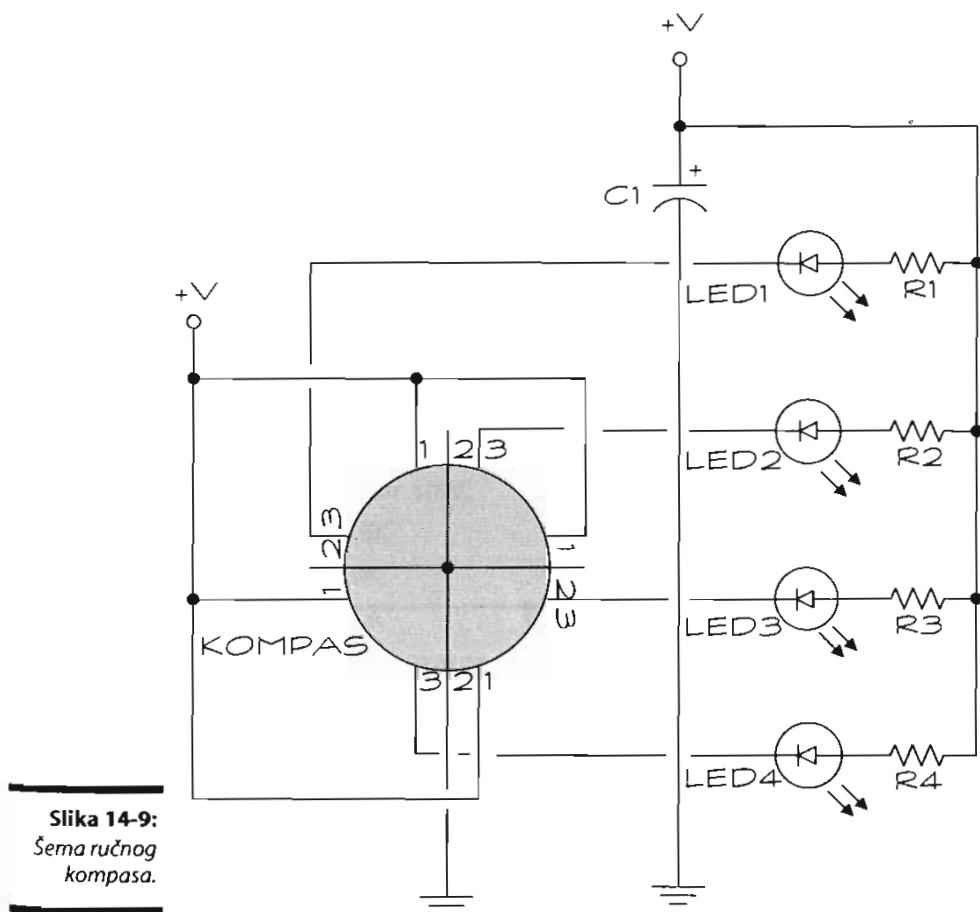
Srce ovog projekta je specijalan modul kompasa, Dinsmore 1490. To nije česta komponenta u svakodnevnom radu. Morate je posebno naručiti, ali taj dodatni trošak nadoknađuje zabava tokom pravljenja kompasa. Modul kompasa prodaju distributeri čije podatke možete naći na Web lokaciji proizvodača www.robsonco.com. Ne zaboravite da pomoću Googlea ili drugog pretraživača potražite i druge mogućnosti – unesite u polje za pretraživanje izraz „dinsmore compass“.

Oblik modula kompasa 1490 podseća na naprstak. Na dnu senzora je niz 12 malih izvoda, prikazanih šematski na slici 14-8. Izvodi su grupisani po tri, a svaka grupa obuhvata sledeće veze:

- ✓ napajanje
- ✓ uzemljenje (masa)
- ✓ izlazni signal



Šema elektronskog kompasa prikazana je na slici 14-9. Pažljivim lemljenjem napravićete elektronski kompas koji možete nositi svuda sa sobom. Stavite ga u malu kutiju sa LED diodama kružno raspoređenim u tačkama N, E, S, W. Kutije možete potražiti u prodavnicama elektroopreme. Ima ih različitih veličina, počev od oko 5 kvadratnih centimetara. Odaberite kutiju dovoljno veliku za kolo i za baterije.



Slika 14-9:
Šema ručnog
kompassa.

Kompas možete napajati baterijom od 9 volti. Na pozitivan pol baterije vežite prekidač da biste mogli da uključujete i isključujete kompas. Umesto toga, kompas možete isključiti tako što ćete odvojiti bateriju od kontaktne kabla.

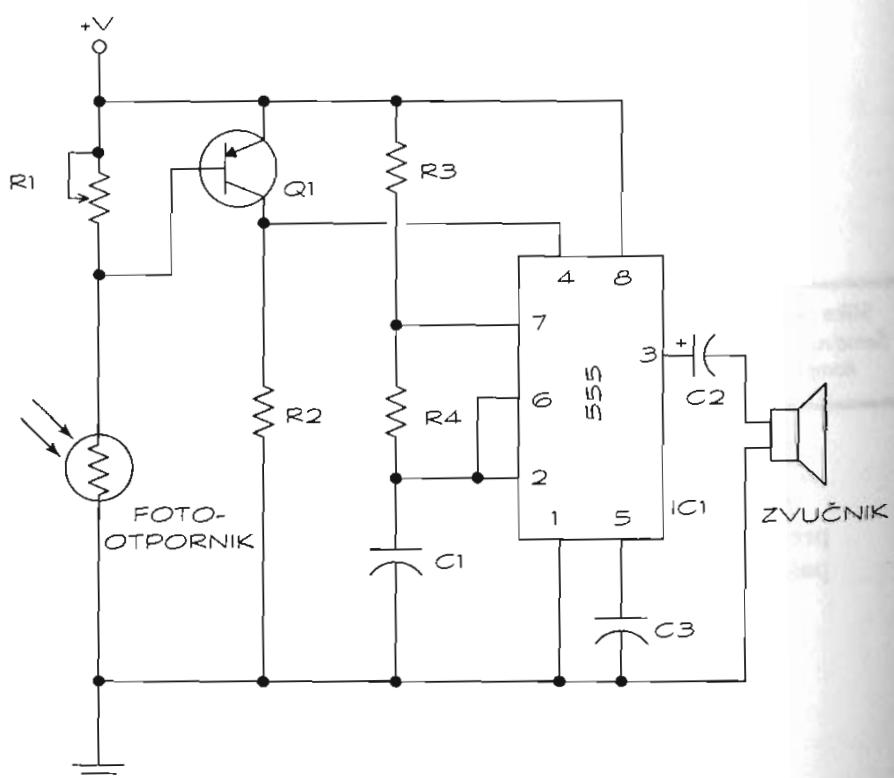
Komponente za elektronski kompas

Evo neophodnih komponenata za kompas koji će vas spasiti kada se izgubite:

- ✓ **KOMPAS:** Magnetni elektronski kompas Dinsmore 1490 (pogledajte odeljak „Šta krije kompas“ ranije u ovom poglavlju)
- ✓ **R1-R4:** Otpornici od 1 kilooma
- ✓ **C1:** Elektrolitički (polarizovani) kondenzator od $10\ \mu F$
- ✓ **LED1-LED4:** LED dioda (bilo koja boja svetlosti)
- ✓ **RAZNO:** Kutija, prekidač, kabl sa priključkom za bateriju (ništa nije obavezno)

Buka i svetlo...

Na slici 14-10 prikazana je šema alarma za svetlo koji se ponaša na sledeći način: ako dode svetlo, alarm se uključuje. Srce projekta je tajmer LM555 koji se ponaša kao generator zvuka. Kada svetlost padne na fotootpornik, promena otpornosti uključuje tranzistor Q1. To će aktivirati tajmer 555 koji će zapištati iz petnih žila. Osetljivost alarma možete podesiti pomoću promenljivog otpornika (potencijometra) R1.



Slika 14-10:
Šema alarma
za svetlo.

Čemu uopšte sve to?

Izgleda vam malo besmisleno da pravite alarm koji se uključuje kad god oseti svetlost? Iznenadenje! Ovaj alarm osjetljiv na svetlo može biti koristan u različitim prostorijama i situacijama:

- ✓ Stavite alarm u ostavu, tako da se oglasi kad god neko pokuša da pokrade domaće biskvite. Neka se buce u vašoj porodici pričuvaju! Kada se vrata ostave otvore, svetlost će obasjati alarm i on će zapištati.
- ✓ Da li u garaži čuvate složeni elektronski projekat koji niko sem vas ne sme da dira? Stavite alarm u garažu, blizu vrata. Ako neko otvorи vrata garaže tokom dana, svetlost će se probiti, a alarm oglasiti.
- ✓ Napravite sopstvenog petlića koji će vas buditi u cik zore. (Kome treba budilnik?)

Komponente za alarm za svetlo

Evo liste delova alarma za svetlo:

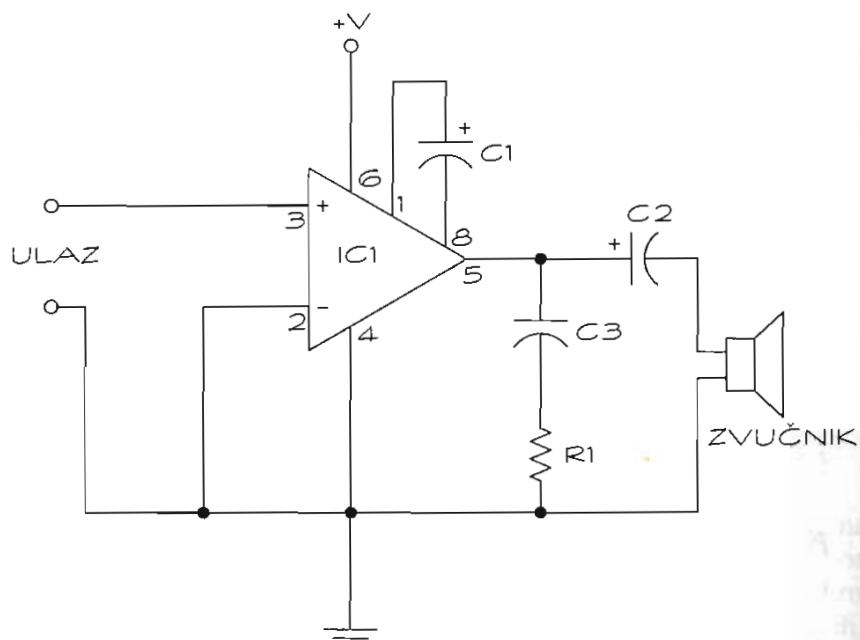
- ✓ **IC1:** Tajmer LM555
- ✓ **Q1:** Tranzistor 2N3906 PNP
- ✓ **R1:** Potenciometar 100K
- ✓ **R2:** Otpornik 3,9K
- ✓ **R3:** Otpornik 10K
- ✓ **R4:** Otpornik 47K
- ✓ **C1, C3:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od 0,01 µF
- ✓ **C2:** Elektrolitski ili tantalov (polarizovani) kondenzator od 1,0 µF
- ✓ **Zvučnik:** 0,5 vati, 8 oma
- ✓ **Fotootpornik:** Eksperimentišite s različitim veličinama; na primer, fotootpornik veće otpornosti povećaće osjetljivost kola.

Sitan pojačavač, krupan zvuk

Mali pojačavač doprineće da se naredni projekat daleko čuje – a za njihovu izradu koristićete jeftine delove koje možete naći u većini prodavnica elektroopreme. Radi se o integriranom kolu, pojačavaču snage LM386 – on pojačava ton koji dolazi od mikrofona, generatora zvuka i mnogih drugih izvora signala.

Tajne malog pojačavača

Na slici 14-11 prikazana je šema ovog projekta koji se sastoji od samo šest delova, uključujući zvučnik. Pojačavač možete napajati naponom od 5 do 15 volti – to znači da je baterija od 9 volti sasvim pogodna.



Slika 14-11:
Šema malog
pojačavača.

Da biste koristili pojačavač, povežite izvor signala, poput mikrofona, sa pinom 3 čipa LM386. Ne zaboravite da povežete masu izvora signala s masom pojačavačkog kola.



Zavisno od izvora signala, možda ćete dobiti bolji zvuk ako između izvora i pina 3 kola LM386 postavite kondenzator od $0,1 \mu\text{F}$ do $10 \mu\text{F}$. Za manje vrednosti, (ispod $0,47 \mu\text{F}$), koristite blok kondenzator, dok je za veće vrednosti ($1 \mu\text{F}$ ili više), bolje izabrati tantalov kondenzator. Ako koristite polarizovan kondenzator, okrenite njegov pozitivan kraj ka izvoru signala.

Ovaj pojačavač nema kontrolu jačine zvuka pa će vas kvalitet zvuka možda podsetiti na amaterske snimke na muzičkim trakama. Ali ovo jednostavno i malo kolo ima dovoljno veliko srce za mnogo zvuka.

Komponente za pojačavač

Evo spiska komponenata neophodnih za ovaj projekat:

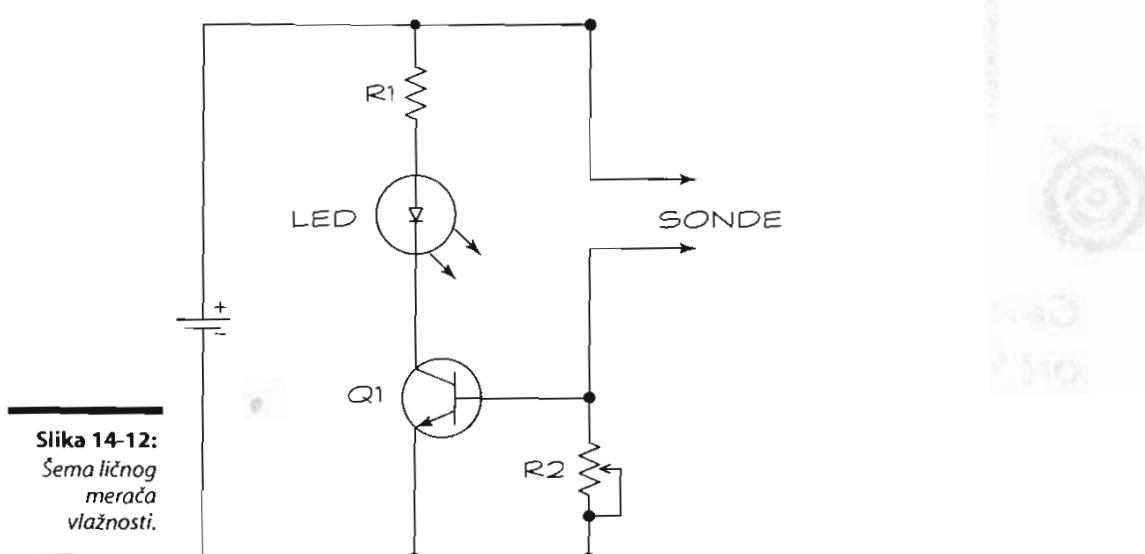
- ✓ **IC1:** Pojačavač LM386
- ✓ **R1:** Otpornik od 10 ohma
- ✓ **C1:** Elektrolitički (polarizovani) kondenzator od $10 \mu\text{F}$
- ✓ **C2:** Elektrolitički (polarizovani) kondenzator od $220 \mu\text{F}$
- ✓ **C3:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od $0,047 \mu\text{F}$
- ✓ **Zvučnik:** 0,5 vati, 8 ohma



Što su bolji mikrofon i zvučnik, jasniji je zvuk!

Merač vlažnosti

Sa meračem vlažnosti prikazanim na slici 14-12 možda nećete moći da otkrivate vodu na Marsu, ali ćete moći da proverite kolika je vlažnost biljaka te ima li vode ispod vašeg tapisona.



Kako radi merač vlažnosti

Ovaj merač vlažnosti je zadržljivo jednostavan. Zasniva se na principu električne provodljivosti vode (zbog koje ne smete da se kupate sa uključenim tosterom u rukama). Merač ima dva mala metalna izvoda (sonde). Kada ih stavite u vodu, voda – usled svoje provodljivosti – zatvara kolo, koje usmerava struju u tranzistor. Čim se tranzistor uključi, uključuje LED diodu koja zasvetli. Kada izvodi nisu u kontaktu s vodom (ili s nekim drugim provodnim medijumom), kolo merača nije zatvoreno, i LED dioda ne svetli.

Dva izvoda napravićete od malih eksara od oko 4 cm. Postavite eksere na parče plastike, na rastojanju od oko 1,5 centimetara. Ekseri treba da stoje paralelno. Zakucajte eksere u plastiku tako da je probiju. Kroz te metalne tačke sonde će prodreti duboko u ispitivani materijal. Na primer, izvode merača možete ubesti u tapison i utvrditi ima li ispod njega tragova vode iz cevi koja je pukla u susednoj prostoriji.

Osetljivost merača možete promeniti tako što ćete izmeniti otpornosti potencijometra R2. Počnite na sredini, potom pomjerajte dugme u jednom ili drugom smeru, zavisno od količine vlage ili vode u ispitivanom objektu.

Merač vlažnosti radi s naponom od 5 do 12 volti – biće vam dovoljna baterija od 9 volti.

Komponente za merač vlažnosti

Za merač vlažnosti potrebne su vam naredne komponente:

- ✓ **Q1:** Tranzistor 2N2222 NPN
- ✓ **R1:** Otpornik od 470 oma
- ✓ **R2:** Potenciometar 50K
- ✓ **LED:** LED dioda (bilo koja boja svetlosti)
- ✓ **Sonde:** Dva eksera (dužine oko 4 cm)



Pošto ekseri nisu standardne elektronske komponente, pogledajte u opisu projekta kako se koriste!

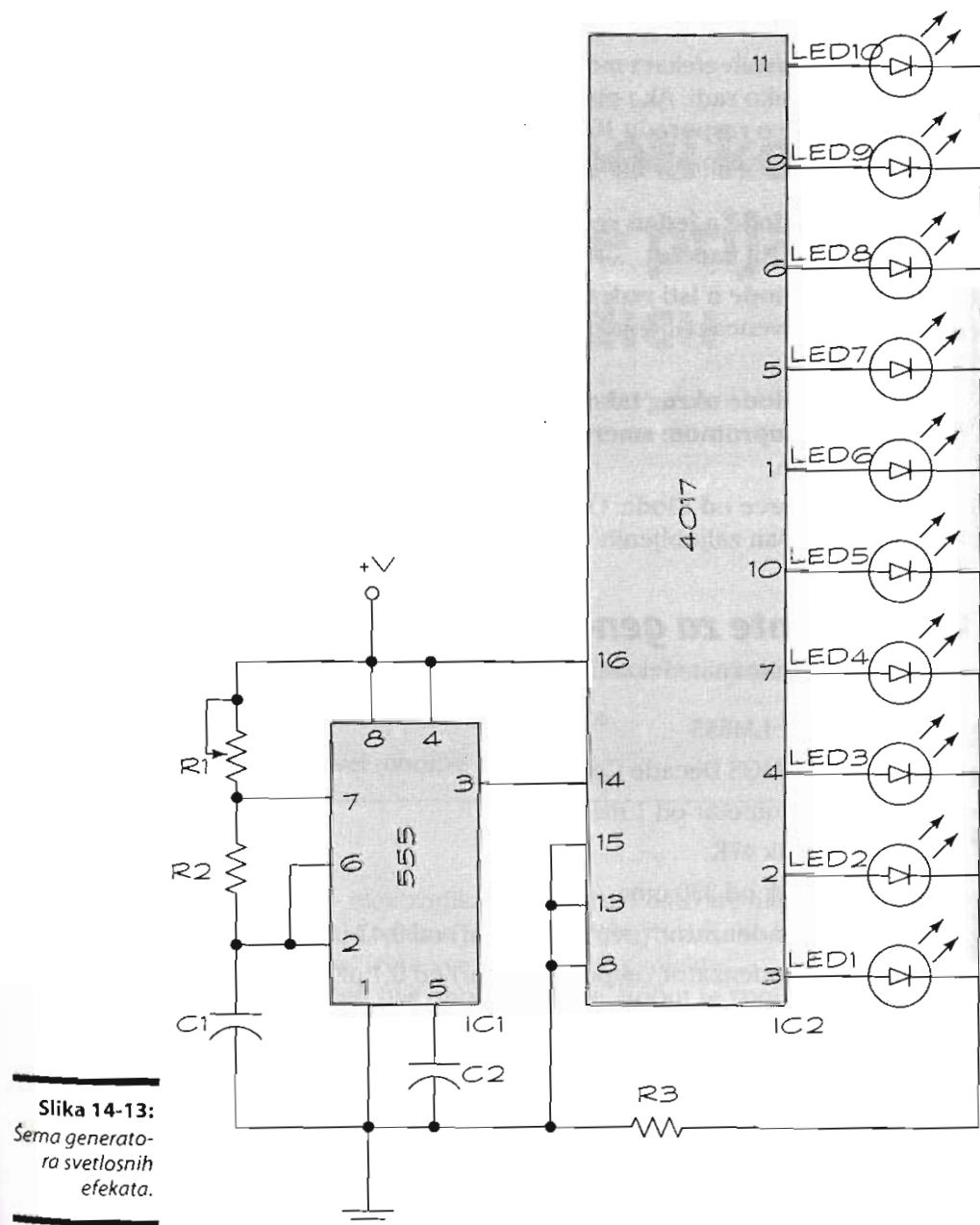
Generator svetlosnih efekata od kojih zastaje dah

Možda ste u naučno-fantastičnim serijama i filmovima iz osamdesetih godina prošlog veka videli svetlosne mačeve i pištolje. Lako ih i sami možete napraviti u svojoj garaži za manje od jednog sata.

Za generator zadržavajućih svetlosnih efekata (šema je na slici 14-13) trebaju vam samo dva jeftina integrisana kola i šaka još jeftinijih standardnih elektronskih komponenata.

Kolo se sastoji od dva dela:

- ✓ **Mozak:** Tajmer LM555 čini prvi deo, na levoj strani šeme. Koristite ga kao astabilni multivibrator (zapravo, pravićete isto osnovno kolo kao za trepčuću LED diodu, opisano u odeljku „Napravite zanimljiva, otkačena trepčuća svetla“ ranije u ovom poglavljju). Tajmer 555 proizvodi niz impulsa čiju frekvenciju menjate pomoću potenciometra R1.
- ✓ **Telo:** Drugi deo, na desnoj strani šeme, sadrži čip 4017 CMOS Decade Counter. Čip 4017 uključuje po 10 LED dioda, redom. Diode se uključuju kada čip 4017 primi impuls od tajmera 555. Čip 4017 povezaćete tako da neprestano ponavlja sekvencu uključivanja dioda (od prve do desete), dok god se kolo napaja.



Poređajte LED diode

Generator svetlosnih efekata možete prvo napraviti na prototipskoj ploči da biste proverili kako radi. Ako planirate da ga konstruišete na lemovoj ploči, dobro razmislite o rasporedu 10 LED dioda. Na primer, da biste ostvarili različite svetlosne efekte, probajte da uradite sledeće:

- ✓ **Postavite diode u jedan red:** Svetla će se neprestano paliti jedno za drugim nagore (ili nadole).
- ✓ **Postavite diode u isti red, ali naizmenično sleva i zdesna:** Povežite diode tako da sekvenca paljenja počne od levog i desnog kraja i pomera se ka sredini.
- ✓ **Postavite diode ukrug tako da se uključuju u smeru kretanja kazaljke na satu (ili u suprotnom smeru):** Ova svetlosna šema podseća na okretanje točka ruleta.
- ✓ **Napravite srce od dioda:** Ovakvim rasporedom napravićete jedinstven poklon za Dan zaljubljenih.

Komponente za generator svetlosnih efekata

Za generator svetlosnih efekata potrebne su vam sledeće komponente:

- ✓ **IC1:** Tajmer LM555
- ✓ **IC2:** 4017 CMOS Decade Counter IC
- ✓ **R1:** Potenciometar od 1 megaoma
- ✓ **R2:** Otpornik 47K
- ✓ **R3:** Otpornik od 330 oma
- ✓ **C1:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od 0,47 µF
- ✓ **C2:** Blok kondenzator (nepolarizovani) od 0,1 µF
- ✓ **LED1-10:** LED dioda (bilo koja boja svetlosti)

Poglavlje 15

Otkačeni roboti koji će oduševiti vaše prijatelje i porodicu

U ovom poglavlju

U čeljustima robota

Pripreme za samostalno konstruisanje robota

Projekat Skitnice, fantastičnog robota za početnike

Opamećivanje robota

Kompletiranje robota motorima, točkićima, prekidačima i baterijama

Programiranje mozga BASIC Stamp 2 robota Skitnice

Hrabo napred u beskrajni svet robotike

Ne zaboravite – elektronika je zabavna. Pošto ste napravili svoje četrnaesto trepćuće svetlo, vreme je za nova iskustva. Kako budete razvijali elektro-ničarske veštine, tražićete sve veće i bolje projekte.

Robotika može biti baš ono što tražite. Robot je spoj hardvera, softvera i elektronike – kombinovanih na način koji, čini se, udahnuje život toj hrpi plastike, metala i silicijuma. Ne tako davno, da biste napravili robota morali ste provesti sate i sate u radionici i potrošiti stotine, ako ne i hiljade dolara.

Zahvaljujući modernoj elektronici, posebno mikrokontrolerima koji omogućavaju da programirate robota tako da obavlja raznovrsne zadatke, robota možete napraviti za manje od 150 dolara. Sami odlučite šta biste želeli da vaš robot radi. Možete ga programirati da traži nove oblike života ili da istražuje mračne kutke sobe vašeg sestrića. Ili možda na umu imate zadatke kojih se niko do sada nije setio.

U ovom poglavlju pravite dva robota. (Tačnije, pravite dve verzije jednog robota.) Prva verzija je jednostavan robot bez mozga. U drugoj verziji, dodajete mikrokontroler koji programirate tako da robot izvršava razne zadatke. S mozgom ili bez njega, roboti iz ovog projekta obećavaju dobru zabavu.

Roboti: kako ih zamišljamo

Verovatno svi znate kako roboti izgledaju u filmovima. Mogu da hodaju, pričaju i odbijaju armade vanzemaljaca laserskim pištoljima. U poslednjih nekoliko decenija, tehnologija jeste napredovala džinovskim koracima, ali roboti ipak nisu tako fantastični. Robot koga sami pravite pre će biti velik kao mačka, sa inteligencijom bubašvabe. Ali, to ne znači da nisu zabavni! Sasvim suprotno,igranje s robotićima je vrlo zahvalan hobi koji vam nikako neće dosaditi.

U ovom poglavlju opisujemo dva projekta koji se odnose na dva tipa robota: kontrolisane ljudskom rukom i autonomne:

- ✓ **Kontrolisanim robotima upravlja čovek.** U ovom slučaju, sve odluke donosi čovek, ne robot – koji podseća na autić s daljinskim upravljanjem. Komande se prenose robotu bežično ili preko kabla. Dobro je prvo napraviti ovakvog robota, pa se posle baciti na složenije projekte.
- ✓ **Autonomni roboti misle sami za sebe.** Umesto mozga imaju mali računar, obično i jedan ili više senzora kako bi mogli da prepoznaju okruženje i reaguju na njega. Kada isprogramirate robotov računar, on će upravljati svim njegovim aktivnostima.

U ovom poglavlju, prvo opisujemo kako se konstruiše robot kojim upravlja čovek. Konstrukcija je jednostavna – sastoji se samo od osnove robota sa dva motora, dva točka i točkića podupirača između njih zbog ravnoteže. Robotom upravljate preko dva prekidača. Prekidače ćete učvrstiti na malom parčetu drveta ili plastike, zajedno s nekoliko AA baterija. Baterije i prekidače povezujete s motorima robota pomoću dugih žica, kako biste mogli da upravljate robtom dok se slobodno šetate po sobi.

Nakon toga, čeka vas detaljno uputstvo za izradu autonomnog robota. U ovoj verziji, umesto prekidača koristite mikrokontroler BASIC Stamp 2 pomoću koga programirate robota. Prekidač ćete upotrebiti kao oglašavač sudara, kako bi robot znao da je naleteo na nešto. Otkrićete i kako da programirate mikrokontroler da okreće robota u drugom smeru kada se prekidač uključi.

Delovi za robota Skitnicu

Evo svih delova potrebnih da napravite svog robota (detaljnije o njima nešto kasnije):

- ✓ Donja paluba predviđenih dimenzija
- ✓ Gornja paluba predviđenih dimenzija
- ✓ 2 Tamiya motora sa zupčanicima (model #72004)
- ✓ 2 Tamiya Narrow Wheel kompleta točkova (model #70145)
- ✓ Točkić prečnika 3,2 cm (1½ inča)

- ✓ 2 mašinska vijka prečnika oko 3,5 mm, dužine oko 1,3 cm
- ✓ 2 maticice za vijak prečnika 3,5 mm (za točkiće)
- ✓ 4 nosača, napravljena od odstojnika ili mašinskih vijaka prečnika 3,5 mm
- ✓ 2 dvopolna preklopna prekidača sa središnjim pasivnim položajem. (Preklopnići su uključeni kada su van središnjeg položaja. Trebalo bi da imaju oprugu koja ih trenutno uključuje i vraća u središnji položaj kada se prekidači puste.)
- ✓ Držač za baterije AA sa četiri čelije
- ✓ Mala drvena ili plastična tabla (odgovaraće dimenzije 10×10 cm), kao podloga za prekidače i bateriju.
- ✓ Elastičan gajtan za lampu dužine od 50 do 70 cm
- ✓ Lemilica
- ✓ Izolir-traka

Evo nekoliko napomena koje će vam pomoći da pronadete sve navedene materijale i delove:

- ✓ Pogledajte u odeljku „Prikupljanje materijala“ kasnije u ovom poglavlju predloge za materijale za gornju i donju palubu.
- ✓ Tamiya motore i točkove prodaje distributer Tower Hobbies (www.tower-hobbies.com), i mnogi drugi lokalni i Web prodavci. Raspitajte se i u lokalnim prodavnicama elektroopreme.
- ✓ Točkiće prečnika 3,2 cm naći ćete u prodavnicama nameštaja ili alata i opreme za kućne popravke.
- ✓ Dvopolne preklopniče, držač za baterije i elektronske elemente potražite u lokalnoj prodavnici elektroopreme.

U narednom odeljku naći ćete više detalja o pomenutim materijalima i delovima, i uputstvo kako da od njih napravite robota.

Delovi slagalice – pardon, robota

Telo robota ne morate konstruisati po ugledu na ljudsko da bi on dobro radio. Napravite jednostavno i otporno telo pomoću standardnih alatki i od pripremljenih materijala. Birajte što jednostavnija konstrukciona rešenja i poštujte sebe muka. Četvrtasto telo lakše ćete napraviti od ovalnog jer se četvrtasta šasija reže samo pravolinijski. Ako telo robota pravite isecanjem ili prepravljanjem ostataka materijala, uštедеćete novac.

Sami odlučite koliko uredno ćete napraviti telo robota. Mnogi konstruktori ne vole da se zamaraju sečenjem i bušenjem, te se odlučuju za estetski diskutabilnu metodu – spajanje delova lepljivom trakom. Premda je i ova tehnika konstruisanja prihvatljiva, robot sa stabilnim i čvrstim telom neće se raspasti čim dune vetar.

Upoznajte robota Skitnicu

Skitnica, zvezda ovog poglavlja, sasvim je jednostavan robot koji je odličan uvod u robotiku za početnike. Telo Skitnice možete koristiti za oba projekta u ovom poglavlju:

- ✓ Osnovni model Skitnice koristi dva mala DC motora sa zupčanicima koji upravljaju njegovim pokretima pomoću dva povezana prekidača. (Motori sa zupčanicima su isti kao regularni motori, s tim što sadrže i niz zupčanika zbog kojih su pogodni za pokretanje stvarčica poput malih robova.) Robota Skitnicu možete voziti po kući tako što ćete pritisnati prekidač nadole i nagore. Mnogo je zabavnije nego što zvuči, naročito ako imate psa ili mačku koje Skitnica može goniti naokolo. (Ne brinite – nijedna životinja neće se povrediti u ovom projektu.)
- ✓ U naprednjem modelu Skitnice za autonomno odlučivanje i kretanje koristi se mikrokontroler – BASIC Stamp 2. U ovoj verziji, programirate mikrokontroler za ono što želite da Skitnica radi. Ova pametna Skitnica koristi specijalne motore koje morate da rastavite i izmenite. Kako to da uradite, saznaćete u odeljku „Modifikovanje R/C servomotora“ kasnije u ovom poglavlju.

Pripreme za konstruisanje robota

Pre nego što počnete da bušite prvu rupu ili da zatežete prvu maticu, morate da nacrtate šemu robota, prikupite sav materijal i proverite da li imate sve potrebne delove.

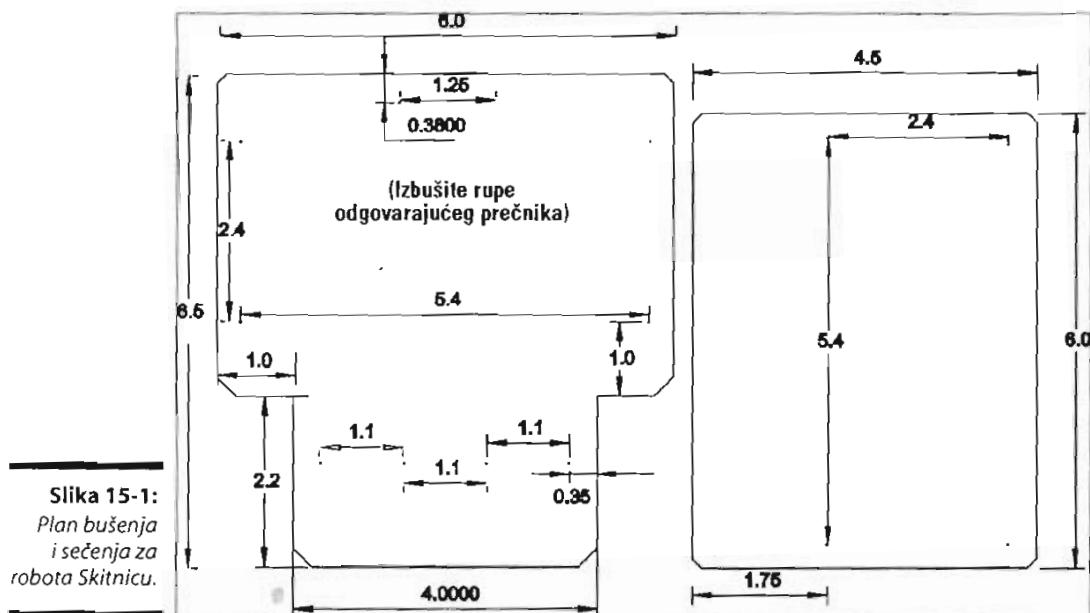
Plan pre svega

Premda ste za jednostavnije projekte koristili šemu kola poput onih iz poglavlja 14, na ovom mestu idete korak dalje – napravićete plan bušenja i rezanja za projekt robota. Ovaj plan je svojevrstan crtež robota. Plan nacrtajte na papiru tako da i po dimenzijama i po obliku precizno odražava budućeg završenog robota.

Slika 15-1 predstavlja plan bušenja i sečenja Skitnice, robota na dve palube. Na ovom planu jedinica dužine je inč ($1" = 2,54 \text{ cm}$).

Plan predstavlja dva dela tela; koje zovemo palube (poput brodskih paluba). To su gornja i donja paluba. Za donju palubu vezujete motore i točkove. Leva polovina gornje palube je prazna i namenjena budućim nadogradnjama (poput dodavanja mozga – mikrokontrolera, što opisujemo kasnije u ovom poglavlju).

Dve palube spojene su *nosačima* (stubovima) – dugim metalnim šipkama sa unutrašnjem navojima koje se pričvršćuju za vijke mašine. Više o nosačima pročitajte u odeljku „Pobliže o delovima“ kasnije u ovom poglavlju.



Slika 15-1:
Plan bušenja
i sečenja za
robotu Skitnicu.

Prikupljanje materijala

Palube robota Skitnice mogu se napraviti od raznih materijala i ne zahtevaju veliku veština. Evo materijala s kojima je najlakše raditi:

- ✓ **Šperploča od tvrdog drveta debljine oko 6 mm:** Dobar izbor je petoslojna šperploča koja se može kupiti u knjižarama ili prodavnicama građevinskih materijala.
- ✓ **Ekspandirana čvrsta PVC ploča debljine od oko 6 mm:** Obično se pominje kao PVCX, Sintra ili Komatex.
- ✓ **Akrilna plastika debljine oko 3 mm:** Ovu plastiku možete kupiti u mnogim prodavnicama materijala specijalizovanim za plastiku ili prodavnicama alata i materijala za domaćinstvo.

Naš omiljeni materijal za telo robota je čvrst ekspandirani PVC, jer je jak, ali lagan, relativno jeftin i lako se seče i buši. Možete ga brusiti kao drvo, te ga mnogi građevinci koriste kao zamenu za drvo. Čvrsti ekspandirani PVC je odličan materijal, ali prodavnice alata i materijala za domaćinstvo ga nemaju – morate ga potražiti u specijalizovanim radnjama za plastične materijale ili radionicama za proizvodnju reklama i logotipa.

Najmanje cenimo akrilnu plastiku, zbog mnoštva razloga:

- ✓ Ako ste nepažljivi, akril može da se raspade prilikom bušenja ili sečenja.
- ✓ Akril lako tupi alatke.
- ✓ Akril stvara ogromnu količinu statičkog elektriciteta, koji – naveli smo u poglavlju 2 – može da ošteti osetljive elektronske komponente.

Premda akrilna plastika nije idealan materijal, možete je upotrebiti ako nemate drugog izbora.

O veličinama mašinskih vijaka

U Sjedinjenim Državama i još ponegde u svetu, veličina mašinskih vijaka predstavlja se sa dva broja, poput 6-32. Evo njihovih značenja:

- ✓ **Prvi broj:** Predstavlja prečnik vijka. Što je manji broj, vijak je tanji. (Vijci jednaki ili veći od $\frac{1}{4}$ inča nemaju ovaj broj, već se namesto njega koristi tačna veličina, poput $\frac{3}{8}$ ili $\frac{5}{16}$ inča.)
- ✓ **Drugi broj:** Predstavlja broj navoja po inču vijka.

Dakle, mašinski vijak 6-32 ima prečnik definisan kao #6 (ako nađete na ovakve oznake, ne brinite šta to tačno znači) i 32 navoja po

inču. Ostale uobičajene veličine vijaka su 4-40, 8-32 i 10-24. Pored prečnika, morate znati i dužinu vijka – na primer, $\frac{1}{2}$ ili $\frac{3}{4}$ inča – kao i tip glave vijka. Za male robote obično se koristi vijak sa zaobljenom glavom.

Slična šema obeležavanja postoji i u metričkom sistemu u kome se prečnik i druge mere izražavaju u milimetrima umesto u inčima. Na primer, vijak M5/40 ili M5 × 40 je mašinski vijak s navojem prečnika 5 mm i dužine 40 mm. U primerima iz ove knjige ponegde su korišćene američke mere, ali vi slobodno koristite njihove metričke ekvivalentne.

Pobliže o delovima

Telo Skitnice sastoji se od dva dela: donje i gornje palube. Donja paluba je veličine 6 sa $6\frac{1}{2}$ inča ($15,2 \times 16,5$ cm), i u njoj ćete napraviti rupe za fiksiranje točkova. Dimenzije gornje palube su iste, što je dovoljno za smeštanje raznorazne elektronike i drugih korisnih stvarčica.

Motori koji pokreću Skitnicu su Tamiya motori s zupčanicima (broj modela je 72004). Na Webu prodaje Tower Hobbies i mnogi drugi dobavljači, a vi ih potražite i na lokalnom tržištu. Motor se ponekad kupuje kao komplet delova koje kasnije spajate. Ima osovinu koju možete spojiti s točkovima raznih vrsta.

Dve palube razdvojene su pomoću dva nosača. Kao nosače možete upotrebiliti spojnice. *Spojnice* (engl. *standoffs*) su metalni odstojnici sa unutrašnjim navojima na jednom kraju, predvidenim za uobičajene veličine mašinskih vijaka. Što je spojница duža, veći je razmak između dve palube. Ovakve spojnice možete kupiti

u prodavnicama elektroopreme. Ili upotrebite mašinske vijke 6-32 (ili njihove metričke ekvivalente) dužine oko 4 cm koje možete kupiti u gvožđarama ili u prodavnicama alata i materijala za kućne popravke.

Ako niste sigurni šta da upotrebite za nosače, možda će vam pomoći sledeće informacije:

- ✓ Minimalna dužina spojnica trebalo bi da bude oko 12 mm – još bolje dužine su 2,5 cm ili 3,55 cm.
- ✓ Mašinski vijci moraju biti dovoljne dužine da omoguće proizvoljnu udaljenost između paluba, pri čemu se moraju uzeti u obzir i debljina materijala paluba i debljina maticice. Na primer, ako želite da razmak između paluba bude 2,5 cm, a koristite PVC ili drvo debljine 6 mm, mašinski vijak mora da bude dug najmanje 4,3 cm – ostatak od 6 mm taman je dovoljan da se zategne matica na kraju vijka.

Konstruisanje tela robota

Pošto ste napravili plan i prikupili materijale, spremni ste za rad! (Ne zaboravite zaštitne naočare.)

Sečenje i bušenje delova tela robota

Prvi korak u pravljenju robota jeste da na osnovu plana sa slike 15-1 izbušite rupe za pričvršćivanje delova, a potom da isečete dve palube.

Delove tela robota Skitnice napravićete na sledeći način:

1. Nacrtajte rupe po planu sa slike 15-1 direktno na drvetu ili plastici. Još bolje bi bilo da ih prvo nacrtate na papiru koji ćete potom zlepiti na drvo ili plastiku za palube.

2. Kada označite rupe, izbušite ih bušilicom s burgijom prečnika 3 mm.

Možete koristiti ručnu bušilicu, ali presom za bušenje izbušićete rupe preciznije. Udaljenost i poravnanje četiri rupe za pričvršćivanje dva motora najbitniji su u ovom koraku.

3. Kada završite bušenje, isecite palube predvidene dimenzije.

To možete učiniti testerom za metal kao sa slike 15-2, ili bilo kojom testerom koju imate pri ruci. Mi prednost dajemo testeri za drvo.

4. Izbrusite uglove paluba da biste ih zaoblili i uklonili oštре ivice.

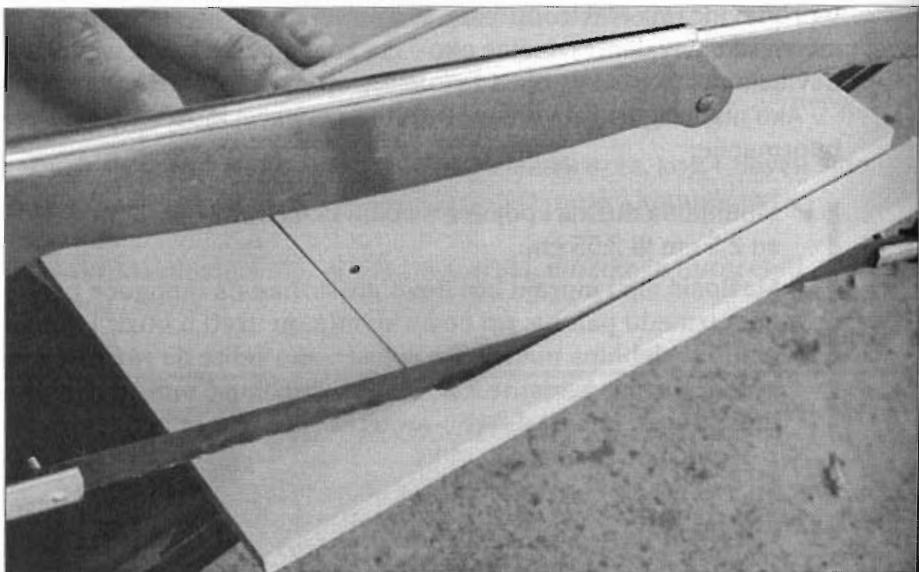
Brusilicom poput one sa slike 15-3 zaoblite uglove. Ukoliko nemate ovu alatku, možete upotrebiti šmirgl-papir finoće 60 ili 80 i malo maziva.

Ako niste sigurni da ćete ivice palube iseći pravo, neka linija po kojoj isecate bude malo pomerena ka spolja od predvidene linije u planu, da biste posle sečenje mogli da išmirglate neravnine.



300 *Deo V: Obilje projekata*

Slika 15-2:
Delove robota
možete iseći
ručnom
testerom.



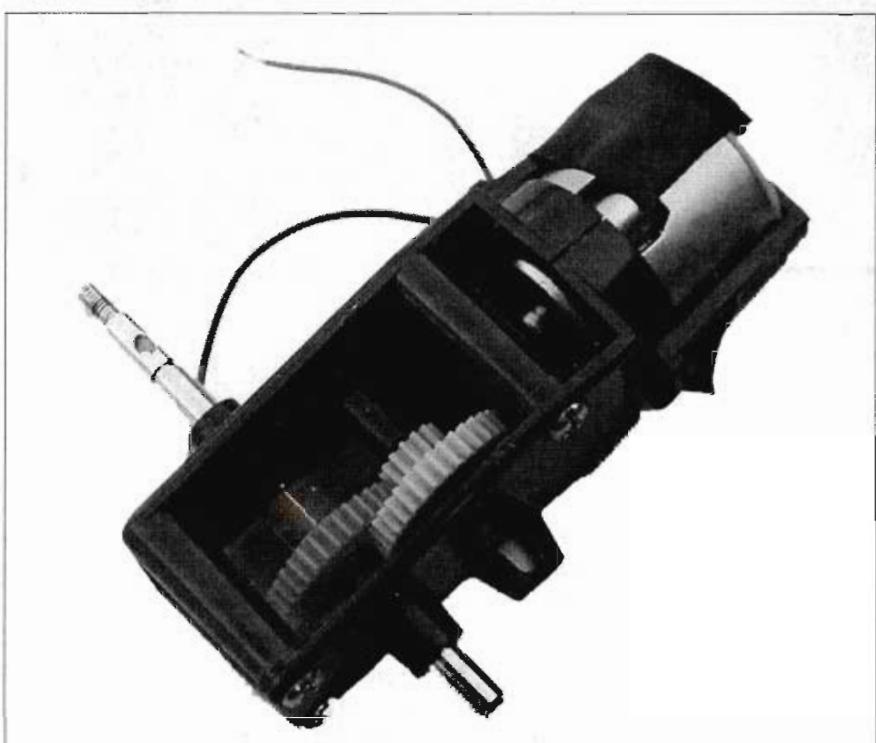
Slika 15-3:
Uglove paluba
zaoblite brusi-
licom ili
šmirglom.



Sastavljanje i pričvršćivanje motora

Ostavite, za sada, palube po strani i spremite se da sastavite dva motora. To ćete uraditi po uputstvima koja ste dobili uz komplete motora. Upotrebite krstasti odvijač #1; pošto ga nećete dobiti u kompletu, moraćete da ga kupite (ukoliko ga već nemate). Takođe, trebaće vam i mali šestougaoni ključ. Obradovaćete se kad čujete da njega dobijate sa ostalim delovima motora.

Slika 15-4 prikazuje kako motori treba da izgledaju kada ih sastavite.



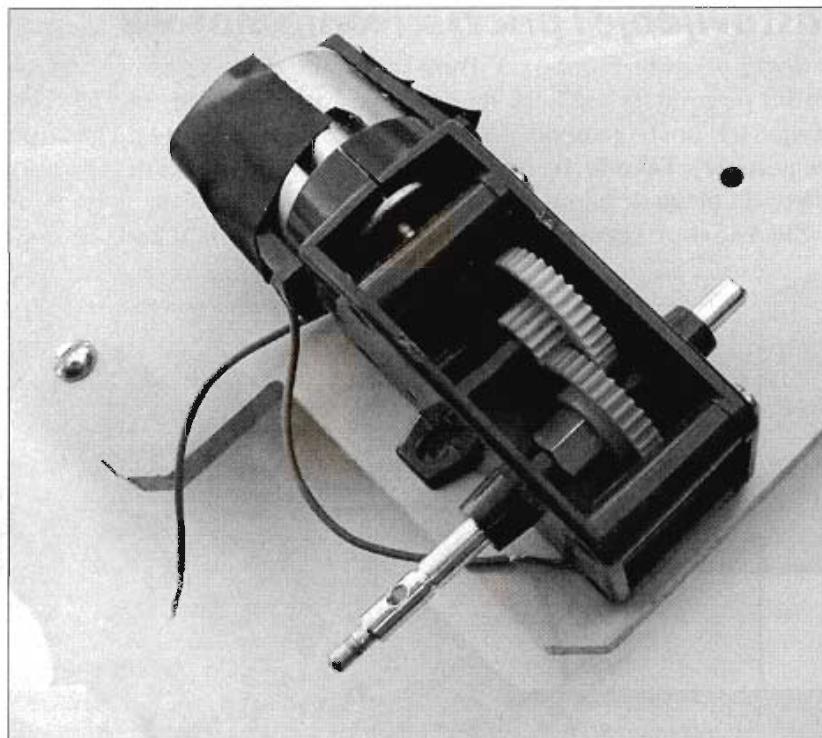
Slika 15-4:
Tamiya motor
sa zupčanicima,
sastavljen i
spreman za
akciju.

Pričvrstite motore za donju palubu pomoću vijaka 6-32 i matica. Na slici 15-5 prikazano je kako da postavite motore prema rupama na donjoj palubi robota.

Na točkovima

Pošto su motori pričvršćeni, vreme je da povežete točkove. To se izvodi u dva koraka – pričvršćivanje osovine za motor, pa postavljanje točkova na osovinu.

U kompletu za motor sa zupčanicima naći ćete dve vrste metalnih osovina – sa otvorima za štift na svakom kraju i bez otvora. (*Štift* je mali metalni štapić koji dobijate u kompletu za motor. Veoma je mali, pazite da ga ne izgubite!) Za robota koristite osovinu sa otvorima. Drugu osovinu možete odložiti u skladište materijala, za buduće projekte.



Slika 15-5:
Motori se
malim vijcima
pričvršćuju za
donju palubu.

Točkove možete birati, ali naši omiljeni su Narrow Tire (broj modela 70145), u čijem kompletu se nalaze dve gume prečnika 58 milimetara. Tamiya je u komplet stavio priključak koji odgovara štiftu. Točkove pričvršćuje mala šestougaona matica, koja je takođe priložena u kompletu za gume. Delovi za točkove grupisani su u zasebnom kompletu; spojite ih po priloženom uputstvu. Nakon toga, sastavite drugi motor i točak kao odraz prvog motora u ogledalu.

Ako koristite uske gume, osovina motora je predugačka da bi oba motora stala na palubu. Taj problem ćete lako rešiti – napravite mali zarez pri kraju osovine (nasuprot kraju s rupom) i odlomite kraj osovine jačim kleštima.

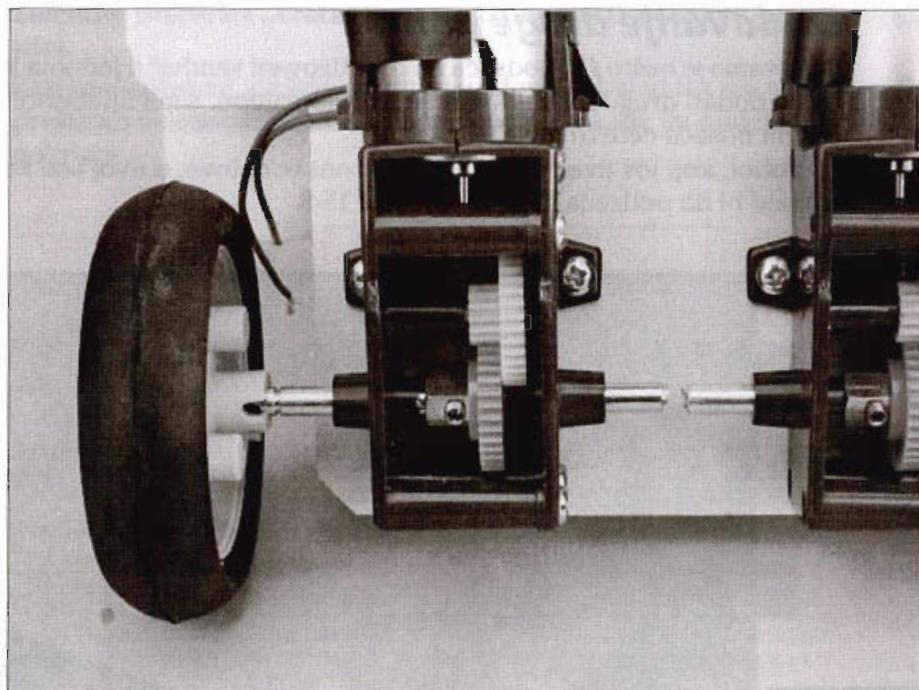
Pričvrstite dva motora za palubu robota pomoću mašinskih vijaka 4-40 dužine pola inča (1,3 cm) i matica 4-40. Slika 15-6 prikazuje kako izgledaju motori i točkovi pričvršćeni u robotu.



Pričvršćivanje točkića podupirača

Točkić podupirač podržava osnovu robota Skitnice, i nalazi se na suprotnom kraju od motora sa zupčanicima i točkovima. Standardni točkić, kao za nameštaj, prečnika 3,2 cm, možete kupiti u prodavnicama alata i materijala za domaćinstvo. Ne kupujte veće ili teže točkiće jer će vući robota nadole i teže će se okretati.

Točkić ćete pričvrstiti pomoću matica i mašinskih vijaka 6-32 dužine pola inča (1,3 cm) kako je prikazano na slici 15-7. Predvidene rupe prikazane na planu (slika 15-1) razlikuju se po veličini i rasporedu, zavisno od tipa točkića. Preporučujemo da rupe izbušite rukovodeći se nosećom pločom točkića.



Slika 15-6:
Motori i točkovi
pričvršćeni za
palubu našeg
drugara
Skitnice.

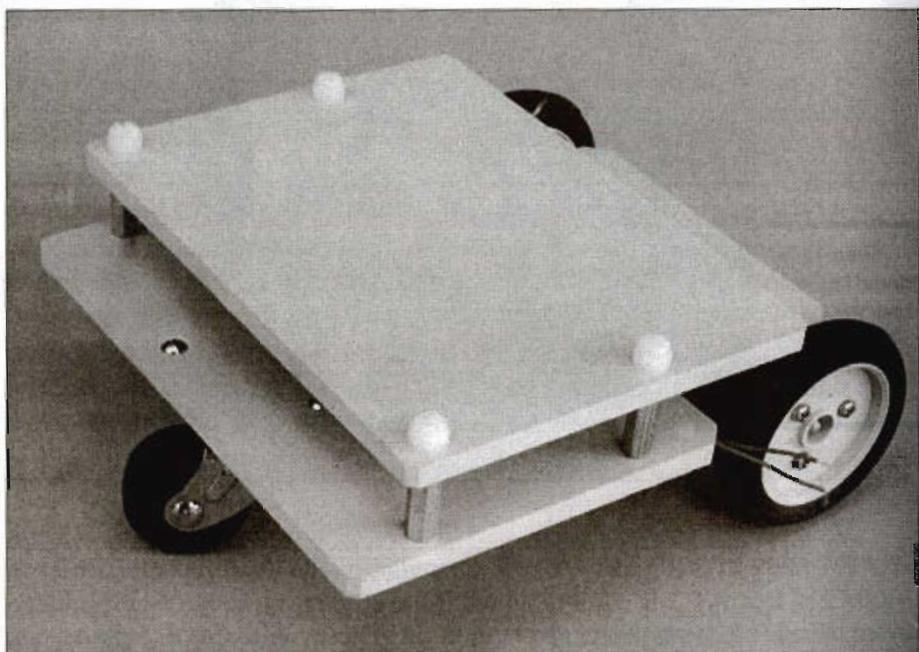


Slika 15-7:
Vijcima i matri-
cama pričvrstite
točkić za robota
Skitnicu.

Dodavanje druge palube

Pred vama je nešto što podseća na robotizovani sendvič s jednom kriškom. Sada ćemo dodati drugu krišku – tačnije, gornju palubu. Sami odaberite pomoću kakvih nosača ćete to uraditi.

Robot, koji još uvek ne sadrži elektronske delove, u ovoj fazi konstrukcije trebalo bi da podseća na onog sa slike 15-8.



Slika 15-8:
Dovršen Skitnica (ali bez mozga), sa točkovima i gornjom palubom.

Prekidači za upravljanje robotom

Ako ste obavili sve postupke iz prethodnih odeljaka, vaš Skitnica je skoro gotov. Samo još jedan zahvat i moći ćete da se igrate s njim. Pre toga, moraćete da obezbedite izvor energije u vidu baterije i nekoliko prekidača za upravljanje radom motora.

Pogledajte sliku 15-9. Ovaj dijagram pokazuje kako da povežete bateriju sa dvopolnim prekidačima s dva položaja. Na osnovu slike, jasno je da pomeranje prekidača unapred usmerava motor na jednu stranu, dok obrnuti položaj prekidača podrazumeva kretanje motora u suprotnom smeru.

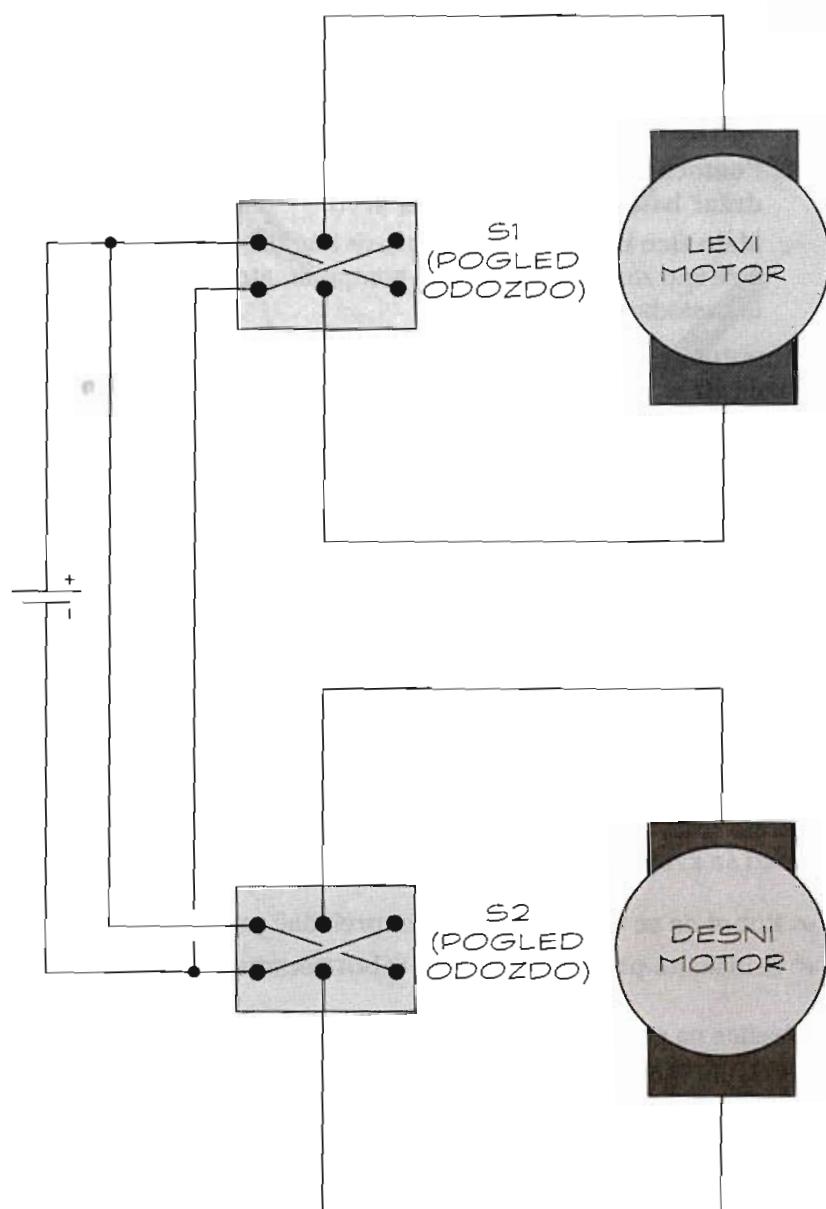
Bateriju ćete s prekidačima povezati na sledeći način:

1. Zalemite od 2,5 do 3 m kabla za lampu od središnjeg izvoda svakog prekidača do levog i desnog motora Skitnice.
2. Zalemite izvode držača za AA bateriju sa četiri ćelije za prekidače.

Crvena i crna žica od držača baterije trebalo bi da budu vezane sa izvodima oba prekidača, kao na slici 15-9.

3. Zalemite preostale „kratkospojnike“ između izvoda prekidača, kao na slici.

Kratkospojnici su ukršteni i formiraju slovo X. Usled takvog povezivanja, prekidači će obrnati polaritet napona baterije kada im budete menjali položaje.



Slika 15-9:
Povežite
bateriju za
upravljačke
prekidače,
potom spojite
prekidače
s motorima.

4. Izbušite dve rupe prečnika oko 9 mm u parčetu plastike ili drveta dimenzije 10 mm × 10 mm × 6 mm.

Rupe bi trebalo da budu blizu vrha plastičnog ili drvenog bloka, da bi bilo mesta za držač baterija koji ćeće smestiti ispod. Tačan prečnik rupa zavisi od korišćenih prekidača. Trebalо bi da budu dovoljno velike da osovina prekidača prode kroz njih.

5. Upotrebite preostale matice dobijene uz prekidače da učvrstite prekidače na plastici ili drvetu.

6. Postavite prekidače u središnji položaj (neaktivni).

7. Stavite četiri AA baterije u držač baterije.

8. Pomoću trake (najpogodnije su izolir-traka ili lepljiva traka) pričvrstite držač baterije za plastiku ili drvo.

Malo žice koja vodi od prekidača i od robota zgužvajte pod traku. Poslužiće kao zaštita od istezanja komponenata i izvoda, i žice se neće izvlačiti iz prekidača.

Preporučujemo da zalemite sve veze, potom da izolir-trakom pokrijete sve žice koje štrče. Obmotajte svaku žicu nekoliko puta na mestu gde se spaja sa svakim motorom. Zbog ovog sloja trake, žice ne mogu da se izvuku.

Skitnicu ćeće kontrolisati tako što ćeće palcem pomerati prekidače napred i nazad. Ako pustite prekidač, on ćeće se vratiti u centar – to je neaktivni položaj. U tom slučaju, motor vezan za dati prekidač miruje.

Pošto motore montirate kao odraze u ogledalu, da bi ostvario kretanje unapred (ili unazad) jedan motor mora da se okreće u smeru kazaljke na satu, a drugi u suprotnom smeru. Obrnite prekidače na drvetu ili plastici da biste jednim pokretom mogli oba da pomerite napred za pomeranje robota unapred (i obrnuto).

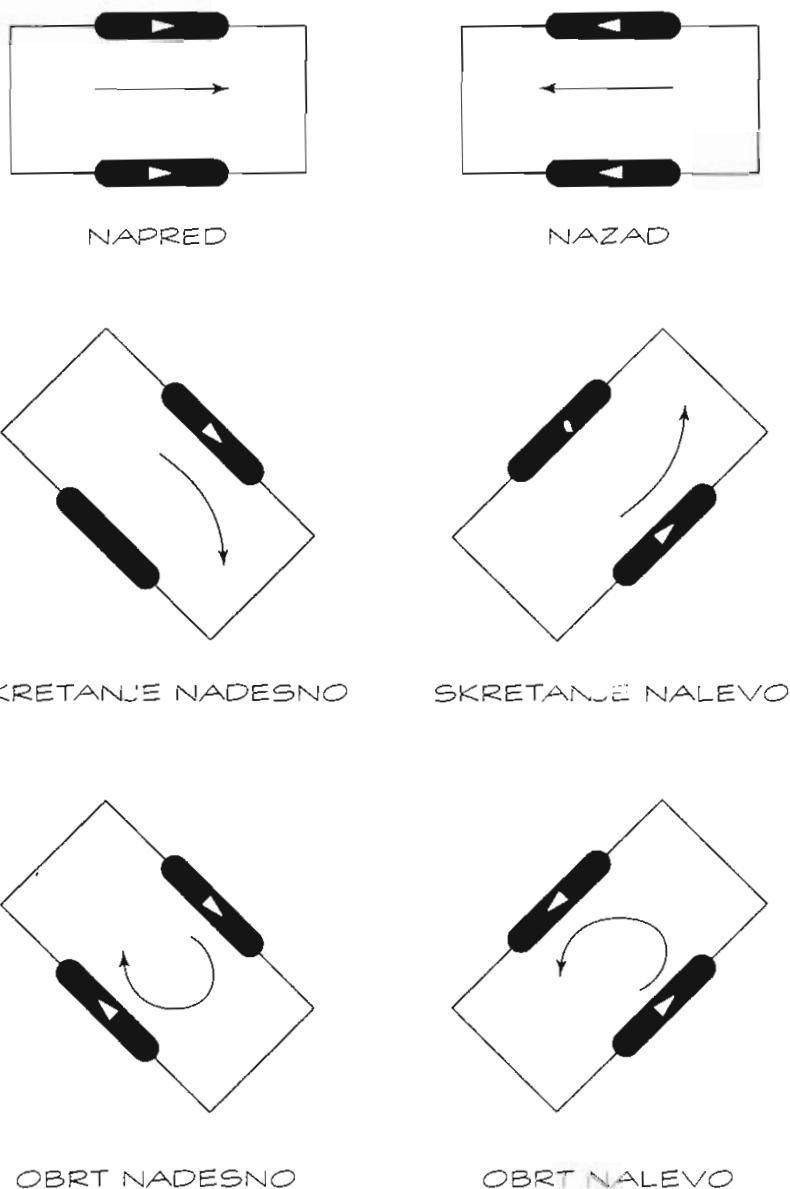


Vozeći gospodjicu Skitnicu

Pošto ste obavili sve što smo tražili od vas u prethodnim odeljcima, možete se poigrati sa svojim robotom. Evo kako upravljate Skitnicom:

- | ✓ Robot ćeće se okrenuti ako jedan prekidač pritisnete napred, a drugi nazad.
- | ✓ Pritisnite prekidače da bi se robot pomerao napred, nazad ili se okretao.

Strelice na prikazu točkova robota na slici 15-10 pokazuju u kom smeru treba pomerati prekidač da bi se ostvarile željene kretnje. Na slici su prikazana samo dva točka; prednji točkić robota je tu samo radi ravnoteže, dok dva zadnja točka vode robota, baš kao što je prikazano na slici 15-10.



Slika 15-10:
Upravljajte
robotom
menjujući smer
rotacije motora.

Pamet u glavi, dragi Skitnice

Osnovnom verzijom Skitnice, koju smo predstavili u prethodnim odeljcima, upravljate preko žice. Biće zabavno vozikati ga unaokolo po sobi, ali, možda će vas neko razočarati komentarom da to i nije „pravi“ robot, jer ne misli sam za sebe. Možete učutkati te zlobnike i dodati Skitnici mozak mnogo lakše nego što biste možda pomislili. Potrebno je tek samo nekoliko izmena na motorima tako

da mogu prihvati elektronske komande, zatim senzor ili dva koji će upozoriti robota da je naišao na prepreku, i mikrokontroler da kaže robotu šta da radi kada udari u vašu nogu (ili stolicu, ili zid).

Robota programirate pomoću mikrokontrolera. U srcu (bolje reći u glavi) pametne verzije Skitnice nalazi se mikrokontroler BASIC Stamp 2. Njega i druge „pametnjakoviće“ predstavili smo u poglavlju 13. Ako su mikrokontroleri novina za vas, pročitajte poglavlje 13 da biste stekli osnovna znanja o njima.

Prepostavićemo da ste BASIC Stamp 2 postavili na razvojnu ploču BOE. (O ova dva elementa više ćete saznati u narednom odeljku ili u poglavlju 13.)

Nešto malo o mikrokontrolerima

Ako smatrate da o mikrokontrolerima znate dovoljno da nastavite rad, samo ćemo ukratko pomenuti osnovne činjenice:

- ✓ Mikrokontroler je računar u vidu čipa koji povezuje s robotom preko I/O (ulazno-izlaznih) priključaka. Učitavanjem programa iz PC računara u robota, možete upravljati ponašanjem robota.
- ✓ Mikrokontroler programirate poput svog ličnog računara. Kažete mu šta da radi, a on onda to prenese robotu.
- ✓ Program pišete na ličnom računaru, potom ga učitavate u mikrokontroler, obično preko serijskog ili USB kabla.
- ✓ Po učitavanju u mikrokontroler, program se smešta u postojanu memoriju u kojoj ostaje dok ga ne zameni drugi program. Ostaće u memoriji čak i pošto isključite napajanje ili uklonite baterije.

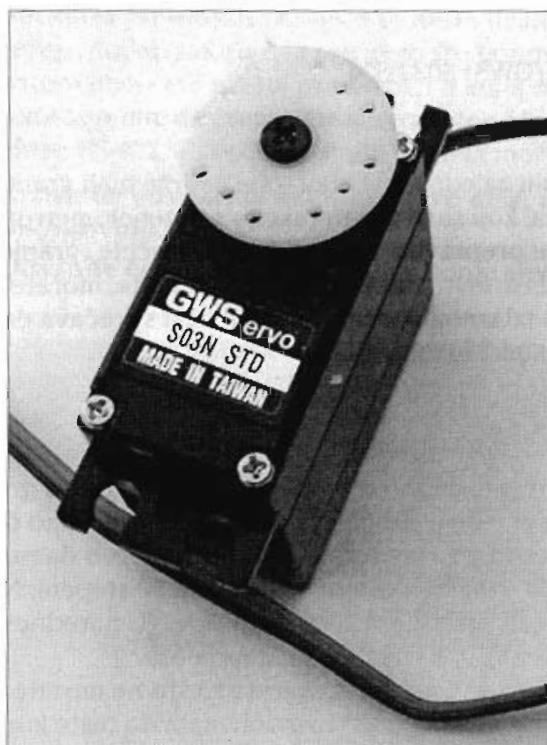
U poglavlju 13 opisali smo zgodan mali mikrokontroler po imenu BASIC Stamp 2, proizvođača Parallax. Ovaj mikrokontroler je izvorno namenjen početnicima u konstrusajući robota. BASIC Stamp 2 je 24-pinsko integrisano kolo. Možete ga odmah ugraditi u projekat, ili ga prvo umetnuti u razvojnu ploču, poput Parallaxove ploče Board of Education (BOE), što vam omogućava da lakše eksperimentišete. U poglavlju 13 detaljnije smo opisali i ploču BOE – vratite se na njega da biste obnovili znanja.

DC motori napolje, R/C servomotori unutra

Pre programiranja mikrokontrolera, morate postaviti motore kojima se može upravljati elektronski. U osnovnom modelu Skitnice opisanom u prvom projektu u ovom poglavlju, koriste se dva DC motora sa zupčanicima. Oni su savršeni za upravljačke prekidače, jer možete lako menjati smer obrtanja motora pomeranjem poluge. Ali, za elektronsko upravljanje ovakvim motorima potrebno je nešto više elektronike. Konkretno, potreban im je H-most, koji elektronski utiče na motore na isti način na koji to obavljaju mehanički prekidači u osnovnom modelu Skitnice.

Nećemo vas terati da kupujete ili da pravite H-most; umesto toga, upotrebite dva servomotora koji su namenjeni uredajima s radio-upravljanjem (R/C), poput modela aviona. BASIC Stamp 2 može njima da upravlja direktno, bez dodatnih kola.

Jedan R/C servomotor prikazan je na slici 15-11.



Slika 15-11:
Tipičan R/C ser-
vomotor stan-
dardne veličine.

Udaljama servomotora

Šta je u servomotoru? Servomotori koji se koriste za upravljanje modelima aviona i automobila pomoću radio-talasa, imaju elektronski blok, motor, nekoliko zupčanika i promenljivi otpornik (potenciometar).

Evo kako svi ti delovi rade zajedno:

- ✓ Uloga upravljačke elektronike je da prima signal od prijemnika sa radio upravljanjem (u našem slučaju, mikrokontrolera BASIC Stamp) da bi aktivirala motor.
- ✓ Motor se okreće prilično brzo, ali robot ne može da razvije toliku brzinu – zato se motor usporava nizom zupčanika.
- ✓ Povežite potenciometar s poslednjim zupčanikom. Ovaj zupčanik je izlazni deo servomotora i povezuje se s prenosnim sistemom, točkom ili bilo čim drugim. Zajedno sa izlaznim zupčanikom, okreće se i potenciometar. Pozicija potenciometra otkriva upravljačkoj elektronici poziciju izlaznog zupčanika.

Kupovina servomotora

Prvo morate da kupite servomotore. Postoji nekoliko velikih proizvođača R/C servomotora, a svaki od njih ima u ponudi veliki broj modela. Ali, kada su u pitanju servomotori za robotiku, tri modela se izdvajaju po pristupačnoj ceni i jednostavnosti:

- ✓ Futaba S148
- ✓ Grand Wing Servo (GWS) S03 i S06
- ✓ Hitec HS-422

Ovi servomotori imaju zajedničku tačku – svi sadrže mali graničnik ispod glave izlaznog zupčanika, koji služi za interakciju s potenciometrom. Ovakav tip servomotora najlakše se prepravlja. Kada uklonite (isečete) graničnik, izlazni zupčanik više ne okreće osnovu potenciometra (Takođe, morate da uklonite ugrađeni zubac na vrhu izlaznog zupčanika. On fizički sprečava da se izlazni zupčanik okreće za više od 270 stepeni.)

Servilni servo

Nabavili ste servomotore, i sada se pitate da li ste kupili robu s greškom: R/C servomotor može da se okreće u jednom ili drugom smeru samo do 90 stepeni. Ne brinite, tako su namerno proizvedeni. Da bi robot mogao da radi, morate da prepravite motor tako da točkovi ne staju posle samo 90 stepeni. Na sreću, to je lak posao, ako ste odabrali pravi model servomotora. (U narednom odeljku detaljnije opisujemo kako se modifikuje R/C servomotor.)

Prednost podešavanja R/C servomotora jeste to što ne morate da se mučite s dodavanjem posrednički elektronskih komponenata da biste koristili motor s mikrokontrolerom kao što je BASIC Stamp 2. Uz to, R/C servomotori su jeftini. Ova dva podatka dovoljna su da se isplati trud oko prepravljanja servomotora.

Neizmenjeni servomotor omogućava precizno podešavanje izlaznog zupčanika. U podešenom servomotoru, prekidate vezu između izlaznog zupčanika i potenciometra. Izlazni zupčanik se okreće slobodno, bez zaustavljanja.

Pošto ste modifikovali servo, umetnite ga u ploču BOE, i radiće kao podmazan. Da biste ga programirali, moraćete da napišete neki program, ali ne brinite – u narednom odeljku pokazaćemo vam baš sve što treba da se uradi.

Posle podešavanja, motori mogu da okreću točkove pametnog robota (slika 15-10) i da ga vozaju svuda po vašem dnevnom boravku.

Modifikovanje R/C servomotora

Evo kako da prepravite neki od servomotora koje smo vam preporučili u odeljku „Kupovina servomotora“:

- ✓ Krstasti odvijač #0
- ✓ Odvijač širine 3 mm ili uži
- ✓ Klešta za sečenje, X-ACTO nož ili školska testerica
- ✓ Mala, pljosnata turpija



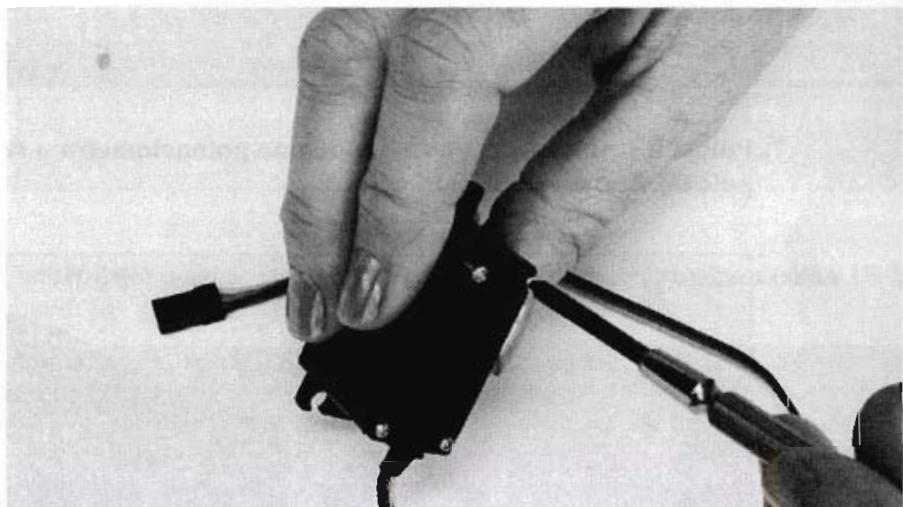
Kada prepravite servomotor, njegova garancija više ne važi – zato prvo provjerite da li neizmenjeni servo radi, tako što ćete ga povezati s mikrokontrolerom i poslati mu komandu (opisano u odeljku „Učitavanje programa“ kasnije u ovom poglavlju). Ponekad (retko, duduše) dešava se da je nov nedirnuti servomotor neispravan.



U narednim postupcima, pokušajte da ne uklonite previše maziva sa unutrašnjih zupčanika servomotora, inače se može desiti da zapinju pri okretanju. Uvek možete dodati još maziva pre nego što ponovo sastavite motor. Mazivo za servomotore naći ćete u istoj prodavnici u kojoj ste ih kupili.

Sada ste spremni da prepravite servomotor. Sledeća uputstva napisali smo za model Hitec HS-422, ali većinu ostalih modela možete izmeniti na sličan način:

- 1. Krstastim odvijačem uklonite servo disk, ako dodiruje izlazni zupčanik/osovinu.**
- 2. Odvrnite četiri vijka iz kućišta s donje strane motora (slika 15-12).**



Slika 15-12:
Rastavljanje
servomotora.

- 3. Skinite vijke kako biste osnovu servomotora mogli da položite na sto.**

Kod nekoliko tipova servomotora, pre svega kod modela GWS S03, vijke skidate s gornje, a ne s donje strane kućišta.

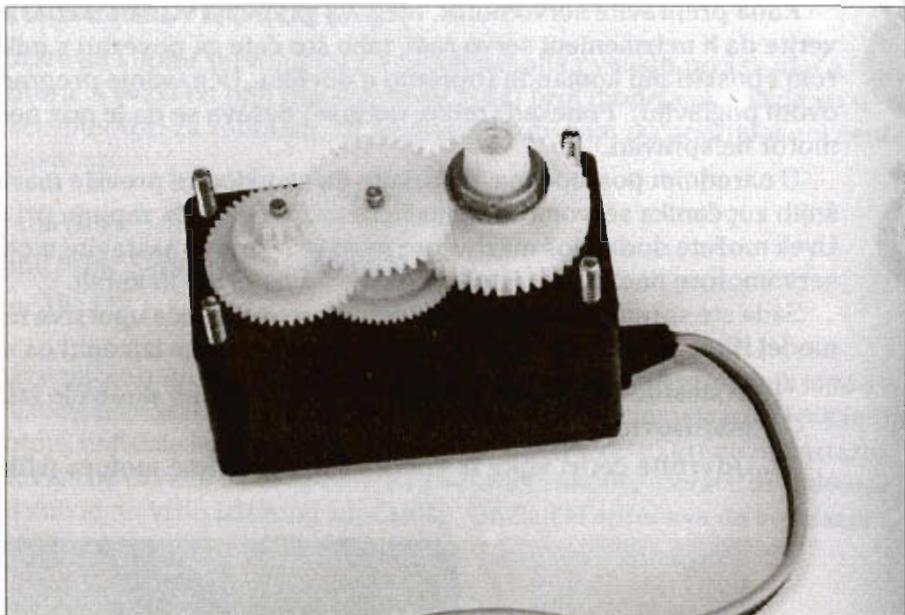
- 4. Uklonite gornji deo servomotora i proverite orientaciju zupčanika da biste na kraju sve mogli da vratite onako kako je bilo.**

Na slici 15-13 prikazana je unutrašnjost jednog servomotora.

- 5. Uklonite centralni zupčanik, pazeći da ne pomerite njegovu metalnu osovinu, i odložite ga sa strane.**

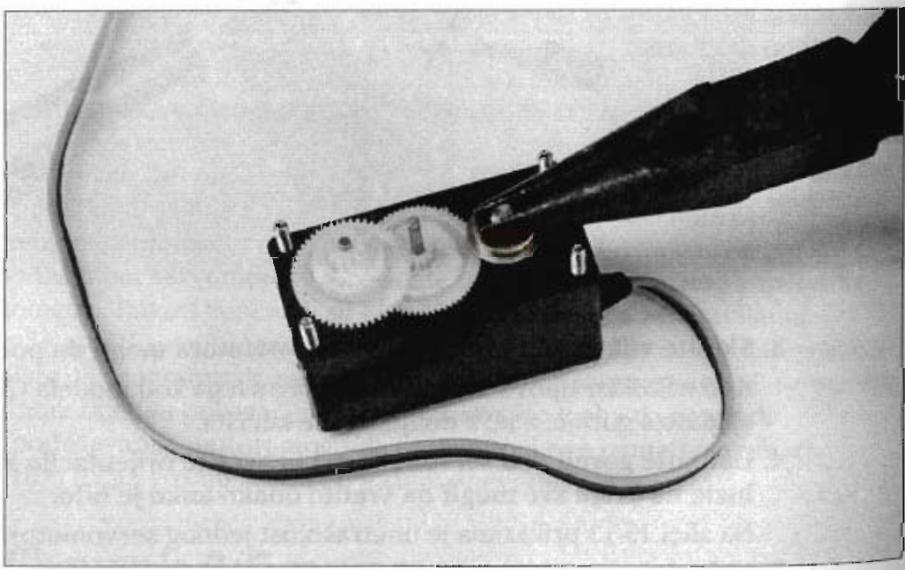
S modela Hitec HS-422 ne možete lako ukloniti centralni zupčanik bez podizanja izlaznog zupčanika, zato pažljivo odignite i njega (i posle ga vratite), ako morate.

- 6. Uklonite izlazni zupčanik.**



Slika 15-13:
Rastavljeni servomotor. Obra-
tite pažnju na
raspored
zupčanika.

7. Pomoću malih klešta postavite dugme potenciometra u središnji položaj, kao na slici 15-14.

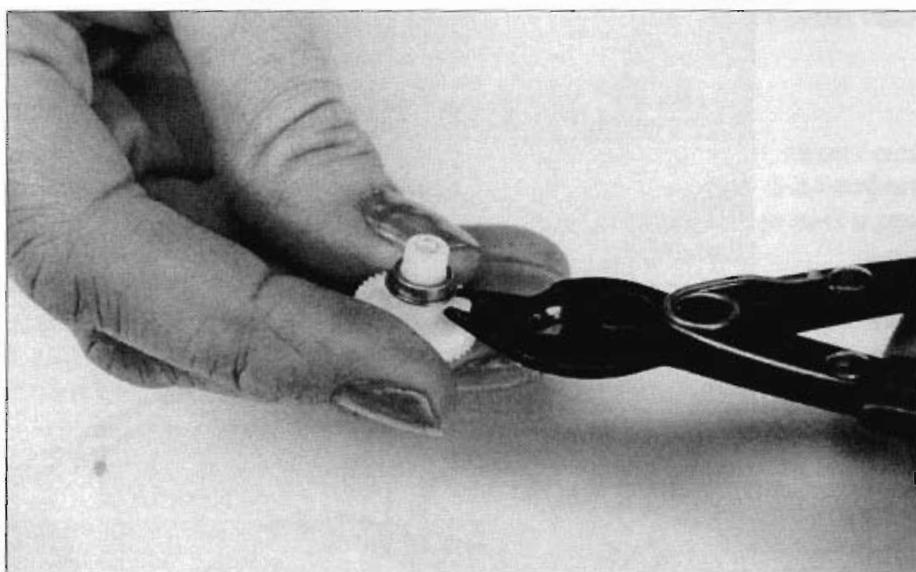


Slika 15-14:
Postavljanje
potenciometra
u središnji
položaj.

8. Skalpelom, ili školskom testericom uklonite graničnik ispod glave izlaznog zupčanika sečicama (slika 15-15).
Pažljivo! Što je tvrda plastika, verovatnije je da će se graničnik iznenada slomiti i izleteti. Zaštite oči. Uvek prvo zasecите dužu stranu, da se izlazni zupčanik ne bi polomio. Ako koristite skalpel ili testericu, pazite

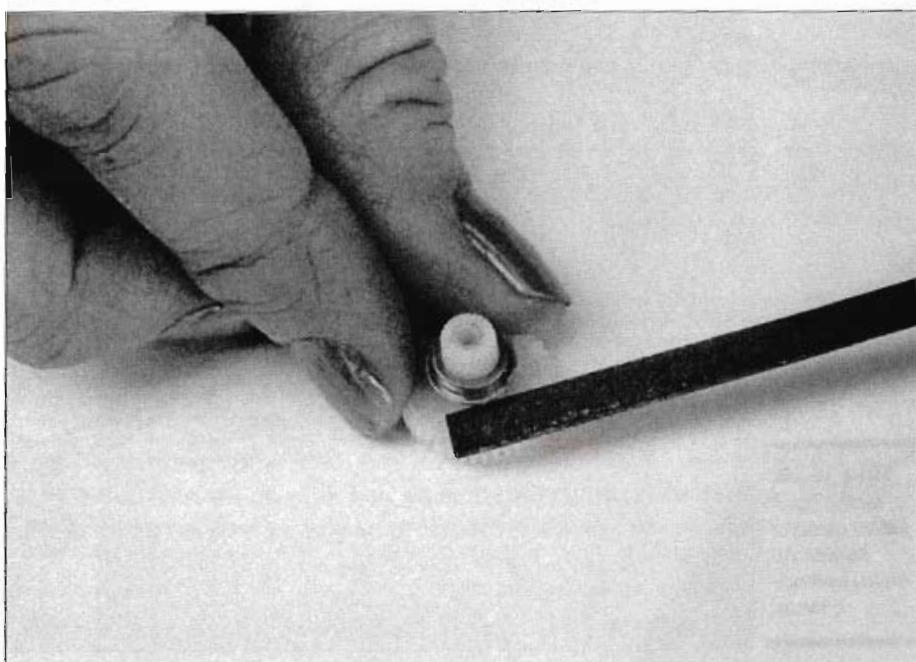


da se ne posečete. Ukoliko sečete kleštima, odsecajte postepeno manje delove graničnika, umesto čitavog graničnika odjednom. U suprotnom, izlazni zupčanik može pući zbog pritiskanja kleštima.



Slika 15-15:
Uklanjanje
graničnika s
vrha izlaznog
zupčanika.
Oprezno!

9. Isturpijajte ostatak graničnika malom, pljosnatom turpijom (slika 15-16).



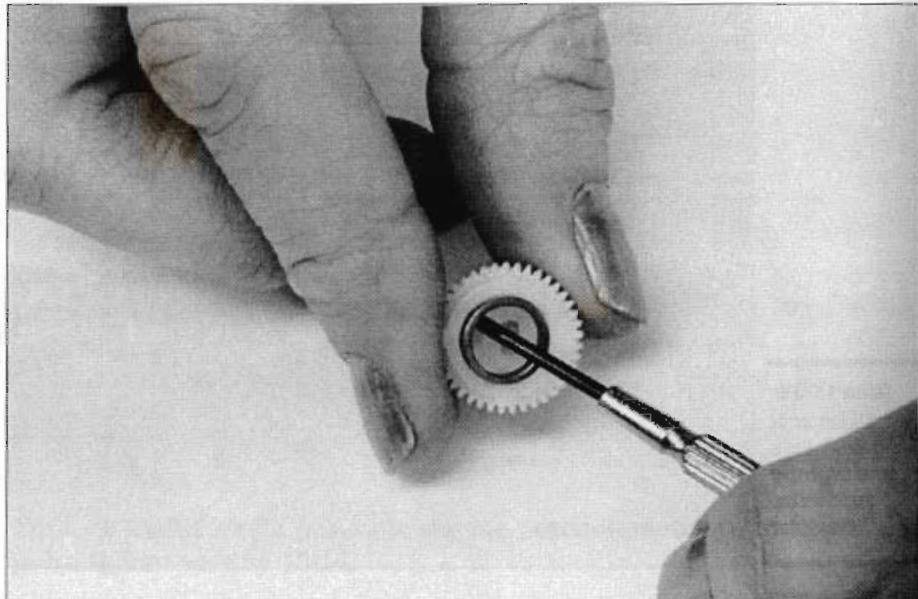
Slika 15-16:
Turpijanje
ostatka
graničnika.

314

Deo V: Obilje projekata

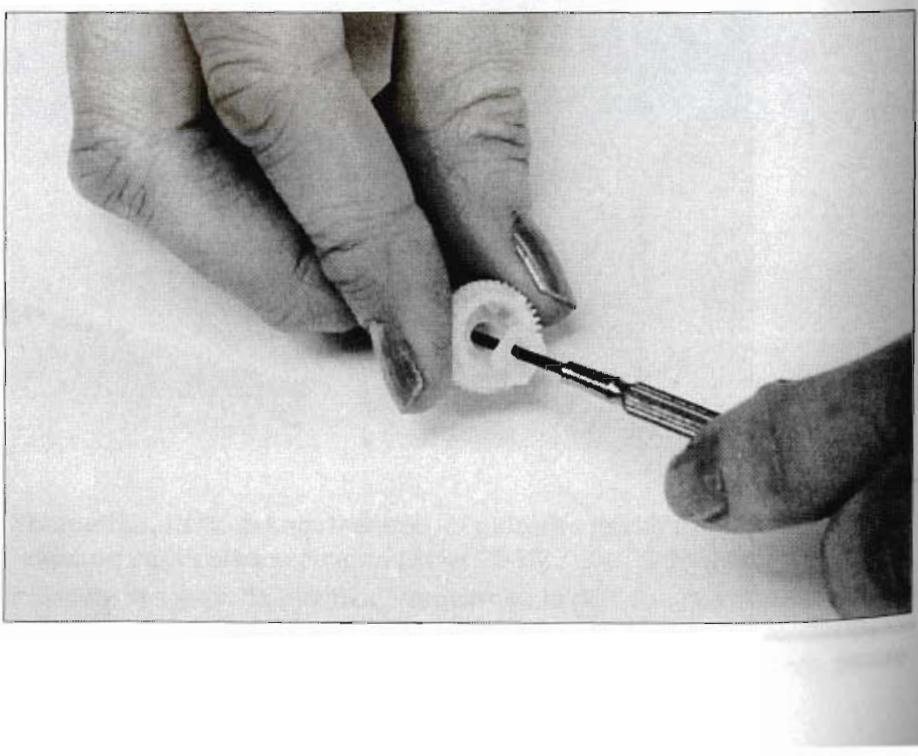
10. Uskim odvijačem uklonite metalni prsten (osigurač) iz unutrašnjosti izlaznog zupčanika (slika 15-17).

Ovaj prsten naleže na osovinu potenciometra i drži izlazni zupčanik.



Slika 15-17:
Uklanjanje
osigurača.

11. Odvijačem uklonite kontaktu ručicu potenciometra, kao na slici 15-18.



Slika 15-18:
Malim odvi-
jačem uklonite
kontaktnu
ručicu potenci-
ometra.

12. Vratite metalni prsten (osigurač) u izlazni zupčanik.
13. Postavite izlazni zupčanik na njegovo mesto, iznad potenciometra.
14. Postavite središnji zupčanik i proverite da li se svi zupčanici uklapaju.
15. Po potrebi, dodajte još malo maziva.
16. Na kraju, vratite gornju stranu kućišta na mesto i pričvrstite četiri vijka.

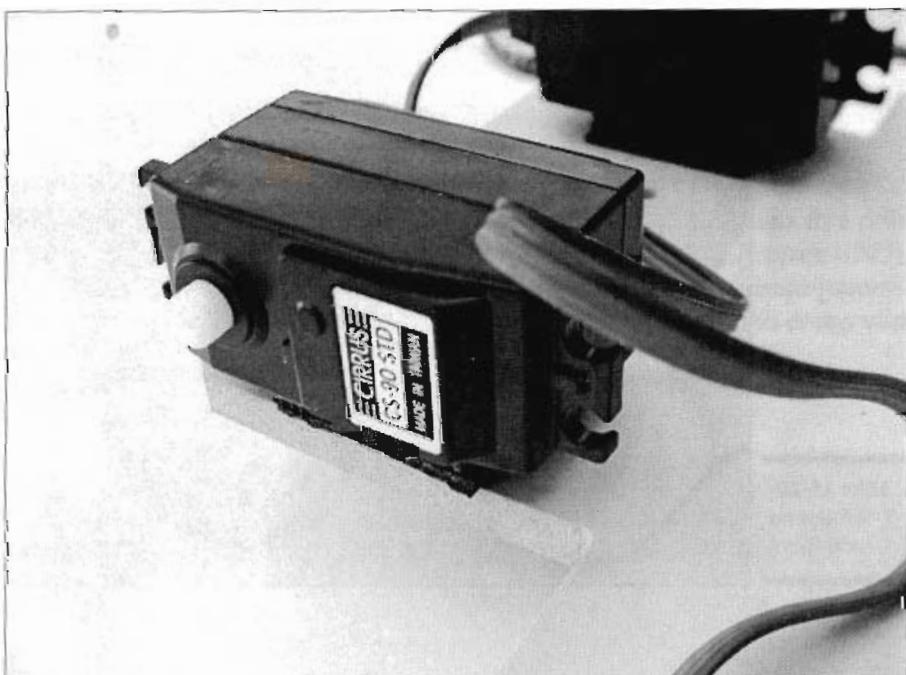
Pričvršćivanje servomotora za Skitnicu

R/C servomotori imaju vijke pomoću kojih ih možete trajno smestiti, ali mi ćemo ih za pametnog Skitnicu pričvrstiti dvostranom lepljivom trakom ili čičak-trakom.

Naš izbor je čičak-traka Dual Lock. Proizvodač je 3M, a možete je naći u prodavnicama materijala i alata. Vrlo je jaka i neće se lako olabaviti.

Zalepite jednu polovinu čičak-trake sa strane servomotora. Drugu polovinu trake zalepite za donju palubu Skitnice i priljubite prvu polovinu uz nju što čvršće.

Slika 15-19 prikazuje kako izgleda servomotor pričvršćen za Skitnicu.



Slika 15-19:
Pričvršćivanje
servomotora za
donju palubu
Skitnice.



Kada pričvrstite servomotore za Skitnicu, moraju stajati uspravno. U suprotnom, robot će se teturati po sobi kao da se napio ruma. Pobrinite se da bude dovoljno mesta za točkove, inače se može desiti da se taru o robota.

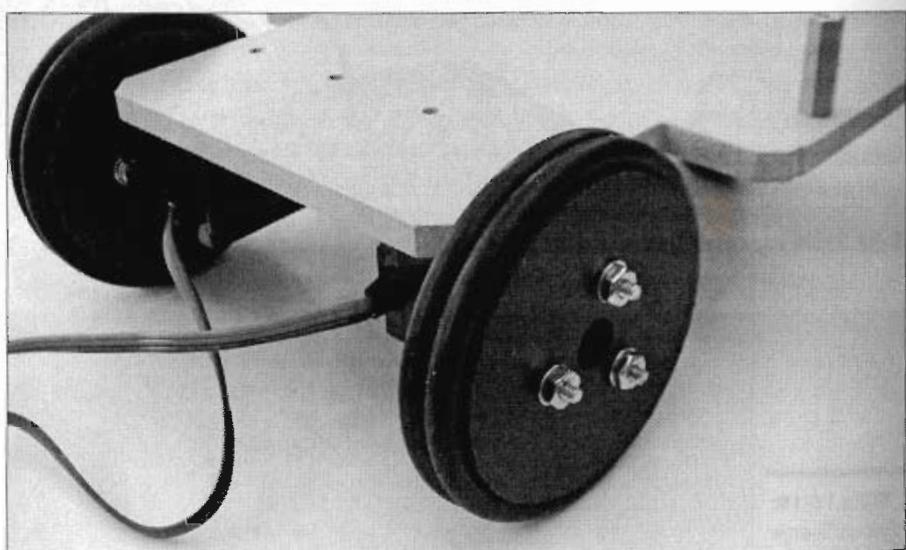
Robot na točkovima

Motori Skitnice imaju dve svrhe – da okreću točkove i pokreću Skitnicu. Pošto ste ih pričvrstili za telo robota (što je opisano u prethodnom odeljku), sada morate povezati točkove s motorom.

Točkove prečnika 6,3 cm ($2\frac{1}{2}$ inča) koje direktno pričvršćujete za R/C servomotor, prodaje nekoliko dobavljača na Webu, na primer, www.budgetrobotics.com i www.solarbotics.com. (Točkove možete i sami napraviti, ali namenski proizvedeni za servomotore nisu skupi i lako se koriste, te preporučujemo da se ne mučite.) Pronadite točkove koji vam se svidaju i kupite par. Pazite da odgovaraju tipu servomotora koji koristite. Priključci za povezivanje nisu sasvim isti za modele Futaba i Hitec, tako da oba točka moraju biti od istog proizvođača.

Na servomotorima kompanija Grand Wind (GWS) i Parallax koriste se Futaba priključci, tako da za ove modele morate kupiti točkove tipa Futaba.

Pomoću malog vijka u središnjoj rupi točka pričvrstite izlaznu osovinu servomotora; ovaj vijak dobijate u kompletu sa servomotorom. Slika 15-20 prikazuje Skitnicu s točkovima pričvršćenim za motor.



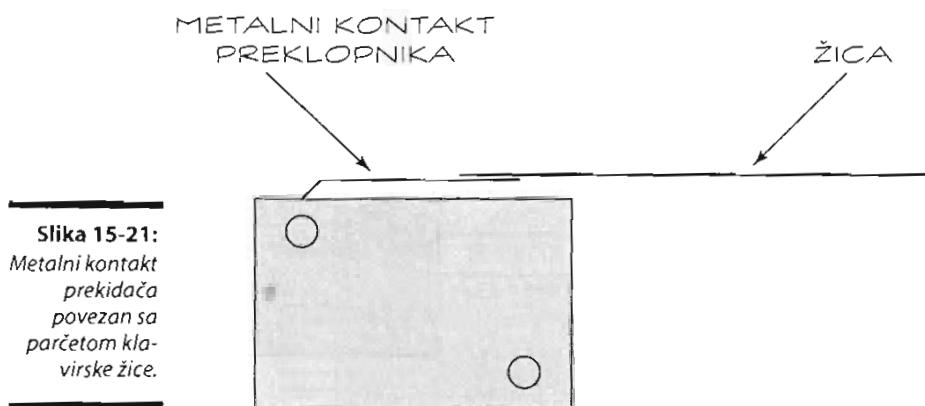
Slika 15-20:
Skitnica na
točkovima!

Čulo dodira – prekidač protiv sudara

Lunjanje po sobi po čitav dan je sjajna stvar, ali Skitnica će se kad tad zakucati u fotelju. Zato je tu prekidač protiv sudara. Pametni Skitnica koristi ovaj mali prekidač sa oprugom kako bi shvatio da se sudario s nečim. Prekidač je duža šipka na prednjoj strani robota – kada Skitnica udari u nešto, prekidač se aktivira i program mikrokontrolera BASIC Stamp (više o tom programu pročitaćete u odeljku „Učitavanje programa“ kasnije u ovom poglavlju) tera robota da uzmakne i da krene u drugom smeru.

Običan jednopolni prekidač s metalnim kontaktom i oprugom možete kupiti u skoro svakoj prodavnici elektroopreme. Ne brinite o njegovoj veličini, važno je samo da možete da ga pričvrstite za robota pomoću čičak-trake.

Slika 15-21 prikazuje šemu prekidača s metalnim kontaktom i s bronzanom klavirskom žicom prečnika 1,6 mm (1/16") zalemjenom na preklopnik (mogli ste je umesto toga zlepiti). Žica služi kao produžena poluga prekidača, tako da Skitnica ima veći prostor za registrovanje sudara. Bronzanu klavirsku žicu možete kupiti u gvožđarama ili prodavnicama alata.

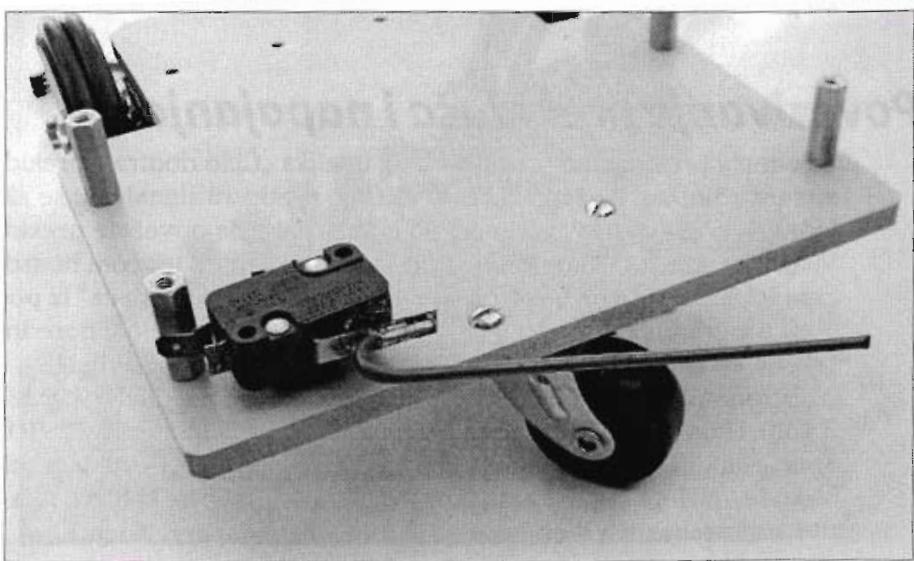


Slika 15-21:
Metalni kontakt
prekidača
povezan sa
parčetom kla-
virske žice.



Mnogi prekidači s metalnim kontaktom jednopolni su preklopni sa dva položaja. Imaju tri izvoda: standardni, normalno otvoren (engl. *normally open* – NO) i normalno zatvoren (engl. *normally closed* – NC). Ovi izvodi odgovaraju pametnom Skitnici. Povežite standardni i NO izvod, ne dirajući izvod NC (to ćemo vam pokazati u narednom odeljku).

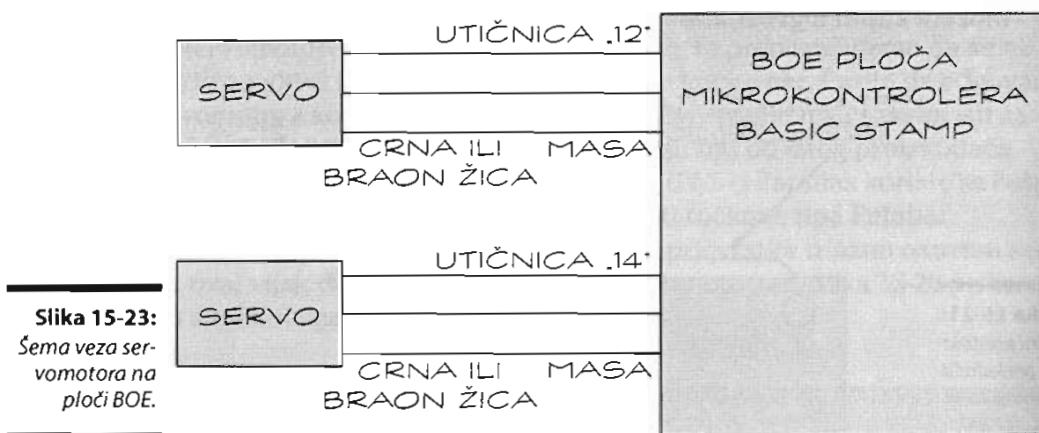
Slika 15-22 pokazuje gde na prednjoj strani Skitnice treba postaviti prekidač.



Slika 15-22:
Pričvršćivanje
prekidača na
prednju stranu
robota.

Povezivanje s pločom Board of Education

Pametni robot je skoro gotov! Sada ste spremni da povežete servomotore pričvršćene za Skitnicu (opisano u odeljku „Pričvršćivanje servomotora za Skitnicu“ ranije u ovom poglavlju), za ploču Board of Education mikrokontrolera BASIC Stamp. Šema veza prikazana je slici 15-23.



I/O priključci 12 (P12 na slici 15-24) i 14 (P14) služe za komunikaciju između BOE i motora. Priključak 12 nalazi se na nožici 17, a priključak 14 na nožici 19 čipa BASIC Stamp 2. (Brojevi nožica u četiri ugla naznačeni su samo na ovoj slici.) Više informacija o I/O priključcima, nožicama i drugim elementima čipa BASIC Stamp naći ćete u pratećoj dokumentaciji za ploču BOE.

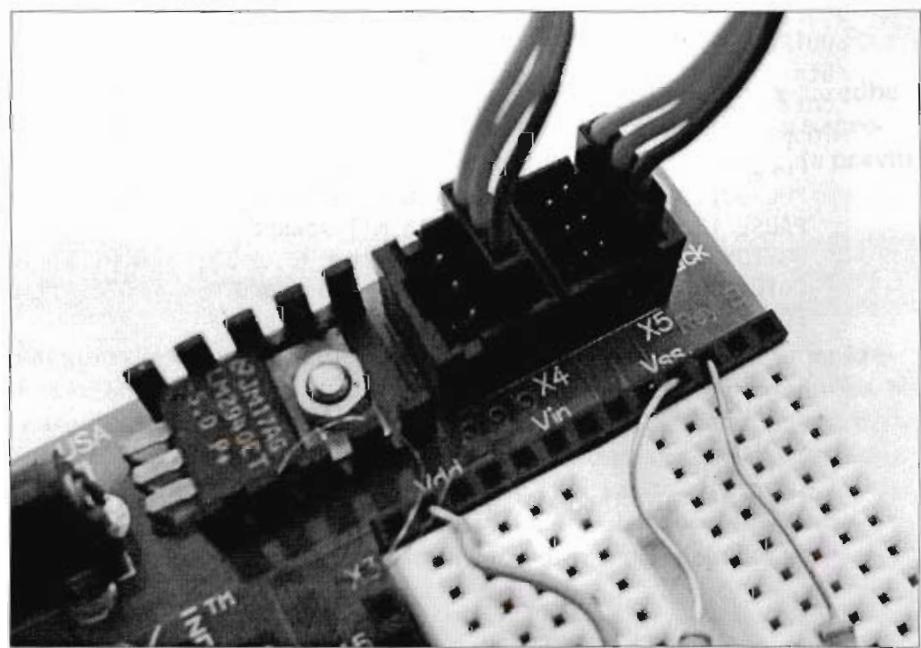
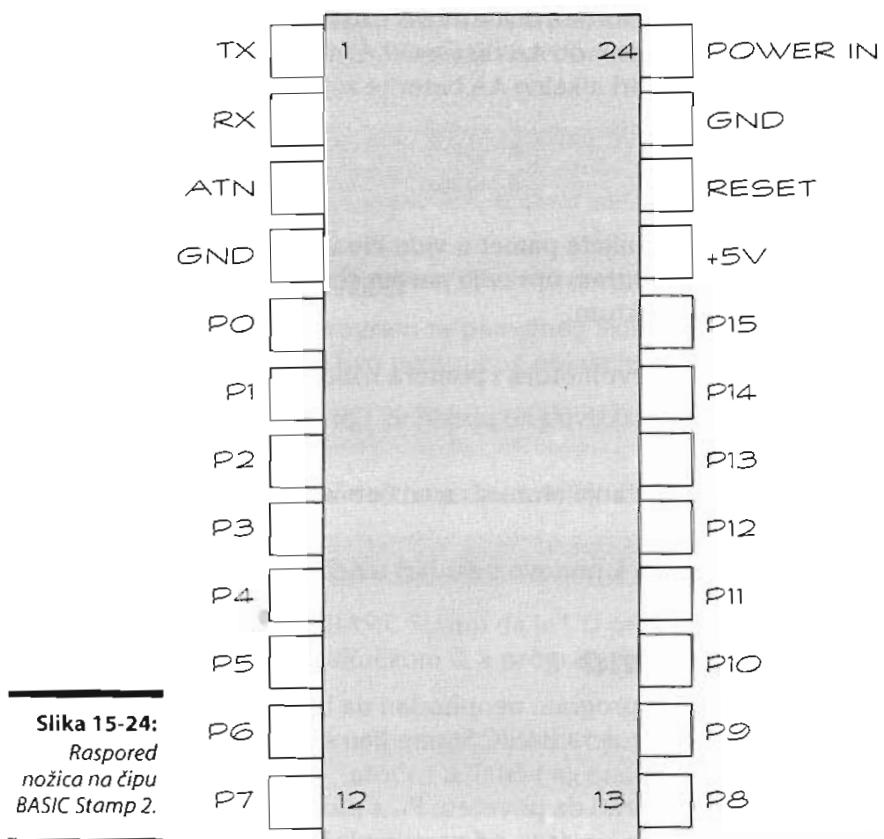
I/O nožicama možete pristupiti pomoću specijalnog utikača na ploči BOE, kako prikazuje slika 15-25. Utikač odgovara konektorima na R/C servomotorima. Dovoljno je da umetnete konektore u utičnice 12 i 14, i sve je spremno. Prosto ko pasulj!

Povezivanje prekidača i napajanja

Zajedno s prekidačem iz prethodnog odeljka „Čulo dodira – prekidač protiv sudara“, Skitnici dodajete LED diodu kao svetlosni signal koji se aktivira uz prekidač. U poglavlju 13 detaljno smo opisali kako da povežete prekidač s pločom. Više informacija o tome kako se prekidač povezuje s pločom Board of Education čipa BASIC Stamp naći ćete u odeljku „Dodavanje prekidača“ iz poglavlja 13.

U programu za pametnog Skitnicu koji predstavljamo u narednom odeljku, takođe se koristi LED dioda kao indikator opisan u poglavlju 13.

Servomotori traže jaču struju od one kojom može da ih snabde baterija od 9 volti. Umesto nje, u držač za baterije stavite 4 AA baterije. Za BOE se koristi specijalan utikač za napajanje koji možete kupiti u prodavnicama elektroopreme. Takođe, možete kupiti Parallaxov držač za AA baterije koji već ima odgovarajući utikač; Parallaxova Web lokacija je na adresi www.parallax.com.





Ne kupujte bateriju jaču od 6 volti, inače možete oštetiti servomotore. Oni su napravljeni da rade s napajanjem od 4,8 do 6 volti. Četiri punjive AA baterije ukupno daju 4,8 volti, dok četiri alkalne AA baterije zajedno daju 6 volti.

Opametite Skitnicu!

Došao je trenutak da Skitnici ulijete pamet u vidu čipa BASIC Stamp. U kratkim crtama objasnili smo kako program upravlja parom servomotora i kako reaguje na prekidač s metalnim kontaktom:

- ✓ Program pokreće oba servomotora i pomera robota napred.
- ✓ Ako robot udari u nešto, aktivira se prekidač, i program menja smer obrtanja motora.
- ✓ Program menja smer obrtanja motora za tri četvrtine sekunde i robot se okreće oko sebe.
- ✓ Robot se kreće napred dok ponovo ne udari u nešto.

Učitavanje programa

U ovom odeljku, dajemo vam program neophodan da bi se Skitnica kretao. Upišite ga u editor mikrokontrolera BASIC Stamp kao što smo opisali u poglavljju 13, potom ga izvršite da biste ga učitali u robota.

Podsećamo vas da ćete morati da povežete PC s pločom Board of Education pomoću serijskog ili USB kabla, zavisno od verzije ploče BOE. Da biste se podsetili, vratite se na poglavlje 13.



```
' {$STAMP BS2}
OUTPUT 0
btn  VAR  Byte      ' definije promenljivu BUTTON
cnt  VAR  Byte      ' definije promenljivu za petlju FOR/NEXT
loop:
    PULSOUT 12,1000    ' motor A
    PULSOUT 14,500     ' motor B
    PAUSE 15           ' čeka 15 milisekundi
    BUTTON 1,0,255,250,btn,0,noSwitch
    OUT0 = btn         ' uključuje LED diodu
    FOR cnt = 1 TO 50   ' broji do 50 iteracija
        PULSOUT 12,1000  ' motor A
        PULSOUT 14,1000  ' motor B
        PAUSE 15          ' čeka 15 milisekundi
    NEXT
    OUT0 = 0            ' isključuje LED diodu
noSwitch: GOTO loop    ' ponavlja petlju
```



A šta će se desiti ako vaš robot krene unazad, umesto unapred? Taj problem lako ćete rešiti. Zamenite mesta naredbama za pokretanje motora neposredno iza odredbe loop:

```
PULSOUT 12,500      ' motor A
PULSOUT 14,1000     ' motor B
```

Program izbliza

Pažljivo proučite program za pametnog Skitnicu da biste unapredili svoje programerske veštine. Evo postupnog objašnjenja koraka programa:

```
' {$STAMP BS2}
```

Ovaj red informiše o tome da koristite čip BASIC Stamp 2.

```
OUTPUT 0
```

Saopštava čipu BASIC Stamp da je I/O priključak 0 izlazni. LED indikator se povezuje sa I/O priključkom 0, a program upravlja uključivanjem i isključivanjem LED diode.

```
btn   VAR   Byte
cnt  VAR   Byte
```

U ovim redovima definišu se dve promenljive. One čuvaju privremene podatke za kasniju upotrebu u programu.

```
loop:
```

Ovo je glavna petlja programa. Upućuje BASIC Stamp da ponavlja naredbe od te tačke do naredbe GOTO loop na kraju programa. Ove naredbe se neprestano ponavljaju. Morate se priviknuti na ovu komandu ako planirate da pravite još robota – skoro svi programi za upravljanje robotima je imaju.

```
PULSOUT 12,1000    ' motor A
PULSOUT 14,500     ' motor B
```

Impulsi upravljaju R/C servomotorima. Dužina impulsa određuje smer kretanja. Iskaz PULSOUT šalje impuls zadatog trajanja predviđenom I/O priključku. Na primer, naredba PULSOUT 12,1000 šalje impuls u trajanju 2.000 mikrosekundi I/O priključku 12. (Trajanje impulsa navodite u inkrementima od 2 mikrosekunde: 1000 u kodu realno označava 2000 mikrosekundi.) Ali, kako to da motor A radi sa impulsima od 2000 mikrosekundi, a motor B sa impulsima od 1000 mikrosekundi. Zašto? Zato što su motori namešteni kao odraz u ogledalu. Da bi se robot

kretao napred, jedan motor mora da se okreće u smeru kretanja kazaljke na satu, a drugi u suprotnom smeru.

PAUSE 15

Precizno centriranje servomotora

Kada neizmenjen R/C servomotor primi niz impulsa od 1000 mikrosekundi, obrtaće se koliko god bude mogao u jednom smeru. Ako primi niz impulsa od 2000 mikrosekundi, obrtaće se koliko god bude mogao u drugom smeru. Verovatno već zaključujete da će niz impulsa od 1500 mikrosekundi, postaviti motor u središnji položaj. Logično, zar ne?

Kada prepravite svoja dva servomotora (kao u odeljku „Modifikovanje R/C servomotora“), postavljate potenciometar u centralnu poziciju. Ali, postoji fizički centar, i električni centar. Vi potenciometar postavljate samo u fizički centar, ne i u električni. Ako potenciometar postavite u električni centar, lakše ćete upravljati Skitnicom. To ćete učiniti kada izvršavate kratak program i okrećete potenciometar dok se ne prekine svaka aktivnost motora. Naravno, da biste došli do potenciometra, moraćete ponovo da rastavite servomotore.

Evo programa za pozicioniranje (program prepostavlja da ste povezali servomotore s pločom Board of Education, kao što smo opisali u odeljku „Povezivanje s pločom Board of Education“ u ovom poglavljju):

```
' {$STAMP BS2}
loop:           ' definije
                ' početak petlje
    PULSOUT 12,750 ' motor A
    PULSOUT 14,750 ' motor B
    PAUSE 15        ' miruje 15
                    ' milisekundi
    GOTO loop      ' ponavlja petlju
```

Ovaj program je veoma jednostavan. Šalje beskonačan niz impulsa od 1500 mikrosekundi u oba servomotora. Pri tome podešava potenciometar dok se motori ne zaustave.

Naravno, ovaj korak nije neophodan, ali možda će vam biti koristan ako odlučite da produbite svoje umeće robotogradnje.

Ova naredba nalaže čipu BASIC Stamp da miruje izvesno vreme – konkretno, 15 milisekundi.

BUTTON 1,0,255,250,btn,0,noSwitch

Iskaz BUTTON saopštava čipu BASIC Stamp da proveri stanje prekidača povezanog sa I/O pinom 1. Ovaj iskaz BUTTON podržava mnogo dodatnih opcija koje možete naći u dokumentaciji priloženoj uz čip BASIC Stamp. Detaljnije smo ga razmotrili u poglavljiju 13.

```
OUT0 = btn
FOR cnt = 1 TO 50
    PULSOUT 12,1000
    PULSOUT 14,1000
    PAUSE 15
NEXT
```

Navedeni programski iskazi izvršavaju se samo ako je prekidač aktiviran. Iskaz OUT0 = btn uključuju LED diodu. Petlja FOR/NEXT ponavlja tri naredbe iz tela petlje 50 puta. Posle pedesete iteracije, program se nastavlja. Impuls menja smer jednog servomotora, tako da se Skitnica okreće i nastavlja u novom smeru.

```
OUT0 = 0  
noSwitch: GOTO loop
```

Pošto se robot okrenuo, LED dioda se isključuje (kao što joj nalaže prvi od gornja dva iskaza), a glavna petlja se ponavlja (drugi red).

Kuda dalje?

Jasno je da će mnogo više o upravljanju robotima naučiti kroz korišćenje čipa BASIC Stamp ili nekog drugog mikrokontrolera. Ako ste zainteresovani (a zašto ne biste bili?!), pregledajte dokumentaciju dobijenu uz BASIC Stamp. Tu ćete naći nekoliko primera koji se odnose na konstruisanje robota. Parallax, proizvođač mikrokontrolera BASIC Stamp, nudi i više priručnika za programiranje robota i kompleta alata koji vam mogu biti vrlo korisni.

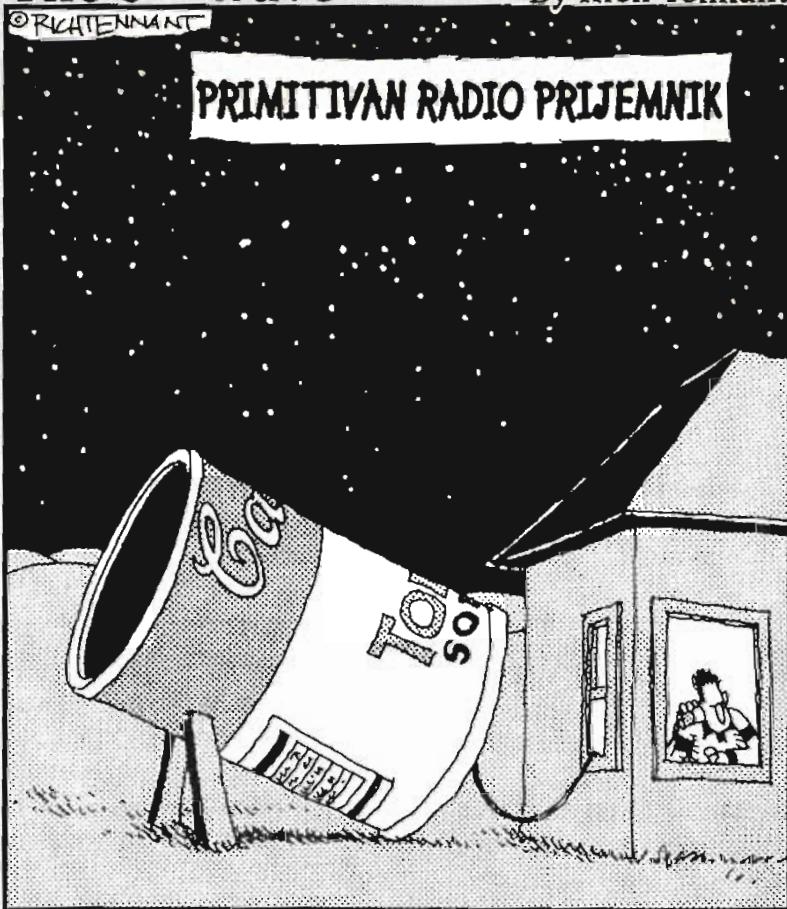
Na kraju, ne zaboravite more informacija zvano Internet. Premda ponekad nećete tako lako naći ono što želite, uporno koristite pretraživače kakvi su Google i Yahoo! i iskopaćete izvanredne informacije o robotima (dovoljno je da u polje za pretraživanje unesete odrednice „robot“, „robotics“ i slično.)

Deo VI

Sve same desetke

The 5th Wave

By Rich Tennant



U ovom delu...

Još od samih početaka, svaka knjiga iz serije *Za neupućene* ima korisne top-liste. U njima se nalaze raznovrsne korisne stvari koje su, ako ništa drugo, odlične za čitanje dok čekate da vas prozovu kod zubara. (Nemojte da ste slučajno poželeli da postoje top-dvadeset liste, kako biste imali izgovor da čekate duže!)

U ovom delu, nudimo opis deset dodatnih mernih uređaja, deset (i kusur) odličnih izvora elektronskih delova i deset korisnih – i ne preterano dosadnih – elektronskih formula koje će se dopasti čitaocima naklonjenim matematici.

Poglavlje 16

(Oko) deset dobrih saveta o dodatnoj mernoj opremi

U ovom poglavlju

Korišćenje generatora logičkih signala za prosleđivanje probnih signala kolu

Ispitivanje frekvencije signala

Napajanje pomoću promenljivog izvora napajanja

Generisanje talasa pomoću generatora funkcija

Brišući signali „sweep“ generatora

Ispitivanje ulaznih i izlaznih signala pomoću logičkog analizatora

Pregledanje radio-talasa pomoću analizatora spektra

Prosleđivanje signala analognom kolu

Traženje statičkog elektriciteta pomoću merača statičkog elektriciteta

Pronalaženje najpovoljnijih ponuda alatki za ispitivanje

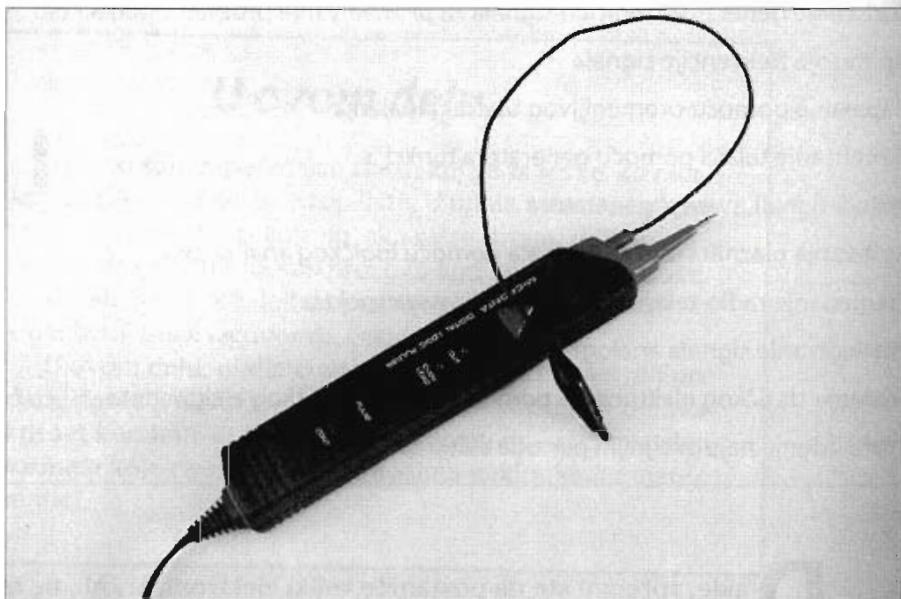
Dakle, spremni ste da postanete veliki elektroničar. Ali, ne možete to uraditi golim rukama. Potrebna vam je laboratorijska oprema puna impresivnih alatki s trepčućim svetlima, sjajnim dugmićima i najrazličitijim tastaturama. Došao je trenutak da izadete i nabavite specijalnu opremu za ispitivanje koju ćemo predstaviti u ovom poglavlju.

Ove alatke vam nisu potrebne ako nameravate samo da se igrate sa LED diodama i otpornicima. Za to su vam dovoljni osnovni multimetar i – možda – logički analizator. Razmislite o kupovini dodatne opreme tek pošto steknete određeno elektroničarsko iskustvo i poželite da pređete na veće i bolje projekte. Ako niste bogataš, kupujte uređaje za ispitivanje po potrebi.



Impuls ovde, impuls onde

Generator logičkih impulsa je pogodna alatka za rešavanje problema u radu s digitalnim kolima. Ova alatka veličine dlana (slika 16-1) daje visoke ili niske digitalne impulse u zadatim vremenskim intervalima, omogućavajući da vidite dejstvo impulsa na vaše digitalno kolo. (*Impuls* je signal koji vrlo brzo menja amplitudu od visoke do niske.) Na primer, impuls može aktivirati deo kola koji ne radi – smatrajte ga sredstvom za privremenu reanimaciju mrtvog kola. Generator može raditi u režimu jednog impulsa i neprekidnog davanja impulsa. Obično se koristi sa logičkom sondom ili sa osciloskopom. (Logičke sonde i osciloskope opisali smo u poglavlju 10.)



Slika 16-1:
Generator
logičkih impul-
sa daje kratak
signal kolu.

Većinu generatora logičkih impulsa napaja kolo koje ispitujete. To ne smete zaboraviti, jer digitalnim kolima ne bi trebalo dovoditi signal čiji je napon viši od napona napajanja kola. Drugim rečima, ako čipu koji radi s pet volti doveđete impuls od 12 volti, uništite ga.

Postarajte se da ne dovodite impuls u deo kola koje ima izlazni, ali ne ulazni kanal. Pojedina integrisana kola su osjetljiva na neapsorbovane impulse u izlaznoj fazi, tako da nepravilnom upotrebom takvog impulsa možete uništiti čip. (Neapsorbovani impuls znači kako nema načina da struja koju stvara bezbedno protekne u drugi deo kola. Ako se takva struja dovede u izlaznu tačku integriranog kola, izlazno mesto se može oštetiti jer je izloženo struji za koju nije predviđeno.)

Neka kola rade s razdeljenim (+, - i masa) izvorima napajanja, pa se postarajte da dovedete izvore generatora na odgovarajuće tačke za napajanje da ne biste oštetili komponente.

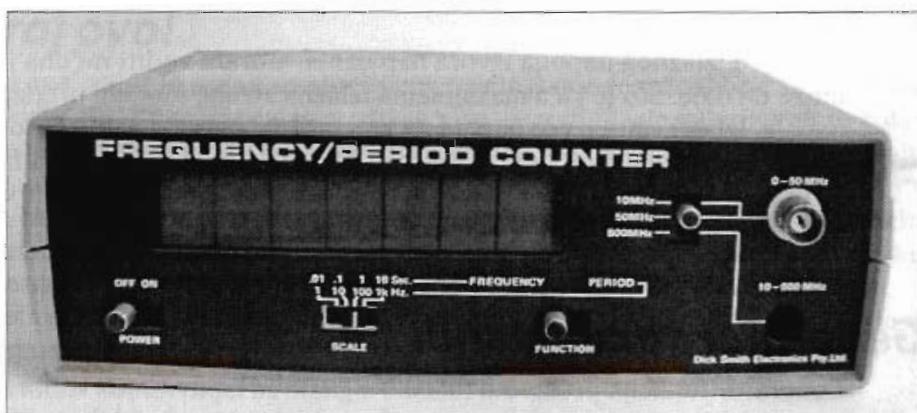


Brojanje megaherca

Brojač frekvencije (ili frekvenciometar) ispituje frekvenciju (učestanost) signala. Pomoću njega potvrđujete da kolo radi ispravno. Pretpostavimo da ste napravili predajnik infracrvenih talasa koji bi trebalo da imaju frekvenciju od 40 kHz. Ako povežete brojač frekvencije s kolom, možete potvrditi da zaista proizvodi impulse od 40 kHz, ne 32 kHz, 110 kHz, ili nekih drugih Hz.

Većinu modela, poput onog sa slike 16-2, možete koristiti za digitalna kola, analogna i najveći deo RF kola (tipična RF – radio-frekventna kola – jesu predajnici i prijemnici). Amaterske potrebe uglavnom zadovoljava osnovni brojač frekvencija koji košta oko 100 evra. A i neki noviji tipovi multimetra imaju uprošćenu funkciju brojača frekvencije.

Slika 16-2:
Digitalni brojač
frekvencije
proverava
frekvenciju
signala.



U digitalnom kolu, signali su u opsegu od 0 do 12 volti. Opseg vrednosti napona u analognom kolu može biti mnogo širi. Većina brojača frekvencije namenjena je radu sa analognim signalima od nekoliko stotina milivolti do 12 ili više volti. Preciznije informacije naći ćete u uputstvu dobijenom sa uredajem.

Brojač frekvencije prikazuje frekvenciju od 0 herca (nula ciklusa po sekundi), do maksimalne moguće za dati brojač. Gornja granica obično je više megaherca; nije neuobičajeno da to bude od 25 do 50 MHz. Skuplji brojači imaju podešavač opsega – uredaj za proširenje radnog opsega do mnogo većih vrednosti. Iskoristite ovu mogućnost ako radite sa visokofrekventnom radio-opremom ili s računarima.

Izvor napajanja prevrtljivog karaktera

Izvore napajanja koristićete kao zamenu za baterije dok pravite i ispitujete kola u radionici. Izvor promenljivog napajanja daje dobro regulisan izlazni napon obično od 0 do 20 volti. Model sa slike 16-3 može da daje proizvoljan napon od 2 volta do 20 volti, i predviđene standardne napone od -5, +5 i +12 volti.

Slika 16-3:
Promenljivi
izvor
napajanja.



Pored izlaznog napona izvora napajanja, morate voditi računa i o struji koju može da daje. Što je jača maksimalna izlazna struja, moćniji uredaj može da napaja. Izbegavajte izvor napajanja koji može da stvara samo skromne struje – na primer, slabije od jednog ampera. Pojedina kola ne mogu raditi s jačim strujama. Odaberite izvor napajanja koji stvara najmanje dva ampera na +5 volti, i ne manje od jednog ampera na drugim naponima.

Generator raznovrsnih signala

Generator funkcija proizvodi talasne signale za ispitivanje i kalibraciju. Korisni su kada treba da prosledite poznati signal od jednog kola do drugog kola na kome radite. Na primer, kola se često prave postepeno, deo po deo. Prepostavimo da pravite mali predajnik i prijemnik svetlosnih talasa, ne radio-talasa. Prvo ćete praviti prijemnik. Generator funkcije može privremeno da posluži kao predajnik. Kada završite prijemnik, možete napraviti predajnik, znajući da prijemnik radi ispravno – zahvaljujući generatoru funkcija.

Većina generatora funkcija proizvodi tri vrste talasa: sinusne, trougaone i pravougaone. Frekvenciju talasa možete podesiti od 1 Hz do mnogo više – od 20 do 50 kHz.

Vremensku preciznost talasnog signala obezbediće pomoću brojača frekvencije. Neki generatori funkcija imaju ugraden brojač frekvencije. Ako imate zaseban brojač frekvencije, pomoću njega možete doterati vremensku preciznost generatora funkcija.

Marsovci, javite se!

Sweep generator je posebna vrsta generatora funkcija. Proizvodi signale koji se donekle razlikuju od signala standardnih generatora po tome što se brzo menjaju po frekvenciji – kao u brišućem letu. Signal zvuči kao onaj kojim ET poziva kuću (povežite zvučnik sa izlaznim signalom „sweep“ generatora da biste čuli brišući zvuk signala), ali pomaže da u elektronskim kolima otkrijete probleme osetljive na frekvenciju.

Koje su to stvari osetljive na frekvenciju? Frekventno-osetljivo je kolo koje menja ponašanje na određenim frekvencijama. Zbog toga, kolo može pravilno da funkcioniše na jednoj frekvenciji, ali ne i na nekoj drugoj. To je loše za uredaj poput prijemnika radio-talasa koji mora da radi u određenom opsegu frekvencija. Kada signal generišete tako što menjate frekvenciju u nekom opsegu, brže ćete utvrditi da li vaše kolo radi pod željenim uslovima.

„Sweep“ generator menja frekvenciju izlaznog talasa, obično u okviru zadatah granica – na primer, od 100 Hz do 1 kHz ili od 1 kHz do 20 kHz. „Sweep“ generatori se najčešće koriste za otkrivanje problema u radu audio i video opreme, pri čemu se menjanjem frekvencija otkrivaju neispravne komponente.

Pojedini generatori funkcija imaju ugraden „sweep“ generator.



Analiziraj ovo!

Logički analizator je poput unapredjenog osciloskopa (osciloskope smo opisali u poglavlju 10). Prikazuje talasne oblike više ulaznih ili izlaznih digitalnih kola. Obično se koristi za ispitivanje digitalnih sprava, a elektronski magovi smatraju ga vrlo korisnim.

Logički analizator možete upotrebiti za ispitivanje signala takta i informacionih signala za mikrokontrolere. Ti uređaji zahtevaju veoma preciznu vremensku karakteristiku signala koje im istovremeno prosledujete. Logički analizator omogućava da sve signale „zamrznete“ u vremenu. Tako možete proveriti da li neki signal nedostaje ili je vremenski neuskladen sa ostalima.

Ako smatrate da vam treba logički analizator, možete kupiti samostalni model ili model koji povezujete s računarom. Samostalni analizatori su skupi, ali su veoma kvalitetni. Manje novca daćete za adapter logičkog analizatora koji se povezuje s računarom. Ovi adapteri povezuju se na USB, serijski ili paralelni priključak računara. Uz adapter dobijate neophodan softver. Većina logičkih analizatora za PC obraduju od 8 do 16 digitalnih ulaznih signala istovremeno.

Trio igračica za ispitivanje

Pomenućemo još tri alatke za ispitivanje koje su specijalizovane. Ukoliko išta znate o njima, impresioniraćete kolege u diskusionim grupama elektroničara. Naravno, možda će vam zatrebatи за neki projekat jednog dana!

Evo te tri alatke:

- ✓ **Spektralni analizator:** Ova alatka omogućava da vidite radio-talase. Zapravo, nećete videti njih, već energiju koju stvaraju. Energija se prikazuje kao šiljak, na ekranu poput onog na osciloskopu. Spektralni analizator se ponekad koristi za amaterske projekte s radio-talasima ukoliko predajnik ne radi ispravno.

- ✓ **Injectork signalata:** Ovaj uredaj radi što mu ime kaže – ubacuje signal u analogno kolo. Njime proveravate da li radio ili televizor rade kako treba. Signal otkrivate detektorom ili meračem signala. Injectork i detektor signala koriste se na sličan način kao kad ispitujete neprekidnost signala multimetrom, s tim što je u ovom slučaju test detaljniji. Iskusno uvo (ove stvarčice zahtevaju odredene veštine da bi dale prave rezultate) može po tonu zaključiti da je odredena komponenta u kolu neispravna.
- ✓ **Merač statičkog elektriciteta:** Ako ste iole pažljivije čitali ovu knjigu, znate da statički elektricitet može izazvati razne probleme u elektronskim komponentama. Pomoću merača statičkog elektriciteta možete otkriti da li je statički elektricitet na radnom mestu ili u okolini na opasnom nivou. Ako očitava te visoke vrednosti, moraćete preduzeti korake da smanjite statički elektricitet. Ne zaboravite – osetljive elektronske komponente i statički elektricitet ne idu zajedno! U poglaviju 2 naći ćete dodatne savete o smanjivanju statičkog elektriciteta.

Gde naći opremu za ispitivanje po povoljnoj ceni?

Neću vas zavaravati – elektronska oprema za ispitivanje može vam iscediti mnogo novca. Najviše se plaća veoma precizan uredaj. Proizvodači se trude da ostvare što veću preciznost kako bi zadovoljili propisane standarde. Ako se elektronikom bavite iz hobija, ili radite kod kuće, ne trebaju vam preterano precizni instrumenti. Obično će vam odgovarati jeftiniji modeli.

Kada kupujete neki instrument za ispitivanje, naročito one za posebne namene koje smo pomenuli u ovom poglavlju, nemojte se odmah hvatati za najskuplji. Skupa igračka neće vas učiniti boljim elektroničarem. Jeftiniji model skromnijih mogućnosti najčešće zadovoljava potrebe amatera i – ako vodite računa o njemu – trajaće mnogo godina.

Ne morate kupovati najnovije stvari. Polovni uredaji mogu vam uštedeti mnogo novca, ali se uglavnom prodaju bez uputstva. Upustvo ponekad možete kupiti zasebno, ili ga pronaći na Webu. Vlasnici popularnih mernih uredaja često skeniraju svoja uputstva da bi svima bila dostupna na Webu.

Pregledajte lokalne oglase i sledeće izvore polovne opreme:

- ✓ **eBay i druge Web lokacije za aukcionu prodaju:** Pre nego što se upustite u ovaku kupovinu, pregledajte i druge aukcije, čak i one zaključene, da biste proverili cenu sličnih proizvoda. Formirajte ponudu u skladu s tim informacijama i upotrebite alatku za automatsko ažuriranje ponude, da ne biste sve vreme bili prikovani uz računar.
- ✓ **Elektronsko poručivanje i prodavnice diskontne robe:** Ove prodavnice su odlično mesto za kupovinu polovne merne opreme i korisne su ako nemate strpljenja da dočekate kraj aukcije ili ako želite da saznate realnu cenu.

Aukcija, poručivanje poštom ili lokalna prodavnica – izvor nije važan, važna je samo ispravnost kupljene opreme. Tražite garanciju od prodavca. Možda ćete morati da platite malo više za nju, ali ako ne umete da popravljate neispravne uređaje za ispitivanje, bolje je da sami bacite novac. Ukoliko ste apsolutni početnik u svetu elektronike, povedite u kupovinu iskusnijeg prijatelja ili kolegu koji će umeti da provere opremu.

Zaobidite prodavce, naročito na eBayu ili u drugim aukcionim prodajama, koji ne žele da garantuju ispravnost svojih proizvoda. Mnogi prodavci ipak pre ponude proveravaju ispravnost uređaja i daju garanciju da ono što kupujete neće „crći“ kada ga donesete kući.



Poglavlje 17

Deset (i kusur) odličnih izvora elektronskih delova

U ovom poglavlju

Dobavljači delova sa svih strana sveta

Saveti o naručivanju preko pošte

Prednosti i nedostaci robe iz preostalih rezervi

Pitate se kako da dođete do elektronskih delova? U ovom poglavlju predložavamo vam neke odlične načine za kupovinu. Spisak dobavljača nije konačan – sami ćete naći hiljade drugih prodavaca novih i polovnih elektronskih delova. Izdvojili smo – abecednim redom – najpouzdanije dobavljače koji omogućavaju naručivanje preko svojih Web lokacija (neki nude i štampani katalog).

Kod nas

Bit inženjerинг

Telefon: 022/81-008

Bit inženjerинг je objavio pet zanimljivih knjiga za hobijelektričare: *Elektronski hobi uređaji*, *Elektronske konstrukcije sa 555*, *Linearna integrisana kola*, *Diode i njihova primena* i *Električno modelovanje fizičkih procesa*. Knjige možete nabaviti direktnom kupovinom od izdavača.

Comet Electronics

www.comet.co.yu

Bulevar Arsenija Čarnojevića 17, Novi Beograd, Veleprodaja: 011/2136-145
Maloprodaja: 011/3113-942

Firma koja se bavi distribucijom aktivnih i pasivnih elektronskih komponenta. Zvanični je distributer za mikrokontrolere MICROCHIP, FTDI, GPS module UBLOX, analogne i digitalne komponente CML, poluprovodničke komponente firme ZETEX, RF prijemne i predajne module firme RADIOMETRIX. Prodaju raznovrstan alat i pribor za elektroniku i SMD montažu, a na njihovoj lokaciji na Webu možete preuzeti elektronski katalog i poručiti tražene komponente.

Interhit

www.interhit.co.yu

Jovana Ristića 18, Niš, tel. 018/514-136

U njihovoј odličnoј snabdevenoj prodavnici u Nišu možete nabaviti elektroniske komponente, plastičnu i metalnu galeriju za elektroniku, merne instrumente i sitnu konzumnu elektroniku.

Konelek

www.konelek.co.yu

Cara Dušana 35, Zemun, tel. 011/2613-865

Preduzeće koje se od 1986. godine bavi proizvodnjom i prodajom štampanih ploča i uređaja za radio-amatere. Kod njih možete naručiti izradu štampanih ploča koje ste sami projektovali.

LG Electronic

www.lg-electro.com

Prvoslava Stojanovića 4, Kragujevac, tel. 034/310-787

LG-electronic se bavi izradom modula, štampanih ploča i prodajom elektronskih komponenata. Kod njih možete nabaviti i opremu za video-nadzor, a delove možete poručiti e-poštom, telefonom ili SMS porukom.

Mikro princ

www.mikroprinc.co.yu

Kralja Milutina 31, Beograd, tel. 011/3629-000

Mikro princ nudi veliki assortiman elektronskih komponenata, alata i opreme poznatih svetskih proizvođača.

Radio klub

www.radioklub.co.yu

Timočka 18, Beograd, tel. 011/2835-239

Radio klub postoji više od 30 godina i bavi se proizvodnjom i prometom elektronskih komponenata i pribora za elektroniku. Na Web lokaciji i u njihovoј prodavnici u Beogradu naći ćete kataloge u štampanoj i elektronskoj formi, te naručiti već čuvene „Radio kit“ komplete delova za samogradnju. Kod njih možete pronaći knjigu *Malá škola elektroniky* (autori Vladimir Krstić i Željko Krstić) koja je do sada imala brojna izdanja.

Silken Electronic

www.silken.co.yu

Balkanska 35-39c, Beograd, tel. 011/686-384

Pop Lukina 2, Svilajnac, tel. 035/322-184

Silken Electronic u svoje dve odlično snabdevene prodavnice u Svilajncu i Beogradu nudi razne elektronske komponente, kablove, konektore i montažni materijal.

Korisne Web lokacije

www.elektronika.rs.ba

Na ovoj lokaciji pronaći ćete mnoštvo novih projekata, korisnih saveta i hiperveza.

www.epraktikum.co.yu

Na lokaciji je postavljeno dosta autorskih elektronskih projekata proverenih u praksi.

www.infoelektronika.net

Prezentacija našeg najpoznatijeg časopisa za elektroniku i telekomunikacije, na kojoj ćete pronaći ne samo arhivu starih brojeva već i ažurirane informacije i korisna uputstva.

www.ns-elektronika.com

Web lokacija namenjena onima koji po prvi put ulaze u svet elektronike, ali i iskusnim elektroničarima.

Forumi

<http://www.elitemadzone.org>

<http://www.elitesecurity.org>

Ukoliko vas muči konkretni problem i želite da ga rešite, u arhivi ili među temama na ove dve Web lokacije možete pronaći rešenje, razgovarati s ljudima koji dele vaša interesovanja ili postaviti novu temu.

Severna Amerika

Ako kupujete u Sjedinjenim Državama ili u Kanadi – a i ako vas zanima šta sve postoji i kako stvari funkcionišu na najrazvijenijim tržištima, pogledajte podatke o narednim, abecedno poređenim dobavljačima koji posluju preko Interneta. Većina isporučuje robu i izvan Severne Amerike, pa ih možete uzeti u obzir i ako ste kupac iz drugih zemalja. Ali, ne zaboravite da su troškovi ovakve dostave veći, i da ćete možda morati da platite carinu na uvezenu robu, zavisno od važećih propisa u vašoj zemlji.

All Electronics

www.allcorp.com

All Electronics drži nekoliko maloprodajnih radnji i isporučuje robu širom sveta. Njihova roba je uglavnom nova, ali je proizvodni višak. All Electronics ima i štampani katalog, ali ćete najnovije ponude naći na njihovoj Web prezentaciji. Obratite pažnju na ponude u kategoriji Web Only.

Allied Electronics

www.alliedelec.com

Allied Electronics je distributer na veliko. Ima robu raznih proizvođača, a većinu proizvoda isporučuje odmah. U nekim slučajevima ne prihvataju porudžbine ispod predvidene minimalne količine. Okrenuti su profesionalcima, ali ne zanemaruju ni amatere. Katalog kompanije Allied Electronics je *ogroman*. Nije praktično pregledati ga od korice do korice, ali se može efikasno pretraživati.

B.G. Micro

www.bgmicro.com

B.G. Micro prevashodno prodaje zaostale rezerve proizvoda, tj. viškove, i pruža odličnu uslugu. Možete naručiti iz štampanog kataloga ili na Webu. Na Web lokaciji naći ćete najsvežije ponude. Njihove rezerve se brzo rasprodaju, pa ako nadete nešto što vam se posebno sviđa, naručite istog trena! U suprotnom, neki zli naučnik kome ništa ne može da promakne preoteče vam dragocenu komponentu ispred nosa.

Digikey

www.digikey.com

Šta god da poželite, Digikey to (verovatno) ima. Kao i Allied Electronics, Digikey je distributer na veliko i nudi hiljade i hiljade proizvoda. Sistem naručivanja koji važi kod njih lako se koristi; prikazane su informacije o cenama, dostupnim količinama i popustima na obimnije porudžbine. Web lokacija sadrži koristan pretraživač pomoću koga možete lako da nadete ono što tražite. Digikey vam može poslati i besplatan štampani katalog, ali s veoma sitnim slovima – pripremite naočare. Tekst je minijaturan – kako bi inače sve te silne ponude stale u jedan katalog.

Electronic Goldmine

www.goldmine-elec.com

Electronic Goldmine prodaje nove i polovne delove – od jeftinih otpornika do egzotičnih lasera. Web lokaciju su organizovali po kategorijama, što olakšava naručivanje. Uz većinu delova priložena je slika u boji i kratak opis. Preporučujemo da pregledate lepu ponudu kompleta za projekte.

Fry's Electronics

www.frys.com

www.outpost.com

Fry's Electronics je lanac maloprodajnih objekata pretežno u Teksasu i na Zapadnoj obali Sjedinjenih Država. Web lokacija je www.frys.com. Svaka radnja ima bogat izbor elektronskih delova, uključujući integrisana kola i otpornike. Druga lokacija, www.outpost.com, obuhvata mnoge (ali ne sve) proizvode dostupne poštanskim naručivanjem.

Jameco Electronics

www.jameco.com

Jameco prodaje komponente, komplete, alatke i druge stvari. Primaju kataloške i Web porudžbine. Web lokaciju možete pretraživati po kategorijama, ili, ako znate numeričku oznaku željene komponente – na primer, tranzistor 2N2222 – upišite je u polje za pretraživanje i pronaći ćete komponentu. Pretraživač možete koristiti i za kategorije delova, poput motora, baterija ili okvira. Upišite ime kategorije i pokrenite pretragu.

Mouser Electronics

www.mouser.com

Kao i Allied i Digikey, Mouser je distributer na veliko koji raspolaže hiljadama delova. Proizvod možete naručiti na njihovoj Web lokaciji ili iz gigantskog štampanog kataloga. Ako kod Mousera nema, verovatno i ne postoji. Zatražite od Mousera štampani katalog i poslaće vam ga. Obuhvata sve ponude s Web lokacije, ali se lakše pregleda. Baš smo staromodni!

RadioShack

www.radioshack.com

RadioShack je verovatno najpoznatiji dobavljač delova za amatera na svetu. Imaju hiljade prodavnica širom sveta i isporučuju poštom veliki deo svog assortimenta. RadioShack još uvek prodaje i obične otornike i kondenzatore u radnjama, ali ako želite neke egzotičnije stvarčice – na primer, retka integrisana kola ili logičke sonde – pustite miša svog računara da ih kupi za vas na Webu.

Izvan Severne Amerike

Elektronika je popularna širom sveta! Evo nekoliko korisnih Web lokacija ako živate u Australiji ili u Britaniji. Kao i američki Web dobavljači, većina navedenih Web prodavnica isporučuje robu širom sveta. Detaljnije informacije naći ćete na stranicama o naručivanju na njihovim Web lokacijama.

Dick Smith Electronics (Australija)

www.dse.com.au

Elektronika za „kenguraše“. Dick Smith Electronics omogućava naručivanje poštom (isporučuje širom sveta) i ima radnje po Australiji i Novom Zelandu.

Farnell (Velika Britanija)

www.farnell.com

Farnell ima sedište u Velikoj Britaniji, ali isporučuje robu širom sveta. Nude oko 250.000 proizvoda. Poručujete na njihovoj Web lokaciji.

Maplin (Velika Britanija)

www.maplin.co.uk

Maplin omogućava efikasno poručivanje na Internetu za kupce iz Velike Britanije, Zapadne Evrope i s drugih mesta. Ima i desetine prodavnica po Velikoj Britaniji.

Saveti za naručivanje poštom

Većinu delova možete bez brige naručiti poštom. Ipak, možete naleteti na prevarante i lopove, te savetujemo oprez. Evo nekih preporuka na šta treba обратити pažnju kada kupujete „na neviđeno“.

Da!

Kada naručujete poštom, morate:

- ✓ Znati tačno šta kupujete, kada će kompanija poslati proizvod, i koliko će vas sve to ukupno koštati, i sve to pre nego što pošaljete novac.
- ✓ Pažljivo proveriti ima li u mesečnom izveštaju o korišćenju kreditne kartice neplaniranih naplata.
- ✓ Prednost dati kompanijama koje objavljaju povratnu adresu i uslužni telefon (ne samo broj faksa). Prodavci koji to ne ispunjavaju, nisu obavezno prevaranti, ali nedostatak informacija o kontaktu otežaće rešavanje problema ukoliko se desi nešto neplanirano.
- ✓ Čuvati se kompanija koje se reklamiraju u neželjenim reklamnim elektronskim porukama. Takođe, proverite da li Web lokacija kompanije štiti privatnost vaših ličnih podataka.
- ✓ Proveriti iznos poštarine i troškova dodatnih usluga pre naručivanja. Ovi iznosi mogu prilično uvećati ukupan trošak, naročito ako je u pitanju mala porudžbina.
- ✓ Ispitati pouzdanost kompanije pre slanja vrednije porudžbine (šta god „vrednije“ znači za vas – to može biti iznos veći od 300 evra ili od 55 evra). Proverite ocenu kompanije u servisu Better Business Bureau (ili sličnoj instituciji za čitaocu izvan Sjedinjenih Država) u mestu u kome je kompanija locirana, ili u odgovarajućoj diskusionej grupi ili forumu na Internetu.

- ✓ Misliti na osiguranje, naročito ako naručujete s drugog kontinenta. Kada kompanija pošalje paket, on „pripada“ vama. Ukoliko pošinka zaluta, mogli biste ostati kratkih rukava. Mnoge poštanske službe, poput UPS-a, automatski pokrivaju osiguranje do 100 dolara. Ukoliko vaša pošiljka vredi više, doplatite dodatno osiguranje.
- ✓ Sabrati troškove carinjenja, transporta i drugih taksi, ako naručujete iz druge zemlje.

Ne!

Sada znate šta treba da radite. Evo šta bi trebalo da *izbegavate*:

- ✓ Ne kupujte od kompanije ako nemate dovoljno poverenja u nju da biste joj poslali novac.
- ✓ Ne navodite broj kreditne kartice u elektronskoj pošti ili na Web lokaciji, ako niste sigurni da je komunikacija potpuno zaštićena. Kada koristite usluge zaštićene Web lokacije, na statusnoj traci vašeg čitača Weba prikazuje se katanac. To znači da je komunikacija između vas i Web lokacije šifrovana pomoću koda koji će lopovi teško protumačiti.
- ✓ Ne plaćajte kreditnom karticom kompaniji s kojom prvi put poslujete, ako možete poslati ček ili novac. Na taj način sprečavate zloupotrebu svoje kreditne kartice na Internetu.
- ✓ Ne šaljite novac stranim kompanijama ako niste sigurni da su pouzdane. Proverite da li isporučuju robu i u vašu zemlju.

Nova roba ili neželjeni višak?

Višak. Za neke, to su nepotrebne stvari koje se gomilaju u podrumu ili u garaži, poput ubudalih šatora ili slomljениh lopata. Ali, za nas ima potpuno drugačije značenje: elektronske komponente po pristupačnim cenama.

Višak je roba koja više ne treba proizvodaču ili kupcu. To su rezerve koje treba rasprodati. Kada je u pitanju elektronika, ovakva roba retko je polovna, za razliku od drugih kategorija – na primer, motora ili mehaničkih komponenata koje su refabrikovane. Elektronski delovi koji se prodaju kao višak obično su potpuno novi – izuzev komponenata koje je teško naći, poput opreme za starije modele amaterskih radio-aparata – i još uvek se proizvode. U ovom slučaju, višak ne znači otpad.

Glavna prednost kupovine ovakve robe je cena: čak i nove komponente su jeftinije nego u običnim prodavnicama. S druge strane, izbor je često sužen na komponente koje je sam dobavljač uspeo da nabavi. Na primer, ne očekujte da ćete naći otpornike ili kondenzatore svih veličina.

Kada kupujete robu iz ovakvih rezervi, nemate garanciju proizvodača. Ponekad je razlog povlačenje proizvodača. Premda većina prodavaca viškova u svetu prihvata nazad neispravnu robu (sem ako ne naznače drugačije u katalogu), smatrajte da ovakve komponente ne možete zameniti, jer ih dobijate bez garancije.



Poglavlje 18

Deset jednačina iz elektronike koje morate znati

U ovom poglavlju

- Omovo zakon na delu
 - Računanje otpornosti i kapacitivnosti
 - Konverzija mernih jedinica energije
 - Upoznavanje s važnim vremenskim konstantama
 - Razumevanje frekvencije i talasne dužine
-

Jednačine otklanjaju nedoumice u elektronici. Umesto da sručite šaku komponenata na sto i da ih slažete na ploči po boji ili veličini, kao iskusan električar pravićete kolo primenjujući nekoliko korisnih jednačina na osnovu kojih utvrđujete tačne vrednosti veličina – na primer, napona.

Neke od ovih jednačina koristićete i pri menjanju postojećih kola. Na primer, pomoću osnovnog oblika jednačine Omovog zakona za struju (tabela 18-1) možete odabrat odgovarajući otpornik da bi LED diode sijale svetlige ili prigušenje.

U ovom poglavlju predstavljamo više često korišćenih jednačina iz elektronike s kojima ćete se susretati u svojim električarskim radovima. One se u svetu elektronike koriste već mnogo godina, ali još uvek funkcionišu bez greške.

Izračunavanje odnosa veličina pomoću Omovog zakona

Omovo zakon određuje odnos između snage, napona, struje i otpora. U tabeli 18-1 navedene su jednačine pomoću kojih se računaju ove vrednosti.

Tabela 18-1 Jednačine Omovog zakona

Nepoznata vrednost	Formula
Napon, u voltima (V)	$V = IR$
Struja, u amperima (I)	$I = \frac{V}{R}$
Snaga, u vatima (P)	$P = VI$
Otpornost, u omima (R)	$R = \frac{V}{I}$

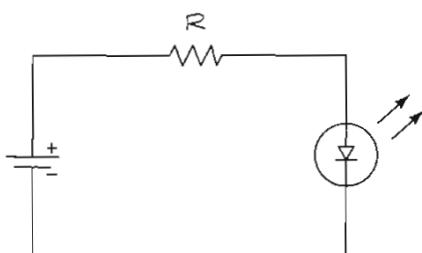
Evo primera: Da biste našli snagu kola koje zahteva 100 volti na deset ampera, pomnožite voltažu s brojem ampera ($100 \times 10 = 1000$). Dakle, odgovor je 1000 vati. Na osnovu ove brojke utvrđite kakav osigurač možete dodati kolu a da ga ne oštetite, ili koliki ćete račun za potrošnju struje dobiti na kraju meseca.

Drugi primer: Da biste našli vrednost otpornika za predvidenu struju kroz LED diodu, pomoći ćete se Omovim zakonom na sledeći način:

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

Slika 18-1 prikazuje struju kroz LED diodu, otpornik i bateriju (ili drugi izvor napajanja). Pomoći gornje formule računate vrednost R, to jest otpornost otpornika.

Slika 18-1:
Pomoći Omovog zakona računate otpornost kojom se ograničava struja kroz LED diodu.



Evo značenja oznaka V, I i R:

- ✓ **V (ili E):** Napon na otporniku. Pošto dioda kroz koju protiče struja pravi pad napona, morate oduzeti napon na diodi (oko 1,2 volta za tipičnu LED diodu) od napona izvora napajanja. Na primer, $V = 3,8$ ako je napon napajanja 5 volti, a pad napona na LED diodi 1,2 volta.
- ✓ **I:** Željena struja u amperima kroz LED diodu. Vrednost 20 mA je sasvim bezbedna za skoro svaku LED diodu; niža amperaža znači prigušenje svetla, a veća vrednost – mnogo više od 40 ili 50 mA – može uništiti LED diodu. Pošto struju morate da izražavate u amperima, 20 mA postaje 0,020 ampera.
- ✓ **R:** Potrebna otpornost da bi se ograničila struja kroz LED diodu.

Da bismo izračunali napon i struju, umesto V, I i R upotrebimo realne vrednosti (takođe prikazane na slici 18-1):

$$190 \text{ om} = \frac{3,8 \text{ volti}}{0,020 \text{ ampera}}$$



Više informacija o korišćenju Omovog zakona naći ćete u poglavlju 1 i u pomoćnim tabelama na početku knjige.

Računanje otpornosti

Otpornost jednog otpornika u kolu može se jednostavno izračunati. Ali, ako se otpornici spoje paralelno ili serijski, ukupna otpornost se menja. Vrednosti serijski vezanih otpornika se sabiraju, dok je ukupnu otpornost paralelne veze malo teže izračunati.

Zašto se mučiti računanjem ukupne otpornosti grupe otpornika? Iz nekoliko dobrih razloga:

- ✓ Otpornici se prodaju sa određenim otpornostima. Za pojedina kola potrebne su otpornosti koje se mogu dobiti samo serijskom ili paralelnom vezom dva ili više otpornika.
- ✓ Otpornici nisu jedine komponente koje imaju otpornost. Na primer, namotaji motora takođe imaju određenu otpornost. U nekim slučajevima, prilikom računanja ukupne otpornosti moraćete da uzmete u obzir i uticaj tih raznoraznih otpornosti u jednom kolu.

Serijska veza otpornika

Jednačina za serijsku vezu otpornika veoma je jednostavna – otpornosti se sabiraju:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 \dots \text{(i koliko god je potrebno)}$$

U prethodnoj jednačini, R₁, R₂, R₃ i tako dalje jesu otpornosti otpornika, a R_t je ukupna otpornost.

Prepostavimo da imate dva otpornika od 1,2 i 2,2 kilooma. Sabiranjem se dobija ukupna otpornost od 3,4 kiloma.

Paralelna veza dva otpornika

Ukupna otpornost dva otpornika u paralelnoj vezi računa se nešto teže. Evo jednačine:

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

R₁ i R₂ su vrednosti otpornosti dva otpornika, a R_t je ukupna otpornost. Ako su pojedinačne otpornosti 1,2K (1200 oma) i 2,2K (2200 oma), ukupna otpornost je:

$$776,47 = \frac{2640000}{3400}$$

Izračunajmo sada otpornost paralelne veze tri ili više otpornika:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \dots \text{(i koliko god je potrebno)}$$

R₁, R₂, R₃ i tako dalje jesu otpornosti otpornika u vezi. R_t je ukupna otpornost.

Računanje kapacitivnosti

Pomoću jednačina iz ovog odeljka možete izračunati ukupnu kapacitivnost u kolu. Primetićete da odgovaraju inverznom obliku jednačina za otpornost. Odgovor na pitanje zašto računati ukupnu kapacitivnost dva ili više kondenzatora isti je kao za otpornike.

Paralelna veza kondenzatora

Ukupna kapacitivnost paralelno vezanih kondenzatora dobija se sabiranjem pojedinačnih kapacitivnosti:

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 \dots$$

U ovoj jednačini, C₁, C₂, C₃ i tako dalje jesu kapacitivnosti pojedinačnih kondenzatora; C_t je ukupna kapacitivnost.

Serijska veza kondenzatora

Sledeći matematički trik omogućava da izračunate ukupnu kapacitivnost dva serijski vezana kondenzatora:

$$C_t = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

U ovoj jednačini, C_1 i C_2 su kapacitivnost dva kondenzatora; C_t je ukupna kapacitivnost.

Kapacitivnost serijske veze tri ili više kondenzatora

Imate li kondenzatore? Mnogo kondenzatora? Ako ih povezujete serijski, ukupnu kapacitivnost izračunaćete pomoću sledeće jednačine:

$$C_t = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \dots$$

C_1 , C_2 , C_3 i tako dalje jesu kapacitivnosti pojedinačnih kondenzatora. C_t je ukupna kapacitivnost.

Zašto biste hteli da pravite ogrlicu od kondenzatora na ploči? Najčešće da biste ostvarili kapacitivnost koju nemaju standardne komponente. To je ponekad neophodno za veoma osjetljiva kola, poput radio-prijemnika.

Jedinice energije

Vat-čas je jedna od najpraktičnijih mernih jedinica energije; opisuje mogućnost uređaja ili kola da obavi posao. Vat-časove izračunaćete množenjem snage kola (u vatima) s vremenom rada kola. Jednačina za računanje vat-časova je:

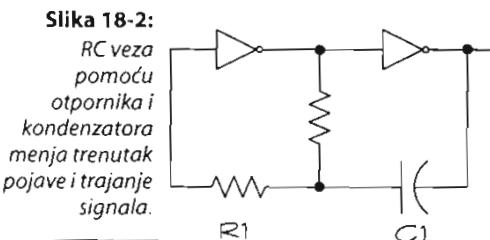
$$\text{Vat-časovi} = P \times T$$

U ovoj jednačini, P označava snagu u vatima, a T vreme u časovima rada na toj snazi. Vat-sekunde, odnosno *džule*, izračunaćete ako vat-časove podelite sa 3600.

Računanje vremenske konstante RC

Elektronska kola često pomoću vremenskih konstanti odlažu pojavu signala ili produžavaju trajanje. Vremenske konstante najčešće se realizuju pomoću otpornika i kondenzatora – otud i njihov naziv, RC .

Da biste zatvorili kolo, povezaćete otpornik i kondenzator (slika 18-2) s nekom aktivnom komponentom poput invertora ili tranzistora. Kad izmenite vrednosti otpornika i kondenzatora, menjate trajanje izlaznog signala.



Rad RC kola zasniva se na činjenici da pražnjenje kondenzatora kroz otpornik traje izvesno vreme. Što je veća vrednost otpornosti i/ili kapacitivnosti, kondenzator se duže prazni. Projektanti kola koriste RC vezu da bi napravili jednostavne tajmere i oscilatore ili da bi izmenili oblik signala.

Kako se računa vremenska konstanta kola sa otpornikom i kondenzatorom? Ova kola se svode na kombinaciju otpornika i kondenzatora. Kapacitivnost je data u faradima. Kondenzatori obično imaju kapacitivnost manju od mikrofarada, pa će vrednost u faradima biti manja od jedan.

$$T = RC$$

U ovoj jednačini, T označava vreme (u sekundama), R otpornost (u omima), a C kapacitivnost (u faradima).

Na primer, vremenska konstanta kola sa otpornikom od 2000 oma i s kondenzatorom od $0,1 \mu\text{F}$ iznosi 0,002 sekunde, odnosno dve milisekunde. U tabeli 18-2 navelj smo nekoliko primera da bi vas nule manje zbumnjivale.

Tabela 18-2 Primeri vrednosti kapacitivnosti

Kapacitivnost	Kapacitivnost u računu
$10 \mu\text{F}$	0,00001
$1 \mu\text{F}$	0,000001
$0,1 \mu\text{F}$	0,0000001
$0,01 \mu\text{F}$	(0,00000001)

Računanje frekvencije i talasne dužine

Frekvencija signala je direktno srazmerna talasnoj dužini, što pokazuju jednačine iz narednog poglavlja. Ove jednačine mogu biti korisne ako eksperimentirate s kolima za radio-talase (na primer, kada sečete žicu na određenu dužinu da biste napravili antenu). U narednim jednačinama, talasna dužina izražena je u metrima, a frekvencija u kilohercima.

Frekvencija signala

Recimo kako hoćete da naučite elektroniku da biste komunicirali s ljudima širom sveta preko amaterskog radio-uredaja. Priča o komunikacijama je priča o radio-talasima. Frekvencije radio-talasa i njihova talasna dužina, dve su strane istog novčića. U svetu radio-amatera, kolege će vam pominjati da koriste jednu ili drugu talasnu dužinu. Na ovom mestu objasnićemo kako da izračunate frekvenciju za datu talasnu dužinu.

$$\text{frekvencija} = \frac{300.000}{\text{talasna dužina}}$$



Talasna dužina izražava se u milimetrima, frekvencija u megahercima.

Talasna dužina signala

Pomoću iste osnovne formule možete izračunati talasnu dužinu ako vam je poznata frekvencija radio-signala:

$$\text{talasna dužina} = \frac{300.000}{\text{frekvencija}}$$

Rezultat je izražen u milimetrima. Frekvencija se navodi u megahercima. Evo primera: pretpostavimo da komunicirate s bićima iz svemira na 50 megaherca (50 miliona ciklusa po sekundi). Kada ubacite te brojke u jednačinu, dobijate:

$$6000 \text{ (milimetara)} = \frac{300.000}{50}$$

Mnogi talasnu dužinu izražavaju u metrima, tako da je potreban još jedan, završni matematički korak. Pošto u jednom metru ima 1000 milimetara, rezultat je 6 metara. Po svemu sudeći, vi i ET razgovarate na amaterskom radio-kanalu talasne dužine šest metara. Sjajno!

Dodatak

Resursi na Internetu

U ovom dodatku, predstavljamo nekoliko mesta na Internetu koja su zanimljiva zaljubljenicima u elektroniku. Neke Web lokacije su okrenute prodaji, dok su druge informativne. Odabrali smo resurse koje smatramo najkorisnijim da bismo vam uštedeli vreme i novac.

Moguće je da su neke Web lokacije izmeštene ili ugašene. Ako vas Web čitač obavesti da ne može naći traženu stranicu, vlasnik ju je verovatno izmestio. Takav je Internet! Pokušajte da pomoću Web pretraživača (na primer, Google i Yahoo!) pronadete dodatne resurse.

Internet kalkulatori

Na Web lokacijama iz ovog odeljka računanje možete obaviti bez korišćenja jednačina ili ručnog kalkulatora. Odaberite Web lokaciju koja pokriva željenu jednačinu:

- ✓ **Electronics Converters and Calculators** (www.csgnetwork.com/electronics-converter.html): Ova lokacija sadrži kalkulatore za Omov zakon i za otpornost paralelno vezanih otpornika, i konvertor kolornih oznaka otpornika u vrednost otpornika (između ostalog).
- ✓ **The Electronics Calculator Web Site** (www.cvs1.uklinux.net/calculators/index.html): Pomoću alatki sa ove lokacije možete računati RC vremenske konstante, vrednosti u Omovom zakonu i koristiti nekoliko drugih jednačina.
- ✓ **Bowden's Hobby Circuits** (ourworld.compuserve.com/homepages/Bill_Bowden/homepage.htm): Kalkulatori na ovoj Web lokaciji mogu se koristiti za Omov zakon, RC vremenske konstante i konverzije kolornih oznaka otpornika u vrednost otpornika. Možete naći kalkulatore za funkcije kojih nema na većini drugih lokacija – na primer, za razdelnike napona.
- ✓ **John Owen's Web Site** (www.vwlowen.demon.co.uk/): Kalkulatori za amaterske radio i audio projekte.

Elektronsko čavrljanje u diskusionim grupama

U diskusionim grupama (forumima) navedenim u ovom odeljku naći ćete odgovore na pitanja o konkretnim projektima ili na opšta pitanja. Svaka diskusionalna grupa ima svoj stil, zato preporučujemo da se zadržite neko vreme na svakoj Web lokaciji da biste utvrdili koja grupa vam odgovara. Pošaljite pitanje i možda ćete dobiti odgovor od drugih koji su već bili u istim nedoumicama.

Diskusione grupe na sledećim Web lokacijama posebno su zanimljive i korisne:

- ✓ Forumi na srpskom jeziku naći ćete na Web lokacijama www.elitemad-zone.org i www.elitesecurity.org: Ukoliko vas muči neki konkretni problem i želite da ga rešite, u arhivi ili u tekućim temama možete pronaći rešenje, razgovarati s ljudima koji dele vaša interesovanja ili postaviti novu temu.
- ✓ **All About Circuits Forum** (forum.allaboutcircuits.com): Obuhvata diskusione grupe o opštim pitanjima iz elektronike i za traženje pomoći o konkretnim projektima od drugih članova.
- ✓ **Electronics Zone Discussion** (www.electronic-circuits-diagrams.com/forum/): Uključuje veoma aktivne diskusione grupe o elektronskim kolima i projektima.
- ✓ **EDAboard International Electronics Forum Center** (www.edaboard.com): Ove aktivne diskusione grupe bave se problemima vezanim za konkretnе projekte i opštim pitanjima iz elektronike, ali i specijalizovanim temama poput projektovanja štampanih ploča.
- ✓ **Electronics Lab** (www.electronics-lab.com/forum/index.php): Još jedna dobra Web lokacija o projektima, kolima i opštim temama. Pogledajte odeljak s pitanjima i odgovorima; na tom mestu čitaoci mogu da pošalju pitanja i da nađu odgovore o mnogim projektima.



Uzimajte savete u diskusionim grupama uz zrnce opreza. Dobro razmislite pre nego što počnete da pravite kolo rukovodeći se uveravanjima nekog stranca.

Lov na delove za robote

Da li vas R2/D2 inspiriše? Možda vam zbog robota iz serije *Izgubljeni u svemiru* srce brže zakuca? Ako ste ljubitelj robota, pregledajte sledeće Web lokacije koje prodaju delove za pravljenje malih robota:

- ✓ **Acroname, Inc.** (www.acroname.com): Internet prodaja delova za robote. Na ponudi su R/C servomotori i druge korisne komponente.
- ✓ **Budget Robotics** (www.budgetrobotics.com): Ovu Web lokaciju drži autor knjige, Gordon Mekomb. Tu ćete naći podešene servomotore kao i točkove i PVC ploče za robote.

- ✓ **Lynxmotion** (www.lynxmotion.com): Na ponudi su PVC ili polikarbonatne (Lexan) plastične ploče, Tamiya motori sa zupčanicima i R/C servo motori.
- ✓ **The Robot Store** (www.robotstore.com): Na ovoj lokaciji možete naći R/C servomotore podešene za neprekidno obrtanje, Tamiya motore i točkove raznih vrsta.
- ✓ **Solarbotics** (www.solarbotics.com): Kanadski prodavac malih PVC ploča za robote prodaje i R/C servomotore i točkove potrebne za pametne Skitnice (jedan od projekata iz poglavlja 15).
- ✓ **Tower Hobbies** (www.towerhobbies.com): Web prodavnica za sve što vaš hobi zahteva. Prodaju mnoštvo R/C servomotora za male robote (motori nisu unapred podešeni, pa ćete to morati sami da uradite po uputstvima iz poglavlja 15). Pouzdan izvor Tamiya motora i Tamiya točkova.



Mnogi od ovih Web prodavaca prodaju R/C servo motore iz projekta pametnog robota opisanog u poglavlju 15.

Ubrzano usavršavanje pomoću priručnika i pomoćnih informacija

Web lokacije navedene u ovom odeljku sadrže vredne informacije. Pregledajte ih i odlučite koja Web lokacija odgovara vašim potrebama. Najvišu ocenu dajemo lokacijama Kelsey Park School Electronics Club i North Carolina State University Electronics Tutorial, ali i sve ostale Web prezentacije imaju zanimljive i korisne informacije:

- ✓ **All About Circuits** (www.allaboutcircuits.com/): Ova lokacija sadrži niz elektronskih knjiga o elektronici. Još uvek ne pokrivaju sve teme, ali i ponudeni materijal je odličan.
- ✓ **Electronics Hobbyist** (amasci.com/amateur/elehob.html): Zanimljivi članci o različitim temama iz elektronike.
- ✓ **Web lokacija Grejama Nota** (ourworld.compuserve.com/homepages/g_knott/index1.htm): Uživajte u ovoj Web lokaciji Grejama Nota, predavača elektronike na Univerzitetu Kembridž u Engleskoj. Web prezentacija je dobro organizovana tako da ćete lako naći informacije za početnički i napredniji nivo.
- ✓ **Kelsey Park School Electronics Club** (www.kpsec.freeuk.com): Mnoštvo dobrih saveta početnicima u električarskom projektovanju, uključujući uputstva o tumačenju šema kola, objašnjenja komponenata i spisak simbola kola.
- ✓ **The North Carolina State University Electronics Tutorial** ([www.courses.ncsu.edu:8020/ece480/common/htdocs](http://courses.ncsu.edu:8020/ece480/common/htdocs)): Sadrži dobra objašnjenja različitih tema iz elektronike. Mnoge ilustracije su animirane da biste lakše usvojili predstavljene koncepte.

- ✓ **Online Guide for Beginners in Electronics** (library.thinkquest.org/16497/home/index.html): Na ovom mestu možete pročitati kratke uvođenja u nekoliko tema iz elektronike.
- ✓ **Williamson Labs Electronics Tutorial** (www.williamson-labs.com/home.htm): Na ovoj Web lokaciji možete pročitati objašnjenja osnovnih električarskih ideja, objašnjenja su potkrepljena odličnim ilustracijama koje će vas zabaviti.

Potraga za materijalima za štampane ploče

Ako pravite štampane ploče (detaljnije u poglavlju 12), potražite potrebne alatke i materijale na ovim Web lokacijama. Većina prodaje slične materijale, te ćemo Web lokacije navesti bez dodatnih objašnjenja:

- ✓ **Circuit Specialists:** www.web-tronics.com
- ✓ **D&L Products:** www.dalpro.net
- ✓ **Ocean State Electronics:** www.oselectronics.com
- ✓ **Minute Man Electronics:** www.minute-man.com
- ✓ **Philmore-Datak:** www.philmore-datak.com
- ✓ **Press-n-Peel** (transfer film): www.techniks.com
- ✓ **Pulsar** (DynaArt transfer film): www.pulsar.gs



Pored ovih resursa, mnogi prodavci električarskih alatki i materijala opšte namene imaju i ograničen izbor materijala za štampane ploče.

Od viška ne boli glava

Tražite povoljnije ponude? Jedna reč – višak. Pošto se proizvodni viškovi rasprodaju u trenu, morate biti veoma brzi – ako imate sreće, naći ćete odlične stvari po niskim cenama. Pogledajte šta nude sledeći prodavci robe koja je proizvodni višak:

- ✓ **Action Electronics** (www.action-electronics.com): Prodaje i novu robu (direktno od proizvođača) i viškove.
- ✓ **Alltronics** (www.alltronics.com): Ponuda na ovoj lokaciji je tako obimna da ćete je satima pregledati. Imaju sve – od polovnih motora do mikronskih električarskih delića.
- ✓ **American Science & Surplus** (www.sciplus.com): Pouzdan preprodavac viškova svih vrsta. Imaju i manjih električarskih delova, ali preporučujemo da im se obratite ako vam trebaju motori, prekidači i veće stvarčice.
- ✓ **C&H Sales Company** (www.aaaim.com/CandH): Odličan izvor starijih delova – sličnih onima iz SF filmova iz pedesetih godina prošlog veka. Prodaju tone robe, i ako vas put nanese blizu njihove prodavnice u Pasadeni (Kalifornija), svratite i uverite se u bogatstvo ponude na licu mesta.

- ✓ **Fair Radio Sales** (www.fairradio.com): Ovaj dobavljač posluje već pola veka. Specijalnost su mu delovi za radio-aparate i vojne rezerve robnih viškova, ali nudi i mnoštvo manjih delova koji vam mogu zatrebatи.
- ✓ **Gateway Electronics** (www.gatewayelex.com): Ova Web lokacija namenjena je prodaji kompleta i delova preko Interneta. Kompanija ima i nekoliko prodavnica – po jednu u Kaliforniji i u Misuriju.
- ✓ **Marlin P Jones & Associates** (www.mpja.com): Na ovom mestu prodaje se nova roba i proizvodni viškovi, merna oprema i druge korisne stvari.
- ✓ **Skycraft Parts & Surplus** (www.skycraftsurplus.com): Nude se rezerve elektronskih i mehaničarskih delova, kompleta, oprema za testiranje i mnogo više.



Pored ovih resursa, nemojte zaobići ni informacije date u poglavlju 17.

Lov na delove za elektronska kola

Gladni ste novih kola? Od njih vas deli samo mišiji korak (naravno, mislimo na elektronskog miša vašeg računara). Zahvaljujući magiji Interneta, možete naći stotine – zapravo, hiljade – elektronskih kola, od osnovnih svetlosnih i zvučnih demonstratora do naprednih projekata za vaš auto ili jahtu. Evo nekoliko najboljih dobavljača:

- ✓ **Bowden's Hobby Circuits** (ourworld.compuserve.com/homepages/Bill_Bowden/): Ova lična Web lokacija amatera Bilija Bodena sadrži i neke originalne predloge, ne samo standardna objašnjenja. Na ovom mestu, naći ćete opise kola i predloge alternativnih rešenja.
- ✓ **Discover Circuits** (www.discovercircuits.com): Ova Web lokacija koja se održava zahvaljujući podršci prijavljenih članova, sadrži preko 8.000 šema. Veza List of Electronic Schematic Categories vodi do nekoliko stotina kategorija.
- ✓ **Electronics Online** (www.electronicsinfoonline.com): Ova Web lokacija podržana reklamama predstavlja pretraživač elektroničarskih projekata i kola i sadrži stotine veza do hiljada šema organizovanih u više desetina kategorija.

Rečnik

Kao sve naučne oblasti, elektronika ima sopstveni jezik. Pojedini termini opisuju elektricitet i jedinice mere (na primer, napon). Drugi označavaju alatke koje koristite u projektima ili elektronske delove poput tranzistora. Na ovom mestu navodimo izraze na koje ćete često nailaziti u svojoj elektro-ničarskoj praksi. Naučite ove termine pa ćete se opismeniti u elektronici.

60/40 sa kolofonijumskim jezgrom: Idealno sredstvo za lemljenje u elektronici; sadrži 60 posto kalaja i 40 posto olova (uz odstupanje od nekoliko procenata), i smolasto jezgro.

aktivno kolo: Kolo koje je priključeno na izvor napajanja.

alkalna baterija: Tip baterije koji se ne može ponovo puniti. *Videti i* baterija.

amplituda: Vrednost napona električnog signala.

anoda: Pozitivna elektroda diode. *Videti i* katoda.

apsorber toplote: Parče metala koje pričvršćujete za komponentu da biste je zaštitali. Odvodi toplotu pa komponenta neće pregoreti.

autopodešavanje: Mogućnost nekih multimetara da automatski podešavaju opseg merenja.

baterija: Izvor napajanja zasnovan na elektrohemiskim reakcijama pomoću kojih se proizvodi pozitivan napon na jednom kraju, a negativan na drugom. Proces podrazumeva stavljanje dva tipa metala u određenu hemikaliju. *Videti i* alkalna baterija; litijumska baterija; nikl-kadmijumska baterija; nikl-hidrid metala, baterija; cink-ugljenična baterija.

bipolarni tranzistori: Čest tip tranzistora. *Videti i* tranzistor.

ciklus: Deo talasa u kome se napon menja od najniže do najviše vrednosti, pa ponovo do najniže. Ciklus se ponavlja dok god se talas kreće.

cink-ugljenična baterija: Nekvalitetna, nepunjiva baterija. *Videti i* baterija.

dioda: Komponenta koja može da konvertuje naizmeničnu struju u jednosmernu tako što ograničava protok na jedan smer.

dvopolni: Vrsta prekidača ili preklopnika sa dve ulazne žice.

dvopolni prekidač: Vrsta prekidača sa dve ulazne i dve izlazne žice.

dvopolni preklopnik: Vrsta preklopnika sa dve ulazne i četiri izlazne žice.

džul: Jedinica za energiju.

električna struja: *Videti* struja.

elektricitet: Kretanje elektrona kroz provodnik.

elektromagnet: Žica namotana oko parčeta metala (obično oko gvozdene šipke). Kada pustite struju kroz žicu, metal se namagnetiše. Isključivanjem struje koja prolazi kroz žicu, metal gubi magnetna svojstva.

elektromotorna sila: Privlačna sila između pozitivnog i negativnog nanelektrisanja izražena u voltima.

elektron: Negativno nanelektrisana čestica. *Videti i* proton.

elektrostatičko pražnjenje: *Videti* statički elektricitet.

fitilj za uklanjanje tinola: Traka za uklanjanje teško dostupnog tinola. Predstavlja pljosnatu bakarnu pletenicu. Uklanjanje tinola se zasniva na činjenici da bakar apsorbuje tinol lakše nego kalajna oplata većine komponenata i štampanih ploča.

fotorezist: Sloj hemikalije otporne na svetlost koji se koristi u pravljenju štampanih ploča.

frekvencija (učestanost): Mera ponavljanja signala naizmenične struje (simbol za frekvenciju je f).

herc (Hz): Mera broja ciklusa po sekundi u naizmeničnoj struci.

hladan lem: Nefunkcionalan spoj koji nastaje kada se tinol ne rasporedi valjano oko metalnih delova.

I: Simbol za struju.

IC: *Videti* integrisana kola.

imbus ključ: Ključ za vijke sa šestougaonim urezom na glavi.

impedansa: Mera otpora protoku naizmenične struje.

impuls: Signal čija se amplituda brzo menja od veoma visoke do vrlo niske.

induktivnost: Sposobnost skladištenja energije u magnetnom polju (izražava se u henrijima).

infracrveni temperaturni senzori: Temperaturni senzori koji mere temperaturu električnim putem.

integrисана kola: Komponente (često u obliku „čipa“) koje sadrže više malih komponenata poput otpornika ili dioda.

invertor: Vrsta logičkog kola sa samo jednim ulaznim priključkom. *Videti i* logičko kolo.

izolator: Materija kroz koju elektroni ne mogu slobodno da se kreću.

izvod (terminal): Parče metala za koje vezujete žice (na primer, pol baterije).

jednokratno programabilan (OTP): Odlika mikrokontrolera koji se može programirati samo jednom.

jednopolni: Vrsta prekidača ili preklopnika sa samo jednom ulaznom žicom.

jednopolni preklopnik: Vrsta preklopnika sa jednom ulaznom i dve izlazne žice.

jednosmerna struja (DC): Struja u kojoj elektroni mogu da se kreću samo u jednom smeru, od negativnog pola, kroz žice, do pozitivnog pola; primer jednosmerne struje je električna struja koju proizvodi baterija.

kabl: Grupa od dve ili više žica zaštićenih spoljnim izolacionim slojem, poput kabla za napajanje.

kalajisanje: Zagrevanje lemilice do najviše temperature i stavljanje male količine tinola na vrh da bi se sprečilo da se lem zalepi za vrh.

kalemi: Komponente sa svojstvom induktivnosti (sposobnost čuvanja energije u magnetnom polju) u kolu.

kalup za rezanje pod uglom: Alatka za rezanje pod uglom pomoću ručne testere. To je ravna površ širine od 8 do 10 cm na koju se postavlja ploča; na svakoj strani površi su prorezni za testeru.

kapacitivnost: Sposobnost skladištenja elektrona izražena u faradima.

katoda: Negativna elektroda diode. *Videti i* anoda.

klizni prekidači: Vrsta prekidača koje pomerate napred ili nazad da biste nešto uključili ili isključili (na primer, baterijsku lampu).

коло: Skup žica koje spajaju komponente tako da struja može da protiče kroz komponente natrag do izvora.

komponente: Delovi koji se koriste u elektronskim projektima, poput baterije ili tranzistora.

komutator: Uredaj za promenu smera električne struje u motoru ili generatoru.

kondenzator: Komponenta sa svojstvom kapacitivnosti (sposobnosti skladištenja energije u električnom polju) u kolu.

konektor: Metalna ili plastična utičnica u koju se umeće kraj kabla; primer konektora je telefonski utikač u zidu.

konvencionalna struja: Protok pozitivnog naielektiranja od pozitivnog do negativnog napona; obrnuta veličina je stvarna struja. *Videti i* stvarna struja.

kratak spoj: Kada su dve žice slučajno spojene i struja teče kroz njih umesto kako je predviđeno u kolu.

krstasti: Izraz za vijak sa urezom u obliku znaka plus (+) na glavi i za odgovarajući odvijač.

lemilica: Štapićasta alatka koja se sastoji od izolovane drške, grejnog elementa i izbrušenog metalnog vrha za nanošenje lemiva (tinol žice).

lemiva prototipska ploča: Prototipska ploča na kojoj su sve komponente zaledljene. *Videti i* prototipska ploča.

lemljenje: Metoda za postavljanje komponenata na ploču da bi se napravilo trajno kolo; umesto lepka koriste se parčići metala zvanog *lemivo* (tinol žice).

lemne tačke: Na štampanoj ploči, tačke kontakta koje služe za spajanje komponenata.

lemno ispučenje: Uzdignuće od tinola.

licnasta žica: Dve ili tri grupe veoma tankih žica, omotane izolacijom.

litijumska baterija: Vrsta baterije koja proizvodi veći napon od drugih tipova baterija – oko 3 volta. Litijumske baterije imaju i veći kapacitet od alkalnih.

Videti i baterija.

logičko kolo: Integrисано kolo koje prima uлazne signale i na osnovu zadatih pravila određuje izlaznu vrednost.

magistrala: Zajednička tačka povezivanja.

masa: Tačka u kolu koja se koristi kao referentna (s naponom vrednosti nula).

mikrokontroler: Programabilno kolo.

modulacija širinom impulsa: Metoda kontrolisanja brzine motora brzim uključivanjem i isključivanjem napona tako da nastaju kratki impulsi. Što je duži impuls, motor se brže okreće.

multimetar: Uredaj za ispitivanje s mogućnošću merenja vrednosti napona, otpornosti i struje.

naizmenična struja (AC): Struja koju karakteriše promena smera toka elektrona. *Videti i* jednosmerna struja (DC).

namotavanje žice: Metoda spajanja komponenata na ploči žicom.

napon: Privlačna sila između pozitivnog i negativnog nanelektrisanja.

naponski udar: Trenutni skok napona.

nelemlive prototipske ploče: *Videti* prototipske ploče.

nikl-hidrid metala, baterija: Vrsta punjive baterije. *Videti i* baterija.

nikl-kadmijumska baterija (NiCd): Najpopularniji tip punjive baterije. *Videti i* baterija.

nizak signal: U digitalnoj elektronici, signal jednak ili blizak nula (0) volti.

om: Jedinica otpornosti (simbol za om je omega, Ω). *Videti i* otpornost.

Omov zakon: Jednačina koja omogućava da izračunate napon, struju, otpornost ili snagu.

operacioni pojačavač: Integrисано kolo s nekoliko tranzistora i drugih komponenata. Operacioni pojačavač je mnogo efikasniji od pojačavača s jednim tranzistorom. Na primer, ostvaruje ujednačeno pojačanje u mnogo većem opsegu frekvencija od pojačavača s jednim tranzistorom.

oscilator: Kolo koje proizvodi talase. *Videti i* talas.

osiloskop: Elektronski uređaj koji meri napon, frekvenciju, i razne druge parametre talasnih signala.

otpornik: Komponenta koja se dodaje kolu da bi se smanjio protok elektrona kroz kolo.

otpornost: Mera sposobnosti elektrona da se kreću kroz metal.

otvoren položaj: Položaj prekidača u kome je onemogućen protok struje. *Videti i* zatvoren položaj.

otvoreno kolo: Kolo u kome je neka žica prekinuta tako da struja ne može da teče. *Videti i* zatvoreno kolo.

pad naponu: Smanjenje napona usled protoka elektrona kroz otpornik (ili neku drugu komponentu), jer otpornik koristi deo napona napajanja.

parazitska kapacitivnost: Stanje u kome se stvara električno polje između žica ili izvoda u kolu kada su previše blizu, pa se energija nehotice skladišti.

piezoelektrični efekat: Sposobnost određenih kristala – na primer, kvarca i topaza – da se šire ili skupljaju pod naponom.

pn spoj: pn spoj se stvara na mestu kontakta oblasti s fosforom i s borom u poluprovodniku.

podesive štipaljke: (ponekad ih zovu treća ruka). Podesiva alatka za držanje malih delova dok radite na projektima.

podešavač opsega: Mehanizam koji povećava opseg radnih frekvencija merača frekvencija.

pojačanje: Mera umnožavanja amplitude signala (odnosa izlaznog i ulaznog napona).

polarizacija: Primena malog napona na bazu tranzistora da bi se tranzistor delimično uključio.

poluprovodnički temperaturni senzori: Vrsta temperaturnih senzora koji električno mere temperaturu.

poluprovodnik: Materijal (na primer, silicijum) koji ima pojedina svojstva i provodnika i izolatora.

poluprovodnik n-tipa: Poluprovodnik kome je dodata primesa da bi imao više elektrona od čistog poluprovodnika.

poluprovodnik p-tipa: Poluprovodnik kome je dodata primesa tako da ima manje elektrona od čistog poluprovodnika.

potenciometar: Promenljivi otpornik koji dozvoljava kontinualno podešavanje otpornosti od nula oma do neke maksimalne vrednosti.

pravougaoni talas: Izlazni signal.

precizni otpornici: Tip otpornika s niskom tolerancijom.

presek žice: Površina poprečnog preseka žice, izražena u mm^2 . *Videti i* promer žice.

prevlaka: Veoma tanak sloj bakra koji se nanosi preko plastične, epoksidne ili fenolne osnove pri izradi štampanih ploča.

priklučak. Vrsta konektora. *Videti i* konektor.

promenljivi kalem: Namotaji žice oko pokretnog metalnog jezgra. Pomeranjem jezgra menja se induktivnost kalema.

promenljivi kondenzator: Kondenzator koji se sastoji od dve ili više metalnih ploča između kojih je vazduh. Okretanjem dugmeta menja se kapacitivnost sklopa. *Videti i* kondenzator.

promenljivi otpornik: *Videti* potenciometar.

promer žice: Prečnik žice.

proton: Pozitivno nanelektrisana čestica. *Videti i* elektron.

prototipske ploče: (ili nelemive štampane ploče) Plastične ploče raznih oblika, stilova i veličina; sadrže kolone rupa koje su električno povezane malim metalnim trakama. U njih se umetnu komponente – otpornici, kondenzatori, diode, tranzistori, integrisana kola itd. – koje se povežu žicama da bi se napravilo kolo. *Videti i* lemiva prototipska ploča.

provodne linije: Na štampanoj ploči, žice između lemnih tačaka koje električno spajaju komponente.

provodnik: Materijal kroz koji struja može slobodno da teče.

pumpa za uklanjanje tinola: Uredaj koji usisava višak tinola pomoću vakuma.

puna žica: Žica koja ima samo jednu nit.

R: Simbol za otpor.

razdelnik napona: Kolo koje pomoću pada napona u određenoj tački kola proizvodi napon niži od napona napajanja.

RC vremenska konstanta: Jednačina za računanje vremena potrebnog da kondenzator napuni dve trećine svoje kapacitivnosti ili da se isprazni do jedne trećine kapacitivnosti.

relej: Uredaj koji se ponaša kao prekidač po tome što otvara ili zatvara kolo, zavisno od napona.

režim inverzije: Proces u kome pojačavač obrće ulazni signal da bi proizveo izlazni signal.

senzori: Elektronske komponente koje detektuju spoljašnje uslove ili uticaje poput toplosti ili svetla.

serijsko kolo: Kolo u kome struja teče kroz svaku komponentu sekvencialno.

sinusoida: Izlazni signal.

snaga: Mera količine rada koji obavi električna struja dok protiče kroz elektronske komponente, izražena u vatima.

solarna ćelija: Vrsta poluprovodnika koja proizvodi struju kada je izložena svetlu.

statički elektricitet: Vrsta elektriciteta koja ostaje u izolovanom telu, čak i kada uklonite izvor napona. Munja je oblik statičkog elektriciteta.

struja: Protok nosioca nanelektrisanja.

stvarna struja: Protok elektrona od negativnog do pozitivnog napona.

„sweep“ generator: Uredaj koji proizvodi signale različite od signala standardnog generatora po tome što im se frekvencije brzo menjaju nadole i nagore.

šema: Crtež koji prikazuje kako su komponente u kolu povezane žicama.

širina opsega: Kada je reč o osciloskopu, najviša frekvencija u megahercima (MHz) koju možete pouzdano ispitati.

talas: Promene u naponu u obliku sinusnog ili pravougaonog talasa. *Videti i* osciloskop; sinusoida; pravougaoni talas.

termistor: Otpornik čija se otpornost menja s temperaturom.

termistor s negativnim temperaturnim koeficijentom (NTC): Otpornik čija otpornost se smanjuje s temperaturom. *Videti i* otpornik; termistor.

termistor s pozitivnim temeperaturnim koeficijentom (PTC): Komponenta čija se otpornost povećava s temperaturom. *Videti i* otpornost; termistor.

termopar: Vrsta senzora koja električno meri temperaturu.

tolerancija: Dozvoljena varijacija vrednosti komponente u zavisnosti od proizvodnog procesa, izražena kao opseg.

tranzistor: Poluprovodnik koji upravlja protokom električne struje.

treća ruka: (takođe i podesive štipaljke) Mala sprava kojom držite delove dok lemitate.

ugraden jezički prevodilac: Program u mikrokontroleru koji omogućava da pišete programe na jednostavnom programskom jeziku.

ulazno-izlazni priključci. (Takođe I/O priključci) Izvodi na mikrokontroleru koji obezbeđuju informacije potrebne čipu da bi upravljao radom uređaja.

V: Simbol napona; često se koristi i oznaka E.

vat-čas: Jedinica mere energije; sposobnost uređaja ili kola da radi.

visoki signal: U digitalnoj elektronici, signal čija je vrednost veća od nula (0) volti.

zatvoren položaj: Položaj prekidača tako da struja može da teče. *Videti i* otvoren položaj.

zatvoreno kolo: Kolo u kome su sve žice povezane tako da struja može da protiče. *Videti i* otvoreno kolo.

žica: Duga metalna nit, obično od bakra, koju koristite u elektroničarskim projektima. Elektroni se kreću kroz žicu i tako se provodi struja.

Indeks

Brojevi

3M (Dual Lock), 315, 317
4017 CMOS Decade Counter, čip, 290–292
60/40 kolofonijum, 147–148, 357

A

aceton, 245
ADC (analogno-digitalni pretvarač), 166
Advanced Circuits (proizvodač štampanih ploča), 247
akrilna plastika (materijal za konstruisanje), 297
aktivni infracrveni detektor kretanja, 100
aktivno kolo, 357
alatke
 bušilica, 46, 299
 čekić, 45
 čekić s drvenom glavom, 45
 čuvanje, 47
 gomilanje statičkog elektriciteta, 32
 hobi alat, 48
 kalup za rezanje pod ugлом, 46
 klešta, šiljasta, 220
 klešta s bravom, 46
 klešta s tankim vrhom, 44
 klešta za navrtke, 46
 klešta za skidanje izolacije, 42–43
ključevi, francuski, 46
kružna testera, 48
kutija za delove, 44
lupa, 44–45
merna traka, 46
namotavanje žice, 226
odvijači, 40–42
oprema za ispitivanje, 327–333

pištolj za lepak, 52–53
pumpica za razlemljivanje, 156
ručne, 39–47
sečice, 42–43
stega, 46
stona bušilica, 47, 245, 299
stona testera, 48
školska testerica, 312
testera, 45
testera za metal, 299–300
treća ruka, 44, 149, 361
turpije, 46, 313–315
valjak za lepljenje tapeta, 239
za konstruisanje, 18
za lemljenje, 147–148
za merenje, 18
alkalna baterija, 91, 357
All Electronics (dobavljač delova), 337
Allied Electronics (dobavljač delova), 337
aluminijum
 kao provodnik, 8
 u kondenzatorima, 65
amonijum-persulfat, 242
amper (jedinica mere), 19
amplituda, 202, 357
analogija s vodom u cevi, 26
analogno kolo, 80
analogno-digitalni pretvarač (ADC), 166
anoda, 73, 357
antistatička narukvica, 31, 154
antistatička podloga, 31, 54, 155
antistatička vrećica, 155
antistatički sprej, 155
AP Circuits (proizvodač štampanih ploča), 247
asemblerški jezik, 258–259
astabilni multivibrator, 275, 282, 290
Atmel (AVR serija mikrokontrolera), 263

audio pojačavač, kao integrisano kolo, 13
auto-podešavanje, 357
Autorouter, alatka, 249, 252
avometar (VOM). *Videti i* multimetar, 159
AVR serija mikrokontrolera (Atmel), 263

B

B.G. Micro (dobavljač delova), 338
bafer, šematski simbol, 119
bakar
 filij, 245
 kao provodnik, 8
 prevlaka, 228–232, 235, 239
BASIC (programska jezik), 259, 261
baterija
 delovi, 10
 držać, 89–90, 318
 elektrohemija reakcija, 10, 88
 ispitivanje osciloskopom, 207
 jednosmerna struja (DC), 11
 lampa, 88
 memorijski efekat, 91
 multimetar, 168, 172
 napon, 88–90
 opis, 357
 polaritet, 123
 pronalažak, 29
 punjenje, 11
 punjiva, 90–91
 redna veza, 88–89
 servomotor, 318
 šematski simbol, 121
tipa AA, 88
tipovi hemikalija, 91
u projektu pravljenja robota, 304–306, 318

vrednost miliampersati, 90
zaštita, 27
baterijska lampa, 10, 88
baza, tranzistor, 77, 136
Beginning Programming For Dummies (Wallace Wang), 259
bezbednost
elektrošok, opasnosti od, 26–30
korišćenje logičke sonde, 193
korišćenje multimetra, 161
lemljenje, 34–35, 148
nagrizanje, 241–242
naizmenična struja, 11, 32–34
odeća, 32, 35
opekotine, 26–27
prva pomoć, 28
saveti, 27
statički elektricitet, 29–32
šesto čulo, 25
timski rad, 28, 34
zaštita ušiju i očiju, 35, 46, 231, 236
bimetalna traka, 101
bipolarni tranzistori, 78, 117, 187–188
Bit inženjering (izdavač knjiga o elektronici), 335
blok kondenzatori, 65
Board of Education (BOE) (Parallax), 261, 265–266, 268–269, 308, 318–320
Boden, Bil (hobista), 355
bor, 14
brane, generisanje elektriciteta i, 12
Bratejn, Volter (pronalažač), 136
brojač frekvencije, 329
brušenje, 299–300
bušilica, 46, 299
burgije, 46, 48, 299

C

CadSoft (Eagle Light program), 248
cijanoakrilatni lepak, 52
ciklus, 11, 357
cink-ugljenične baterije, 91, 357
CMOS tranzistori, 30
Comet Electronics (dobavljač delova), 335

CPR (kardiopulmonarna reanimacija), 28
CRT (katodna cev), 198
crteži kola, 233, 235

Č

čekić, 45
čekić s drvenom glavom, 45
četkice, 51
čišćenje
štampanih ploča, 231–232, 238, 244, 246
sredstva za, 49–50, 241
čuvanje, 47

D

daljinski upravljač, 281
Datal (alatke za direktno nagrizanje), 240
db (decibel), 106
Decade Counter, čip, 290–292
detektor kretanja
aktivni infracrveni, 100
komponente, 100
opis, 14
ultrazvučni, 101
Dick Smith Electronics (dobavljač delova), 339
dielektrični materijal, 64–65
Digikey (distributer delova), 263, 338
digitalno kolo, 80
Dinsmore 1490, modul kompasa, 284
dioda
fotodioda, 100, 116, 124, 136
identifikacija, 72
ispitivanje multimetrom, 171, 185
opis, 357
osetljivost na statički elektricitet, 31
oštećena, otkrivanje, 183
pn spoj, 14
polaritet, 73, 122
solarna čelija, 91
struja, 72–73
šematski simbol, 116
upotreba, 71
vršni inverzni napon, 72–73

diodni ispravljač, 71
Diodni most (Grecov most), 71
direktna struja, LED, 73
diskusione grupe (forumi), 352
dobavljači delova
All Electronics, 338
Allied Electronics, 338
B.G. Micro, 338
Comet Electronics, 335
Dick Smith Electronics, 339
Digikey, 338
Electronic Goldmine, 338
Farnell, 339
Fry's Electronics, 339
Interhit, 336
Jameco Electronics, 339
Konelek, 336
LG Electronic, 336
Maplin, 339
Mikro princ, 336
Mouser Electronics, 339
Radio klub, 336
RadioShack, 339
Silken Electronic, 337
višak, 341
za i protiv naručivanja poštom, 340–341
DRC (provera pravila projektovanja), 247
Dremel (proizvodač hobi alatki), 48
Dual Lock (3M), 315, 317
dvopolni prekidači, 93–94, 117, 120, 179–181, 357
dvopolni preklopnići, 94, 120–121, 180–181, 295, 304, 357

DŽ

džul (merna jedinica), 357

E

Eagle Light, CAD program, 248–252
eBay (Web lokacija za aukcije), 332
editor za programiranje, 259–261, 263, 267, 320
EIA oznake na kondenzatorima, 68–69
ekseri, kao izvodi senzora, 289

elektricitet
definicija, 357
elektroni, provodnici i napon, 9, 12
električne komponente. *Videti i pojedinačne komponente*
integrisana kola, 13
napajanje, 16
opis, 13, 359
oštećene, otkrivanje, 183
oštećenje od statičkog elektriciteta, 29–30
poluprovodnici u, 14
senzori, 13–15
šematski simboli za, 114–118
za kontrolisanje elektriciteta, 13
zavisne od svetlosti, 99
Electronic Goldmine (dobavljač delova), 338
elektrohemijska reakcija, 10, 88
elektromagnet
opis, 358
releji i, 95
u motorima jednosmerne struje, 102
u zvučnicima, 104
elektromotorna sila, 9, 358
elektroni
analogija s vodom u cevi, 9
kretanje kroz diodu, 70
kretanje kroz provodnik, 8
kretanje u bateriji, 11
kretanje u naizmeničnoj struji, 11
napon i, 9
opis, 8, 358
skladištenje u kondenzatoru, 63
uticaj magneta, 11
elektroničarska laboratorija
klimatski uslovi, 53
lokacija, 53–54
radni sto, 55
sastojci za, 53
elektrošok
jednosmerna struja, 27
naizmenična struja, 27
opekotine, 26–27
opis, 26–27
prva pomoć, 28
saveti za sprečavanje, 27

element za smanjenje naprezanja, 28
emiter, tranzistor, 77
energija, računanje mernih jedinica, 347
epoksidni cement, 52
ERC (provera elektronskih pravila), 249

F

farad (jedinica mere), 19, 64
Farnell (dobavljač delova), 339
feri-hlorid, 242
fiberglas, 231
flip flop, šematski simbol, 119
fosfor, 14
fotočelija/fotootpornik
šematski simbol, 124
opis, 99
fotodioda
korišćenje tranzistora kao, 136
opis, 99, 116
šematski simbol, 124
fotografski postupak pravljenja štampanih ploča, 232–234
fotokopir-mašina, 236–237
fotootpornik, u projektu alarma za svetlo, 286–287
fotorezist, 230, 233–236, 240–241, 245, 358
phototranzistor
opis, 100
šematski simbol, 124
u detektoru infracrvenog zračenja, 280–282
za ispitivanje učestanosti naizmenične struje, 208–210
frekvencija (učestanost)
brojač, 329
definicija, 358
filtriranje kalemovima, 97–98
ispitivanje osciloskopom, 208–210
jedinica mere, 19
kristali i, 99
naizmenične struje (AC), 208–210
opis, 19

podešavanje kondenzatorima, 63
računanje, 348–349
sirena, 106
zvučnik, 105
Frenklin, Bendžamin (pronalažač) eksperiment sa zmajem, 9, 25
motor na statički elektricitet, 29
Fry's Electronics (dobavljač delova), 338
Futaba servomotor, 310, 316

G

gaza, 238
gedore (nasadni ključevi), 46
generator
funkcija, 330
logičkih impulsa, 328–329
svetlosnih efekata, 290–292
zvuka, 286
Gerber datoteke, 246, 248
Google (pretraživač), 24
Grand Wing Servo, 310, 316
gume, robot, 302
gumeni git, 42
gumica, 51

H

hardverski modul za programiranje, 260–261
Hejs, Tomas (*Umetnost elektronike*), 139
Hemija za neupućene (Džon Mur), 88
henri (jedinica mere), 19, 98
herc (Hz) (jedinica mere), 11, 19, 358
Hitec servomotor, 310–311, 316
Hi-Z (visoka impedansa), stanje, 195
hladan lem
definicija, 358
lemljenje, 151, 153
hladnjak, 72, 152, 357
H-most, 308
hobi alatka, 48
Horovic, Pol (*Umetnost elektronike*), 139
Hz (herc) (jedinica mere), 11, 19, 358

I
 I (simbol za struju), 22, 345, 358
 I, logičko kolo, 96, 119
 ILL, logičko kolo, 96, 119
 imbus ključ, 358
 impedansa
 definicija, 358
 Hi-Z (visoka impedansa)
 stanje, 195
 impuls
 definicija, 358
 generator logičkih impulsa i,
 328–329
 od čipa LM555, 274
 R/C servo operacije i,
 321–323
 impulsno-širinska modulacija,
 104, 360
 induktivni kalem
 opis, 20
 sastav, 98
 šematski simbol, 117
 upotreba, 97–98
 vrednost, 98
 induktivnost
 jedinica mere, 19–20, 98
 opis, 20, 98, 358
 infracrveni temperaturni
 senzori, 101, 358
 injektor signala, 332
 integrisano kolo (IC)
 brojčana oznaka, 80
 kućište s dva reda izvoda, 79
 linearno i digitalno, 80
 logička kola, 95–97, 119
 mikrokontroler, 13
 opis, 13, 79, 140–141, 358
 osetljivost na statički
 elektricitet, 30
 oštećeno, otkrivanje, 183
 pojačavač, 13
 polaritet, 122
 priključi-i-uključi, 225
 raspored izvoda, 81–82, 119
 Interhit (dobavljač delova), 336
 Internet resursi. *Videti i Web*
 lokacije
 delovi za robote, 352–353
 diskusione grupe (forumi),
 352
 kalkulatori, 351
 materijal za štampane ploče,
 354

priručnici, 353
 proizvodni višak, 354
 invertor
 definicija, 358
 logička kola, 95–96
 šematski simbol, 119
 ispitivanje pomoću brojača
 frekvencije, 329
 ispravljač
 osetljivost na statički
 elektricitet, 31
 šematski simbol, 118
 izolacija, skidanje, 42, 218
 izolator
 definicija, 358
 dielektrični materijal u
 kondenzatorima, 64–65
 izopropil alkohol, 241
 izvodi, integrisano kolo, 81–82,
 140–141
 izvori elektriciteta
 baterije, 10
 električne utičnice, 11
 izvor napajanja, 329–330

J

Jameco Electronics
 (distributer delova),
 263, 339
 Javelin (Parallax), 261
 jedinice
 naučna notacija, 20
 prefksi, 20–22
 tabela, 19
 jednokratno programabilan
 (OTP), 358
 jednopolni preklopni, 94, 121,
 180–181
 jednopolni prekidači, 93,
 179–181, 280, 317, 358
 jednosmerna struja (DC)
 blokiranje, 63
 elektrošok od, 27
 motori, 102–103
 opekotine od, 27
 opis, 11, 359
 prednost u odnosu na
 naizmeničnu, 12
 pretvaranje naizmenične u,
 11, 33, 71
 talasni oblik signala, 202

jednospojni tranzistor (UJT),
 117
 jezgro, 147

K

kabl, 86–87, 359
 kabl, element za smanjenje
 naprezanja za, 28
 kadica za obradu ploče,
 243–244
 kalajisanje, 151, 359
 kalem. *Videti i induktivni kalem*
 definicija, 98
 osetljivost na statički
 elektricitet, 31
 promenljivi, 123
 kalkulatori, mrežni, 24, 351
 kapacitivnost
 jedinica mere, 19, 64
 menjanje, 70
 opis, 19, 359
 parazitska, 146, 222, 361
 računanje, 346–347
 kataloški broj, na šemama, 115
 katoda, 73, 359
 katodna cev, 198
 keramički kondenzatori, 65
 klavirska žica, 317
 klešta
 s bravom, 46
 s tankim vrhom, 44
 stege, 46
 šiljasta, 220
 za skidanje izolacije, 42–43
 klima, uticaj na elektroniku, 54
 klizni prekidač, 92, 359
 ključevi, prilagodljivi, 46
 Knott, Graham (predavač
 elektronike), 353
 kolektor, tranzistor, 77
 kolo. *Videti i integrisano kolo*
 (IC)
 definicija, 359
 delovi, 127
 konstruisanje na
 prototipskoj ploči,
 16–17
 kontrolisanje struje
 otpornikom, 129
 kratak spoj, 177
 kupovina, 355
 osnove, 128–129

- paralelna veza, 131
pravljenje jednostavnog, 16–17
redna veza, 130
kompjutersko projektovanje (CAD)
Eagle Light, CAD program, 248–252
korišćenje, 248–252
opis, 248
komprimovan vazduh, 49
komutator, 102, 359
kondenzator
blok, 65
dielektrični materijal, 64–65
ispitivanje multimetrom, 171, 186–187
kapacitivnost, 64–67
obeležavanje, 66–69
opis, 19, 359
osetljivost na statički elektricitet, 31
oštećen, otkrivanje, 183
polaritet, 69–70, 122, 187
primena, 63
promenljiv, 70, 123–124, 361
radni napon, 64
RC vremenska konstanta, 347–348
smanjivanje kolebanja napona, 135
s Mylarom, 66
statički elektricitet, 29
šematski simbol, 115, 124
temperaturni koeficijent, 68–69
tolerancija, 68
u paralelnoj vezi, 346
u serijskoj vezi, 347
u timu s otpornikom, 134
veličina, 65
vrednosti, 346, 348
vreme punjenja, izračunavanje, 135, 141
konektor
opis, 87, 359
šematski simbol, 114
kontakti, 215–216
Konelek (izrada štampanih ploča), 336
kontinuitet, ispitivanje, 163, 177
kontroler BASIC Stamp, 99
Board of Education (BOE), 261, 265–266, 268–269, 308, 318–320
dodatna projektna ploča, 261
konstruisanje kola, 265
opis, 261
programiranje kontrolera, 264–271
softver za programiranje, 263–264
u projektu pametnog robota, 308, 318–323
verzije, 261
konvencionalna struja, 10, 359
kratak spoj, 177, 359
kratkospojnici, 186, 221, 276, 305
kristal
oscilatori, 99
piezoelektrični, 105
šematski simbol, 116
u detektorima kretanja, 100
krstasti vijci/odvijači, 40, 359
kružna testera, 48
kućište s dva reda izvoda, 79
kupovina opreme za ispitivanje, 332–333
kutija za alat, 47
kutija za delove, 44
- L**
- LED (svetleće diode)
direktan pad napona, 74
korišćenje otpornika sa, 58, 74–75
opis, 71
pn spoj i, 14
programiranje BASIC Stamp
mikrokontrolera da osvetljava, 265–271
specifikacije, 73
šematski simbol, 116
u aktivnom infracrvenom detektoru kretanja, 100
u detektoru infracrvenog zračenja, 281–282
u generatoru svetlosnih efekata, 292
u kolu za trepćuće svetlo, 274–278
u projektu kompasa, 284–286
u projektu merača vlažnosti, 289
LEGO Mindstorms, 256–258
lemilica
izbor, 149
opis, 147, 359
uzemljenje, 32
zaštita, 34–35
lemiva prototipska ploča, 222–223, 359
lemljenje
bezbednost, 148
hladan lem, 151, 153
ispitivanje spojeva multimetrom, 163
kada koristiti, 146–147
korišćenje hladnjaka, 152
opis, 359
oprema, 147–148
ponovno lemljenje, 156
pravila za uspešno lemljenje, 151
priprema radne površine, 150
razlemljivanje, 156
saveti i tehnike, 157
sprečavanje pražnjenja statičkog elektriciteta, 154–155
temperatura, 35
u projektu pravljenja robota, 304–306
zaštita, 34–35
leme tačke, štampana ploča, 228, 359
lepak, 52–53
lepljiva traka, 52
LG Electronic (dobavljač delova), 336
licnasta žica, 84, 360
liskunski kondenzatori, 65
litijumska baterija, 91, 360
litijumska mast, 50
LM386, integrисани појаčавач snage, 287–288
logička sonda
mane, 195
opis, 189–192
povezivanje, 193–195
svetlosni indikatori, 190, 194
zaštitne mere, 193
zvučni indikator, 190, 194

logički analizator, 331

logičko kolo

opis, 95–96, 360

polaritet, 122

šematski simbol, 118–120

tipovi, 96–97

upotreba, 96

lupe, 44–45, 148, 239

M

magistrala, 224, 360

magneti

elektromagnet, 94, 102, 104

naizmenična struja i, 11

odvijači, 41–42

polovi, 8

u motorima jednosmerne struje, 102

za izvlačenje vijaka, 18

Maplin (dobavljač delova), 339

maska za lemljenje, 233–234,

247

mast, 50

mašinski vijak, 298

matrica, 240

memorija

mikrokontroler, 256, 308

postojana, 256, 308

memorijski efekat, baterija, 91

merać, šematski simbol, 121

merać statičkog elektriciteta, 332

merać vlažnosti, 289

merać vremena, 63

merna traka, 46

merni kablovi, multimetar, 167

metal

bimetalna traka u temperaturnom senzoru, 101

kao provodnik, 8

kućište, 28

kućište tranzistora, 77

u bateriji, 10

u kondenzatorima, 64

metalne štipaljke, 279–280

metoda direktnog nagrizanja, 240

metoda prenosa tonera, 236–239

Microchip (PICMicro), 263

mirofon, 13

mikrokontroler

Atmel AVR, 263

BASIC Stamp, 261–271, 308, 318–323

cena, 259

delovi, 256

hardverski modul za programiranje, 260–261

kako radi, 255

LEGO Mindstorms, 256–258

memorija, 256, 259, 308

OOPic, 264

opis, 13, 255, 360

OTP (za jednokratno programiranje), 259

PICMicro, 263

programiranje, 258, 260, 263–271

projekat pravljenja robota, 308, 318–323

ugrađeni jezički prevodilac, 258–259

mikroprekidač, 93, 318–320

Mikro princ (dobavljač delova), 336

mikroprocesor

logička kola, 96

osetljivost na statički elektricitet, 30

motor jednosmerne struje

brzina, 104

impulsno-širinska

modulacija, 104

kako rade, 102

opis, 102

radni napon, 103

robot Skitnica, 294, 298, 301,

304

Mouser Electronics (dobavljač delova), 339

multimetar

automatsko biranje opsega, 169–171

baterije, 168, 172

bezbedno korišćenje, 161

cena, 160–161

digitalni u odnosu na analogue, 161–162, 171

fotografija, 170

funkcija automatskog podešavanja nule, 171

funkcije, osnovne, 163–164

ispitivanje dioda, 171, 185

ispitivanje kondenzatora, 171, 186–187

ispitivanje kontinuiteta, 163, 177

ispitivanje osigurača, 163, 182

ispitivanje otpornika, 183–184

ispitivanje potenciometra, 184

ispitivanje prekidača, 163, 179–181

ispitivanje rada, 172–174

ispitivanje tranzistora, 171, 187–188

merenje jačine struje, 163, 171, 175–176

merenje napona, 163, 174

merenje otpornosti, 163, 173

merenje pada napona, 133

merni kablovi, 167

opis, 18, 159–161, 360

opseg, maksimalni, 169–171

opseg, podešavanje, 169–171

osetljivost, 166

preciznost, 166

pribor, 167–168

rezolucija, 166

Simpson Model 260, 162

ulazi i birači, 164–165

multivibrator, astabilni, 275, 282, 290

munja, 8, 25, 29

N

nagrizanje štampane ploče

bezbednost, 241–242

čišćenje, 241

opis, 230

pregledanje ploče, 241

procedura, 244

rastvaranje sredstva za

nagrizanje, 242–244

naizmenična struja (AC)

bezbednosna pitanja, 12, 32–34

elektrošok od, 27

frekvencija, 19, 208–210

opis, 11, 360

pretvaranje u jednosmernu, 11, 33, 71

- problemi sa, 12
 talasni oblik, 202, 207–208
 namotavanje žice, 225–226
 napajanje
 maksimalna struja, 330
 napon, 329
 pretvaranje naizmenične struje u jednosmernu, 11
 promenljivo, 329
 zidni transformator, 27
 napajanje, izvori
 baterije, 87–91
 solarne čelije, 91
 napon
 amplituda, 202
 analogija s vodom u cevi, 9
 baterije, 88–90
 elektrošok i, 26–27
 ispravljanje, 63
 jedinica mere, 19
 merenje multimetrom, 163, 174
 merenje osciloskopom, 200–202
 motor jednosmerne struje, 103
 opis, 9, 360
 radni napon kondenzatora, 64
 sirena, 106
 u Omovom zakonu, 22–24, 345
 naponski udar, 182, 360
 narukvica, antistatička, 31
 National Electrical Code, 85
 naučna notacija, 20
 neapsorbovan impuls, 328
 nelemliva prototipska ploča
 čuvanje, 216
 kada je koristiti, 145–147
 opis, 214–216
 pravljenje kola na, 217–221
 predlozi za raspored komponenata, 220
 problem s parazitskom kapacitivnošću, 222
 tačke zajedničkih kontakata, 221
 tehnike, 219–220
 urednost, važnost, 220–222
 veličina, 216
- neonska sijalica, 279–280
 NI logičko kolo, 96–97, 118
 nikl-hidrid metala, baterija, 91, 360
 nikl-kadmijumska (NiCd)
 baterija, 91, 360
 NILI logičko kolo, 96–97, 119
 nizak signal, 189–191, 360
 normalno otvoren (NO)
 prekidač, 93, 120–121
 normalno zatvoren (NC)
 prekidač, 93, 120–121
 nosači, 296, 298, 304
 npn spoj, 14
 NPN tranzistor, 78, 117, 188
 NTC (negativni temperaturni koeficijent) termistor, 101
- O**
- objektno programiranje, 264–266
 odeća
 antistatička, 32
 zaštita, 32, 35
 odmaščivač, 50
 odvijači, 40–42
 Olimex (proizvođač štampanih ploča), 247
 olovo, 35, 147
 om (jedinica mere), 19, 59, 360
 omotavanje žicom, 85, 360
 Omov zakon
 jednačina, 22, 360
 mrežni kalkulatori, 24
 rad sa, 22–24, 343–345
 snaga u, 23–24
 OOPic mikrokontroler, 264
 opekotine, 26–27
 operacioni pojačavač
 opis, 139, 360
 polaritet, 122
 režim invertovanja, 140
 šematski simbol, 117
 oprema za ispitivanje, 327–333.
 Videti i pojedinačne alatke
 generator funkcija, 330
 injektor signala, 332
 logički analizator, 331
 merać statičkog elektriciteta, 332
 spektralni analizator, 331
- oscilator
 izlazni kao ulazni signal, 14
 korišćenje kristala u, 99
 opis, 360
 osciloskop
 funkcija digitalnog skladištenja, 199
 funkcija odloženog ispitivanja, 199
 ispitivanje baterije, 207
 korišćenje, 200–204, 207–210
 merenje napona, 200–202
 određivanje učestanosti, 208–210
 opis, 195–196, 360
 podešavanje, 204–206
 prikazivanje talasnog oblika zvučnog signala, 207
 propusni opseg, 200
 rezolucija, 200
 ručni, 199
 stoni, 198
 talasni oblici, 196, 202–203, 207–208
 osetljivost
 multimetar, 167
 statički elektricitet, 30
 osigurač
 ispitivanje multimetrom, 163, 182
 izbegavanje korišćenja, 34
 multimetar, 167, 176
 osovina, 301
 osvetljavanje, LED dioda, 265–271
 osvetljavanje, štampana ploča, 236
 oštećene komponente, otkrivanje, 183
 otkrivanje grešaka, 259
 OTP (jednokratno programabilni), 358
 otpornik
 ispitivanje multimetrom, 183–184
 kao stabilizator, 269
 LED diode i, 74–75
 opis, 360
 osetljivost na statički elektricitet, 31
 oštećen, otkrivanje, 183
 označavanje bojama, 59–60

pad napona, 132–133
potenciometri, 59, 63
preciznost, 59, 61, 184
promenljiv, 59, 63, 123–124
RC vremenska konstanta, 347–348
snaga, 61–62, 133
stalan, 59
šematski simbol, 117, 124
termistor, 101
tolerancija, 61, 184
u paralelnoj vezi, 346
u serijskoj vezi, 345
u kombinaciji s kondenzatorom, 134
upotreba, 58, 129
vrednosti, 124, 345
zavisan od svetlosti, 99
otpornost
definicija, 360
jedinica mere, 19, 59
merenje multimetrom, 163, 173
Omov zakon i, 22–24, 344
računanje, 345
termistora, 101
žice, 177
otvoreni, položaj, 360
otvoreno kolo, 361

P

pad napona
direktni pad napona u LED diodama, 74
merenje, 133
opis, 132, 361
papirni kondenzatori, 65
paralelna veza, 131
Parallax
Board of Education (BOE), 261, 308
držač za baterije, 318
Javelin, 261
servomotor, 316
Web lokacija, 318
parazitska kapacitivnost, 146, 222, 361
pasivni infracrveni (PIR), 100
pegla za tkanine, 238
pena, antistatička, 79
perforirane ploče, 223–226

petlja, programiranje, 267, 270, 321
PICMicro (Microchip), 263
piezoelektrična sirena, 105–106
piezoelektrični bafer, 121
piezoelektrični disk, 278–280
piezoelektrični efekat, 105, 361
PIR (pasivni infracrveni), 100
pištolj za lepak, 52–53
plan, robot, 296, 299
plastika
akrilna, 297
kao izolator, 8
kućište, 28
kućište tranzistora, 77
samopodmazujuća, 50
vijci, 42
pn spoj, 14, 361
PNP tranzistor, 78, 117, 188
pobudivanje, 137–138
podešavač opsega, 329, 361
podloga, antistatička, 31, 54, 155
podmazivanje, 50–51, 311
pojačanje, 138, 361
pojačavač
audio pojačavač kao integrisano kolo, 13
korišćenje tranzistora kao, 137–138
projekat, 287–288
polaritet
dioda, 73
kondenzator, 69–70
šematski simbol, 121–122
polarizacija, 361
poluprovodnik
dioda, 14, 70
integrisana kola, 79
n-tipa, 361
opis, 14, 361
p-tipa, 361
solarne ćelije, 12
temperaturni senzor, 101, 361
u tranzistorima, 14, 76
polužni prekidač, 92
postolje za lemljicu, 147
potenciometar
ispitivanje multimetrom, 184
korišćenje, 135
opis, 59, 361
opseg, 63
s „brojčanikom“, 63
s klizačem, 63
šematski simbol, 123
u projektu alarma za svetlo, 286–287
u projektu merača vlažnosti, 289
u projektu trepćućeg svetla, 276–278
u servomotoru, 309, 312–313, 322
pravougaoni talas, 191, 361
pražnjenje statičkog elektriciteta, 30–32, 153–155
precizan otpornik, 59, 61, 184, 361
prečnik žice, 85, 362
prefixi, u elektronici, 20–22
prekidač
dvopolni, 94, 117, 120–121, 180–181, 357
dvopolni preklopni, 94, 120–121, 180–181, 295, 304, 357
ispitivanje multimetrom, 163, 179–181
jednopoljni, 179–181, 280, 316
jednopolni preklopni, 92, 94, 120–121, 180–181
klizni, 92
korišćenje tranzistora kao, 136–137
mikro, 93, 318–320
opis, 13, 92
polužni, 92, 295–296
povezivanje s mikrokontrolerom, 268–269
protiv sudara, 316–318
releji, 94–95
sa utisnim dugmetom, 93
Signal Clamp prekidač, osciloskop, 205–206
šematski simbol, 119–121
u osnovnom kolu, 128–129
u projektu pravljenja robota, 295, 304–306, 316–318
pretraživači, 247, 351
prevlaka, 228–232, 235, 239, 361

prigušnica. *Videti i induktivni kalem*, 98
 priključak za integrisano kolo, 225
 priključni blok za štampane ploče, 87
 programiranje mikrokontrolera, 259–260, 263–271
 programski iskazi, 270, 322–323
 programski jezici, 258–259, 264
 proizvodni ostaci, 231, 341, 354
 projekti, 330–331
 alarm za svetlo, 286–287
 detektor infracrvenog zračenja, 280–282
 elektronski kompas, 284–286
 generator svetlosnih efekata, 290–292
 merać vlažnosti, 289
 piezoelektrično kolo, 278–280
 pojačavačko kolo, 287–288
 sirena, 282–283
 trepćuće svetlo, 278
 promenljiva, programiranje, 270
 promenljivi induktivni kalem
 definicija, 361
 šematski simbol, 123
 promenljivi kondenzator
 definicija, 361
 šematski simbol, 123–124
 promenljivi otpornik, 123–124.
 Videti i potenciometar
 propusni opseg, 200, 363
 protoni, 8, 362
 prototipska ploča
 korišćenje čvrste žice na, 84
 lem, 222
 opis, 16–17, 359–362
 provera elektronskih pravila (ERC), 249
 provera pravila projektovanja (DRC), 247
 providan film, 233, 237–238
 providna folija, 236–238
 provodne linije, štampana ploča, 228–229, 362
 provodnik
 definicija, 362
 kretanje elektrona kroz, 8–9

kretnje pozitivnog nanelektrisanja kroz, 9
 materijali, 8
 PTC (pozitivan temperaturni koeficijent) termistor, 101, 363
 pulsirajući signal, 189, 191–192, 195
 pumpa za uklanjanje tinola, 362
 pumpica za razlemljivanje, 156
 puna žica, 362
 PVC, za telo robota, 297

R

R (simbol za otpor), 22, 345, 362
 Radio klub (dobavljač delova i kompleta), 336
 RadioShack (dobavljač delova), 42, 339
 radni napon, 64, 103
 radni sto, 55
 raspored izvoda, 81–82, 119
 razdelenik napona, 58, 132, 362
 razvijač, 230, 233–234, 236
 RC vremenska konstanta
 definicija, 362
 korišćenje, 135, 141
 računanje, 347–348
 redna stezaljka, 87
 redna veza, 129–130
 referentna identifikaciona oznaka, na šemama, 115
 referentna oznaka na čipu, 81
 relaj
 elektromagneti u, 94
 opis, 94–95, 362
 polaritet, 123
 šematski simbol, 117
 rezolucija
 multimetra, 166
 osiloskopa, 200
 rezonator, šematski simbol, 116
 režim invertovanja, 140, 362
 robot Skitnica
 DC motori, 295, 298, 301, 304
 komponente, 294
 mikrokontroler, 308, 318–323
 plan, 296, 299
 prekidač protiv sudara, 316–318

prekidači, 295, 304–306, 316–318
 programiranje, 320–323
 R/C servomotor, 308–315, 322
 telo, 295, 297, 299–306
 točkić, 302–304
 točkovi, 301–302, 316
 upravljanje, 306
 roboti. *Videti i robot Skitnica*
 autonomni, 294
 izvori delova, 352–353
 kontrolisani, 294
 roler za lepljenje tapeta, 239

S

sećice, 42–43
 senzori
 detektori kretanja, 100
 opis, 13, 362
 pasivni infracrveni (PIR), 100
 svetlo, 99–100
 temperaturni, 101–102
 ulazni signali, 14–15
 serijska kola, 362
 servomotor
 baterija, 318
 centriranje, 322
 komponente, 309
 kupovina delova, 310
 podešavanje, 313
 povezivanje s pločom Board of Education, 318
 povezivanje točkova, 316
 pričvršćavanje, 315
 u projektu pravljenja robota, 308–315, 322
 Signal Clamp prekidač, osciloskop, 205–206
 signali, ulazni, 14–15
 sijalica sa užarenim vlaknom, šematski simbol, 121
 silicijumski ispravljač s regulacijom, 71
 silicijumski poluprovodnik, 14
 Silken Electronic (dobavljač delova), 337
 Simpson Model 260 (multimetar), 162
 sinusni talas
 frekvencija, 19
 opis, 15, 362

- sirena, 105–106
 sisaljka za tinol, 148
 slabe veze, 191
 smrt usled strujnog udara, 26–28
 snaga
 jedinica mere, 19, 61
 Omov zakon i, 23–24, 133–134, 344
 opis, 20, 362
 otpornik, 61–62
 šematski simbol, 111
 solarne čelije, 12, 91, 124, 362
 spektralni analizator, 331
 spojnica, 298
 srce, uticaj električne struje na, 26–27
 sredstvo za nagrizanje
 čuvanje, 242
 korišćenje, 244
 opis, 230, 232, 240
 rastvaranje/razblaživanje, 242–244
 vrste hemikalija, 242, 244
 sredstvo za uklanjanje kolo-fonijumskog jezgra, 149
 stabilizator, 269
 staklo, kao izolator, 8
 statički elektricitet
 kondenzatori i, 29
 od gumice za brisanje, 51
 od spreja za čišćenje
 prašine, 49
 opis, 362
 oštećivanje komponenata, 29–30, 79
 otkriće starih Egipćana, 29
 smanjivanje, 31–32, 54, 154–155
 šok od tepiha, 29–30
 stezna glava, 46
 stona bušilica, 47, 245, 299
 stona testera, 48
 struja
 analogija s vodom u cevi, 9
 dioda, 72
 elektrošok i, 26
 jedinica mere, 19
 konvencionalna ili stvarna, 10
 merenje jačine multimetrom, 163, 171, 175–176
- ograničavanje otpornicima, 58
 Omov zakon i, 22–24, 129, 344
 opis, 9, 362
 pn spoj i, 14
 stvaranje zvuka
 sirene, 105
 zvučnici, 104
 stvarna struja, 362
 svetlosni efekti, 290–292
 „sweep“ generator, 330–331
 opis, 362
- Š**
- šema
 alternativni stilovi crtanja, 124
 greške u, 114
 naspram crteža kola, 233
 opis, 17, 109, 362
 pravljenje kola, 239–240
 svrha, 110
 šematski simboli
 dioda, 116
 fotoosetljive komponente, 124
 induktivni kalem, 117
 kategorije, 110
 kondenzator, 115, 124
 konektor, 114, 124
 krystal i rezonator, 116
 logičko kolo, 118–120
 međuveze, 113–114
 napajanje, 111
 operacioni pojačavači, 117
 otpornici, 117, 124
 polaritet, 121–122
 potenciometar, 123
 prekidači, 119–121
 promenljivi induktivni
 promenljivi kondenzator, 123–124
 promenljivi otpornik, 123, 124
 referentna identifikaciona
 releji, 117
 transformatori, 118
 tranzistori, 117–118
- utičnice, 114
 utikači, 114
 uzemljenje, 111–113, 124
 šesto čulo u elektronici, 25
 šestougaoni vijci, 41
 šiljasta klešta, 220
 školska testerica, 312
 štampač za nalepnice, 44
 štampana ploča. *Videti i*
 nelemive prototipske
 ploče
 bakarna prevlaka, 228–232, 235, 239
 bušenje, 244–246
 čišćenje, 231–232, 238, 244, 246
 debljina, 230
 dvostrana, 228
 izolacija, 229
 jednostrana, 228
 kako se pravi, 228
 kompjutersko projektovanje
 (CAD), 248–252
 lemiva prototipska ploča, 222–223, 359
 lemne tačke, 228
 maska, 233–234, 247
 metoda negativa, 230, 233–234
 metoda pozitiva, 230, 233
 nagrizanje, 230, 240–244
 odraz u ogledalu, 234
 orientacija, 236–237
 osvetljavanje, 236
 osvetljena, 233–234
 perforirana ploča, 223–226
 pravila projektovanja, 247
 pravljenje fotografskim
 pravljenje metodom
 pravljenje šeme, 239–240
 proizvodači, 246–247
 provodne linije, 228–229
 sečenje, 231
 višeslojna, 228
 „štipajuće“ sečice, 43
 štikaljka, 243
 štikaljka „treća ruka“, 44, 148–149, 361, 363

T

tačka, na šemama, 113–114
 tajmer 555
 kao astabilni multivibrator, 275, 282, 290
 kao generator zvuka, 286
 u projektu alarma za svetlo, 286–287
 u projektu generatora svetlosnih efekata, 290–292
 u projektu sirene, 282–283
 u projektu trepćućeg svetla, 274–277
 talasna dužina, računanje, 349
 talasni oblik
 digitalnog signala, 202
 iz generatorka funkcija, 330
 opis, 196, 202–203, 207–208, 363
 promenljive frekvencije iz „sweep“ generatorka, 331
 zvučnog signala, 207
 Tamiya motori, 294, 298, 301
 tantal, u kondenzatorima, 65
 temperaturni koeficijent, kondenzator, 68–69
 temperaturni senzori, 101–102
 tepih, statički elektricitet, 29–30, 155
 termistor, 101, 363
 termistor s negativnim temperaturnim koeficijentom (NTC), 101, 363
 termistor s pozitivnim temperaturnim koeficijentom (PTC), 101, 363
 termopar, 101, 363
 testera, 45
 testera za metal, 299–300
 timski rad, 28
 tinol
 60/40 kolofonijum, 147–148, 357
 opis, 147
 prečnik, 147
 uklanjanje, 156
 točkovi, robot, 302–304, 316

tolerancija
 definicija, 363
 kondenzatora, 68
 otpornika, 61, 184
 toner, 236–239
 tranzistor
 bipolarni, 78–79, 117, 187–188
 brojčana šifra, 76
 FET (tranzistor sa efektom polja), 77, 79, 117, 188
 fototranzistor, 99, 124, 208–210, 280–283
 funkcija, 75
 ispitivanje multimetrom, 171, 187–188
 kao pojačavač, 137–138
 kao prekidač, 136–137
 karakteristike, 75–76
 korišćenje, 139
 kućišta, 76
 NPN, 14, 78, 117, 188
 opis, 75, 363
 osetljivost na statički elektricitet, 30
 oštećen, otkrivanje, 183
 PNP, 78, 117
 pobudivanje, 137–138
 polaritet, 122
 priključci, 77–78
 snage, 77
 šematski simbol, 117–118
 tabele za zamenu, 76
 u operacionom pojačavaču, 139
 za pojačavanje signala, 77
 zavisnost od svetlosti, 99
 trepćuće svetlo, LED, 274
 TTL čipovi, 219
 turpije, 46, 313–315

U

udar, 331
 ugrađeni jezički prevodilac, 258–259, 363
 uključivanje prekidača, 295
 ulazno-izlazni priključci
 definicija, 363
 mikrokontroler, 256, 308
 ultraljubičasto svetlo, 236, 240
 ultrazvučni detektor kretanja, 101

ulje, 50
Umetnost elektronike (Tomas Hejs i Pol Horovic), 139
 uputstva za prvu pomoć, 28
 uredaj za namagnetisavanje, 41
 utičnice
 električne, 11
 opis, 87
 šematski simbol, 114
 utikač, 87, 361
 uzemljenje
 kao referenca, 17
 opis, 17, 360
 šasija, 111
 šematski simbol, 111–113, 124
 zemlja, 111

V

V (simbol za napon), 19, 345, 363
 vakuumskе lampe, 75
 vat (jedinica mere), 19, 61
 vat-čas, 347, 363
 vijci
 izvlačenje pomoću magneta, 18
 mašinski, 298
 magnetni, 41–42
 tipovi glava, 40–41
 visok signal, 189–191, 363
 voda, otpornost, 173
 volt (jedinica mere), 19, 29
 Volta, Alessandro (pronalazač), 29
 vrećica, antistatička, 155
 vrednost, komponenta, 115
 vremenska baza, 201
 vrh lemilice
 izbor, 150
 zamena, 150
 vršna struja, LED, 73
 vršni inverzni napon, 72–73

W

Wang, Wallace (*Beginning Programming For Dummies*), 259
 Web lokacije
 Acroname, Inc., 352
 Action Electronics, 354

- Advanced Circuits, 247
All About Circuits, 352–353
All Electronics, 337
Allied Electronics, 337
Alltronics, 354
American Science & Surplus,
 354
AP Circuits, 247
Atmel, 263
B.G. Micro, 338
Bowden's Hobby Circuits,
 355
Budget Robotics, 316,
 352–353
C&H Sales Company, 354
CadSoft, 248
Circuit Specialists, 354
Comet Electronics, 335
D&L Products, 354
Dick Smith Electronics, 339
Digikey, 338
Discover Circuits, 17, 355
eBay, 332
EDAboard International
 Electronics Forum
 Center, 352
Electronic Goldmine, 338
Electronics Hobbyist, 353
Electronics Lab, 17, 352
Electronics Online, 355
Electronics Zone Discussion,
 352
Fair Radio Sales, 355
Farnell, 339
Fry's Electronics, 338
Gateway Electronics, 355
Graham Knott, 353
Interhit, 336
Jameco Electronics, 338
Kelsey Park School
 Electronics Club, 353
Konelek, 336
LG Electronic, 336
Lynxmotion, 353
Maplin, 339
Marlin P Jones & Associates,
 355
Microchip, 263
Mikro princ, 336
Minute Man Electronics, 354
Mouser Electronics, 339
North Carolina State
 University Electronics
 Tutorial, 353
NTE, 76
Ocean State Electronics, 354
Olimex, 247
Online Guide for Beginners
 in Electronics, 354
OOPic, 264
Outpost, 338
Parallax, 318
Philmore-Datak, 354
Press-n-Peel, 354
pretraživači, 247
Pulsar, 354
Radio klub, 336
RadioShack, 339
robsonco.com, 284
Silken Electronic, 337
Skycraft Parts & Surplus, 355
Solarbotics, 316, 353
The Robot Store, 353
Tower Hobbies, 295, 353
Williamson Labs Electronics
 Tutorial, 354
Weller (proizvodač hobi
 alatki), 48
- Z**
zastor, za pokrivanje projekata,
 54
zaštitna očiju, 35, 46, 231, 236
- zaštita ušiju, 35
zaštitne naočare, 46
zatvoren položaj, 363
zatvoreno kolo, 363
zavijajuća sirena, 282–283
završni priključak
 baterija, 10
 opis, 358
 povezivanje sa, 87
 solarne čelije, 12
zemlja, 111
zener dioda, 71, 116
zidni transformator
 funkcija, 33
 izvori, 33
 opis, 27
zvučnik
 opis, 104
 šematski simbol, 121
u projektu alarma za svetlo,
 287
u projektu pojačavača, 288
u projektu sirene, 283
- Ž**
žica
 kablovi, 86–87
 klavirska, 317
kratkospojnik, 186, 221, 276,
 305
neizolovana, 218
opis, 363
otpornost, 177
označavanje bojama, 86
prototipska ploča, 217–219
puna i liniasta, 84
veličina, 85

Infoelektronika

ČASOPIS ZA ELEKTRONIKU I TELEKOMUNIKACIJE

više od 10 godina
sa vama

The image shows a stack of several issues of the magazine "Elektronika" from the "Info elektronika" series. The top issue is labeled "75" and features the title "Elektronika" in large letters, along with various technical articles and images of electronic components like integrated circuits. Below the magazine stack, a computer monitor displays the "Infoelektronika" website, showing a navigation menu and some content pages. At the bottom left, there is a logo with a stylized 'i' and the website address "www.infoelektronika.net".

Elektronika ČASOPIS ZA ELEKTRONIKU I TELEKOMUNIKACIJE

75

Cena 200 din

www.infoelektronika.net

Info elektronika

Pregled programa za simulaciju

Memu tehnika

Univerzalni merač dužine

Mikrokontroleri

AVR programator i debager

Audio tehnika

Clarity 2x300 W

TRANZISTORSKI PRETVARACI

U pripremi TRANZISTORSKI PRETVARACI

TRANZISTORSKI PRETVARACI

www.infoelektronika.net

KONELEK d.o.o.

preduzeće za proizvodnju, promet i usluge

- ♦ PROIZVODNJA ŠTAMPANIH PLOČA
- ♦ PROJEKTOVANJE ŠTAMPANIH PLOČA
- ♦ IZRADA DOKUMENTACIJE



Cara Dušana 35, 11080 Zemun
tel/fax: 011/2613-865
e-mail: konelek@verat.net
www.konelek.co.yu

www.lg-electro.com

E-mail: lg-el@eunet.yu



Republika Srbija

34000 Kragujevac

Prvoslava Stojanovića 4

Tel: + 381 (0) 34 310-787

Fax: + 381 (0) 34 325-080

GSM: + 381 (0) 63 664-125

ZA UPUĆENE I ZA NEUPUĆENE

- elektronske komponente
- kit kompleti
- eprom programatori
- alati
- pribor
- potrošni materijali
- šeme za hobi elektroniku
- transformatori



I MI IMAMO I ŠTO DRUGI NEMAJU !

Velikoprodaja i maloprodaja.
Distribucija sa lagera,
poštom na teritoriji Srbije.

Niš, Jovana Ristića 18
(na semaforu kod kićeva)
T/F: 018/514-136, 514-137
513-722

Za električare i hobyste

- Elektronske komponente za hobi i industriju,
- Plastične i metalne kutije za elektronske uređaje,
- Torusni trafoi 10VA - 5KVA,
- Instrumenti, osciloskopi, generatori, frekvencmetri,
- Alat: Lemilice, razna spec. klešta, sečice ...

Za kuću:

- Univerzalni daljinski upravljači, i za EI
- Baterije: standardne, alkalne, punjive
- Baterijske lampe, raznih cena i kvaliteta
- Punjači, ispravljači-adapteri, konvertori,
- Suve Akumulatorske baterije 1,2-200Ah
- Elektronska i bežična zvona, Reflektori,
- Kablovi: produžni, telefonski, Audio/Video, antenski, Optički ... - Utikači, konektori, Alarmi
- Zvučnici: Bas, Srednjotoniski i Visokotoniski

**DISCO
LIGHT**

AUDIO-VIDEO
DATA KABLOVI

online katalog -> preko 13000 artikala

www.interhit.co.yu

Zvučnici: Aktivni i pasivni, za ugradnju
i u kutijama, pojačavači, sirene

Iz sopstvene proizvodnje:

Stepenišni automati, Vrem. relei,
Takteri, Foto relei, Alarmi, Telef. prek,
Ograničavači biranja tel. brojeva,
Melod. zvona, Biojonizatori vazduha,
Pretvarači za neonke sa 12V,
Pretvarači 12/220V sa punjačem,
Brojači obrtaja benz.motora,
Strobosk., trčeća i svetla u ritmu,
i još oko 200 drugih uređaja.

Obavezno posetite:

Časopis ELEKTRO
1994 - 2001

www.elektro.co.yu

KNJIGE IZ ELEKTRONIKE

Linearna integrisana kola

Dr Branko Raković

Karakteristike i ekvivalentna kola bipolarnih i unipolarnih tranzistora • Analiza jednostepenih i višestepenih pojačivača • Analiza pojačivača sa povratnom spregom • Metode za kompenzaciju pojačivača • Integrirana kola operacionih pojačivača • Šumovi • Aktivni filteri

150 din

Elektronske konstrukcije sa 555

Dušan Milačić

U ovoj knjizi prikazane su konstrukcije jednostavnijih elektronskih uređaja u kojima je primenjeno jedno od najpopularnijih integriranih kola NE 555.

Elektronski hobi uređaji

Dušan Milačić

U ovoj knjizi su prikazane 44 konstrukcije raznih hobi uređaja. Objasnjenje su funkcije i način rada pojedinih sklopova u njima, tako da se oni mogu

400 din

primeniti i u drugim uređajima potpuno nove namene. Pored šeme prikazana je i montažna štampana pločica i raspored komponenti na njoj.

Električno modelovanje fizičkih procesa

Dr Mirko M. Milić

Razni problemi u nauci i tehnici mogu se predstaviti odgovarajućim električnim ekvivalentima, a zatim se mogu rešavati metodama koje su izuzetno dobro razvijene u analizi električnih kola.

400 din

Diode i njihova primena

Prof. dr Vojin Cvekić, dipl. inž.

Ova knjiga je namenjena početnicima koji žele da uđu u svet elektronike, ali ne kao pasivni graditelji elektronskih uređaja „po šemi“, već kao aktivni konstruktori koji shvataju kako uređaji rade, zašto baš tako rade, zašto ne rade i kako ih mogu napraviti za svoje potrebe.

200 din

Bit inženjering d.o.o. • tel/fax: 022 / 81 008 • e-mail: biting@infosky.net

SILKEN

ELECTRONIC

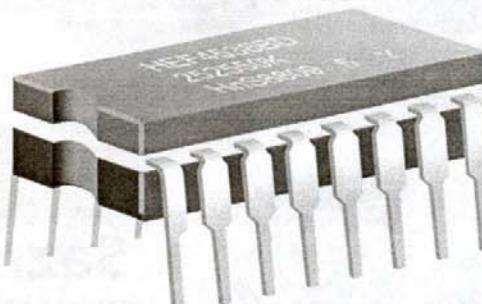
TRGOVINA NA MALO ELEKTRONSKIM KOMPONENTAMA

BEOGRAD
BALKANSKA 35 TC

011/ 686 384

SVILAJNAC
POP LUKINA 2

035/ 325 888
035/ 322 184



www.silken.co.yu



42553 /

980,00

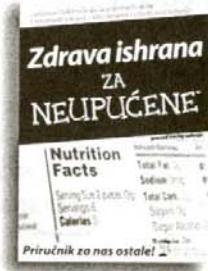
Literatura za nas ostale!

PEL 37/32

KEM 0308&25/3



Saznajte kako vegetarijanska ishrana može istovremeno biti maštovita i ukusna.



Promenite navike u ishrani i zadovoljite potrebe za hranom.



Izvrstan izvor informacija o vinima – od pravljenja vina, do toga kako se vino otvara, služi i čuva.



Zadivite porodicu i prijatelje ukusnim jelima koja se jednostavno spremaju.



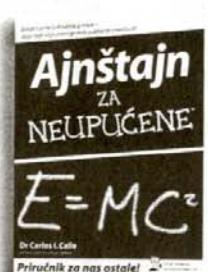
Odaberite pravi instrument, savladajte ričove, akorde i tehnike sviranja.



Proniknite u život i rad čuvenog renesansnog genija.



Pregled i analiza Nostradamusovih predviđanja budućnosti.



Čovek koji je otkrio neke od najvećih tajni sveta.



Naučite da umetnička dela gledate očima stručnjaka.



Zabavan i lak način da razumete klasičnu muziku i uživate u njoj.



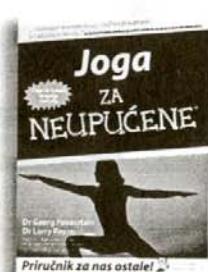
Potražite odgovore na najčešće roditeljske dileme.



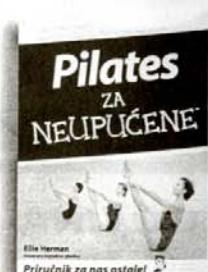
Poboljšajte odnos s partnerom i unapredite seksualni život.



Sagledajte uticaj nebeskih tela i protumačite svoju natalnu kartu.



Sastavite sopstveni program vežbanja i usvojite jogu kao način života.



Uradite nešto za sebe – steknite kondiciju i gipkost uz metodu pilates.



**Saznajte više!
Potražite knjige iz serije
...za neupućene u izdanju Mikro knjige**



Električarski projekti koji će vas zabaviti od prvog trenutka

**Istražite osnovne pojmove elektronike,
opremite svoju radionicu
i napravite zanimljive stvari**

Voleli biste da već jednom popravite to zvonce na vratima ili podešite automatsko paljenje svetla u mračnoj ostavi? Želite da napravite detektor infracrvenog zračenja, merač vlažnosti ili božićne lampice? Odgovore ćete pronaći u ovoj izuzetno korisnoj knjizi. Naučićete kako da odaberete i koristite elektronske komponente i alatke, opremite svoj radni prostor i napravite zabavne, pristupačne spravice. Iznenadićete se kada otkrijete koliko je sve to lako!

Gordon McComb je savetnik, predani konstruktor robota iz hobija, i autor preko 60 knjiga. **Earl Boysen** je inženjer s bogatim iskustvom u industriji poluprovodnika.

*Objašnjenja napisana jednostavnim jezikom
Saveti za snalaženje u radu
Slicice i ostala pomagala za lakše praćenje knjige
Kratak podsetnik na početku knjige
Top-liste dodatnih resursa
Lak i razumljiv stil pisanja*

Otkrijte kako da:

*Savladate osnove
elektronike*

*Odaberete prave
elektronske komponente*

Tumačite šeme kola

Ispitujete kola multimetrom

*Projektujete štampane
ploče*

*Pravite robote
i programirate ih*

Saznajte više!

www.mikroknjiga.com

*Mikro knjiga
donosi informacije,
prenosi proverena iskustva
i pruža potrebna znanja.*

*Potražite i ostale knjige
iz serije ...za neupućene
u izdanju Mikro knjige!*

Oblast
Opšte i obrazovne
teme/tehnika

ISBN 86-7555-298-X



9 788675 552987

WILEY

Mikro knjiga