Uvod

Kako da se zabavite uz ovu knjigu

Make: Elektronika preokreće tradicionalni sistem učenja. Umesto da počnem sa teorijom, a zatim da predložim eksperiment da se to potvrdi, više mi se sviđa da počnem sa eksperimentom, a zatim da vas podstaknem da razumete teoriju. Ovaj sistem nazivam Učenje otkrivanjem i sviđa mi se iz dva razloga:

- Zanimljivije je.
- To je bliže načinu na koji nauka radi u stvarnom svetu.

U eksperimentalnoj nauci, posmatranja mogu dovesti do novog razumevanja nekog prirodnog fenomena. Zašto neko ko uči elektroniku ne bi uživao u sličnom iskustvu? Otkrivanje kako komponente funkcionišu zanimljivije mi je nego znati odgovore pre nego što počnete.

Jedina mana ovog mog pristupa je što su neophodni konkretni valjani projekti da bi se postiglo šta se želi. Na sreću, od dobavljača komponeti možete nabaviti sve što vam je potrebno, kupovinom na jednom mestu po relativno niskoj ceni.

Šta je novo u trećem izdanju

Prvo i drugo izdanje ***Make: Electronics*** prodato je u stotinama hiljada štampanih primeraka, a postoji i nekoliko izdanja na stranim jezicima. Bio sam iznenađen i oduševljen ovim uspehom, ali moja knjiga će i dalje biti uspešna samo ako zadovolji potrebe čitalaca. Imajući to na umu, uradio sam treće izdanje.

Mnogi delovi teksta su ponovo napisani.

Većina šema i dijagrama je ažurirana. Rasporedi razvojne ploče sada koriste jasnije slike komponenti.

Predlozi za alatke su ažurirani, delimično kao odgovor na povratne informacije čitalaca.

U mnogim slučajevima korišćene su jasnije fotografije.

Neki eksperimenti su revidirani kao odgovor na povratne sugestije čitalaca.

Nekoliko projekata je redizajnirano da koristi manje komponenti u kolima za koje mislim da su sada lakše razumljiva.

Poslednja tri poglavlja koja predstavljaju Arduino su revidirana, a ja sam dodao pregled drugih tipova mikrokontrolera.

Radio sam sa vodećim dobavljačem komponenata za ovu knjigu u nastojanju da smanjim i pojednostavim opseg komponenti potrebnih za eksperimente.

Jedna posledica ovih poboljšanja je da kompleti komonenata za drugo izdanje neće pokriti potrebne komponente za ovo treće izdanje knjige. Pomenuću ovo više puta, jer ne želim da se čitaoci razočaraju ako kupe stari komplet, samo da bi otkrili da se ne

poklapa sa novim tekstom. Pažljivo potražite reči „Treće izdanje“ ako kupujete komplet.

Svrha ove knjige

Svi koriste elektronske uređaje, ali mnogima nije jasno šta se dešava u njima.

Možda smatrate da ne morate da znate. Možete voziti automobil bez razumevanja rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem, pa zašto biste učili o struji i elektronici?

Mislim da postoje tri razloga:

- Ako naučite kako tehnologija funkcioniše, postajete sposobniji da kontrolišete svoj svet umesto da on kontroliše vas. Kada naiđete na probleme, možete ih rešiti umesto da se osećate frustrirano zbog njih.
- Učenje o elektronici može biti zabavno, sve dok procesu pristupate na pravi način. Takođe, pristupačno je.
- Poznavanje elektronike može povećati vašu vrednost kao zaposlenog, ili možda čak dovesti do potpuno nove karijere.

Zabrljati stvari

Jedan važan aspekt Učenja pomoću otkrivanja je da treba da očekujete da ćete praviti greške. Kolo možda neće raditi ili ćete možda pregoreti neke komponente.

Smatram ovo kao pozitivan aspekt, jer su greške vredan način učenja. Želim da spalite komponentu i zabrljate stvari, da sami vidite ponašanje i ograničenja komponenti sa kojima se bavite. Veoma niski naponi koji se koriste u ovoj knjizi mogu oštetiti osetljive komponente, ali vama ne može nauditi.

Nikada se ne plašite da napravite greške. Tranzistori i LED diode su jeftini i lako se zamenjuju.

Da li će biti teško

Pretpostavljam da počinjete bez prethodnog znanja. Shodno tome, prvih nekoliko eksperimenata će biti izuzetno jednostavna, a nećete koristiti čak ni razvojnu ploču ili lemilicu.

Ne verujem da će koncepte biti teško razumeti. Naravno, ako želite formalnije da proučavate elektroniku i da projektujete sopstveno kola, to može biti izazovno. Ali u ovoj knjizi teoriju sam sveo na minimum, a jedina matematika koja će vam trebati biće sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje. Možda će vam takođe biti od pomoći (ali ne i apsolutno neophodno) ako znate kako da množite i delite sa 10 pomeranjem decimalnih zareza sa jedne pozicije na drugu.

Kako je ova knjiga organizovana

Većina informacija je predstavljena u obliku uputstva, sa samo nekoliko odeljaka koji su namenjeni za buduću upotrebu.

Uveo sam koncepte i teme u kumulativnom nizu. Možete nasumično uroniti u knjigu, ali eksperimenti u kasnijim poglavljima zahtevaju znanje koje stičete u ranijim poglavljima, pa predlažem da ih prođete redom, preskačući što je moguće manje.

Ako nešto ne radi

Obično postoji samo jedan način da se napravi kolo koje funkcioniše, dok postoje stotine načina da napravite greške koje će sprečiti njegov rad. Prema tome, šanse nisu na strani srećnog ishoda ako ne radite metodološki.

Znam koliko je frustrirajuće kada su sve komponente ispravno povezane a ne rade ništa, ali ako napravite kolo koje ne radi, nerviranje zbog toga je kontraproduktivno. Jedini način da se pronađe problem je sistematsko ispitivanje svakog detalja.

Svi eksperimenti su testirani, tako da znam da su kola dobra. Ako vam nešto ne radi, ovo su najverovatniji problemi:

- Napravili ste grešku u ožičenju. Svi prave greške u ožičenju; napravio sam jednu, baš danas. Vaše šanse da vidite grešku će se poboljšati ako odete od svog radnog stola na pola sata i uradite nešto drugo pre nego što se vratite da ponovo pogledate.
- Možda ste preopteretili komponentu kao što je tranzistor ili čip, tako da više ne radi. Upotrebite rezervne delove, za poveru.
- Možda postoji loša veza između komponente i razvojne ploče. Pokušajte da pomerate labave komponente, izmerite napone i, ako je potrebno, pomerite ključne komponente na drugu lokaciju na ploči.

Daću detaljnije savete o traženju grešaka kasnije u knjizi. Ovde pominjem temu jer moram da vas posavetujem o krajnjem slučaju ako ne možete da naterate kolo da radi: Za razliku od većine autora, ja dajem svoju adresu e-pošte koju možete koristiti da me direktno kontaktirate. Sve što tražim je da se pridržavate nekih smernica.

Postavljanje pitanja

Moje raspoloživo vreme je ograničeno, ali pokušavam da odgovorim na sve poruke. Budite strpljivi. Ponekad mogu da odgovorim istog dana, ali u drugim slučajevima može mi trebati nedelju dana da odgovorim.

Ako me kontaktirate, molim vas:

- Priložite fotografije bilo kog projekta koji ne funkcioniše. Moram biti u stanju da vidim detalje kao što su boje linija na otpornicima.
- Recite mi na kom projektu ste radili i navedite naslov knjige u kojoj se pojavljuje. Imajte na umu, napisao sam nekoliko knjiga o elektronici, pa moram da znam koju koristite.
- Jasno opišite problem! Recite mi o problemu u istom stilu kao što doktoru opisujete simptome bolesti i tražite dijagnozu.

Pošaljite svoju poruku na

```
make.electronics@gmail.com
```

i stavite HELP u temu. Tekst šaljite na engleskom jeziku.

Prijavljivanje greške

Kada pišem knjigu, imam još više načina da pogrešim nego kada pravim kolo. Činim sve što mogu da smanjim greške, ali ako je nađete, prijavite mi je. Možete koristiti moju adresu e-pošte u tu svrhu ili možete otići na stranicu sa greškama koju održavaju O'Reilly and Associates, koji distribuiraju ovu knjigu. U slučaju srpskog izdanja, prvo se javite Mikro knjizi. Prednost pisanja autoru je što vam mogu lično odgovoriti i razmotriti problem ako je potrebno. Prednost O'Reilly sistema je u tome što možete čitati odgovore drugih ljudi i videti da li ste naišli na nešto što je već rešeno. O'Reilly sajt je ovde:

```
www.oreilly.com/catalog/errata.
csp?isbn=9781680456875
```

Mikro knjigu kontaktirajte preko ovog forumlara:

```
https://www.mikroknjiga.rs/store/
index.php?q=kontakt
```

Ili preko telefona datih na sajtu.

Prijem ažuriranja

Čak i ako nemate nikakvih problema ili zahteva, preporučujem vam da prijavite svoju adresu e-pošte kod mene. Moći ću da ga koristim u sledeće svrhe:

- Obavestiću vas ako se u ovoj knjizi ili njenom nastavku, ***Make: More Electronics***, pronađu značajne greške, i obezbediću rešenja za te greške.

- Obavestiću vas o svim greškama ili problemima u vezi sa kompletima komponenti u vezi sa ovom knjigom ili u ***Make: More Electronics***.

- Obavestiću vas ako bude potpuno novo izdanje ove knjige ili mojih drugih knjiga. Ova obaveštenja će biti samo u intervalima od jedne ili dve godine.

Neću koristiti vašu adresu e-pošte ni u koje druge svrhe i neću je prodavati niti deliti sa bilo kim. (Zapravo ne bih znao kako da prodajem adrese e-pošte, ili ko bi možda želeo da ih kupi.)

Ako prijavite svoju adresu e-pošte, poslaću vam neobjavljen projekat elektronike sa planovima izgradnje u PDF-u od dve stranice. Zabavni su, jedinstveni i relativno laki. Nećete moći da ga dobijete na bilo koji drugi način.

Razlog zbog kojeg vas ohrabrujem da učestvujete je taj što ćete se verovatno iznervirati ako postoji greška u mom radu, a nemam načina da vam kažem, a vi to kasnije sami otkrijete. Ovo će biti loše po moju reputaciju, pa želim da izbegnem situaciju da imate pritužbu.

Samo pošaljite praznu e-poštu (ili dodajte neki komentar) na

`make.electronics@gmail.com`

Unesite REGISTER u Subject.

Moram ručno da obrađujem imejlove, jer ljudi ponekad žele lični odgovor, čak i kada se tek prijave. Ne očekujte trenutni automatizovani proces registracije! Ako odem na odmor, možda nećete dobiti svoj „poseban bonus projekat" nekoliko nedelja. Ali ćete ga na kraju dobiti. Kašnjenja su neizbežna posledica toga što radim sam.

Odlazak u javnost

Ako budete frustrirani, možda ćete želeti da se žalite, a jedan od načina na koji se ljudi žale je u recenzijama čitalaca, posebno na amazon.com. Ako želite to da uradite, prvo me kontaktirajte da vidim da li mogu da odgovorim na vašu žalbu.

Budite svesni moći koju imate kao čitalac i koristite je pošteno. Jedna negativna recenzija može stvoriti veći efekat nego što mislite. To svakako može nadmašiti pola tuceta pozitivnih kritika. U nekoliko slučajeva, ljudi su bili iznervirani zbog malih problema kao što je nemogućnost pronalaženja izvora za komponentu. Rado bih im pomogao da su me pitali.

Onlajn prodaja je moj primarni izvor prihoda, a ocena za moju knjiu sa četiri i po zvezdice je važna. Naravno, ako vam se jednostavno ne sviđa način na koji sam napisao ovu knjigu, recite to.

Idemo dalje

Nakon što prođete kroz ***Make: Elektronika,*** shvatićete mnoge osnovne principe. Volim da mislim da ako želite da saznate više, moj nastavak ***Make: More Electronics*** je idealan sledeći korak. Malo je teža materija, ali koristi isti metod „Učenje otkrivanjem". Moja namera je da ćete završiti sa onim što ja smatram „srednjim" razumevanjem elektronike.

Nisam kvalifikovan da napišem „napredni" vodič i stoga ne očekujem da ću napisati treću knjigu sa naslovom kao što je ***Make Even More Electronics.***

Možete razmisliti o kupovini referentnih knjiga koje sam napisao: ***The Encyclopedia of Electronic Components*** je u tri toma, od kojih su dva napisana u saradnji sa veoma pametnim istraživačem po imenu Fredrik Janson. Komponente su navedene po kategorijama, tako da ako pogledate jednu i nije baš ono što želite, već sledeća u knjizi – za koju mož-

da nikada niste čuli – mogla bi biti odgovor na vaše probleme.

I samo u slučaju da poznajete nekoga ko je mlađi, sa kratkim rasponom pažnje, napisao sam mnogo sažetiju knjigu pod naslovom ***Easy Electronics*** za koju volim da mislim da je najjednostavniji mogući uvod u osnovne ideje. Komplet je dostupan za tu knjigu, a projekti su tako laki da vam nisu potrebni čak ni alati da biste ih sastavili. Zamislite to: praktična knjiga koja ne zahteva alate!

Ako ste zainteresovani za izradu stvari, moram da pomenem svoju knjigu ***Make: Tools,*** koja je vodič za korišćenje ručnih alata, prateći isti praktičan pristup kao ***Make: Electronics.*** Počinje opisom upotrebe ručne testere, a završava se tako što će vam pokazati kako da napravite mala kućišta od plastike – baš ono što je potrebno za vaše elektronske projekte.

– Charles Platt

Sadržaj

Uvod: Kako da se zabavite uz ovu knjigu vii

Deo jedan: Osnove 1

- Eksperiment 1: Okusite napon! 9
- Eksperiment 2: Nek te ponese struja 15
- Eksperiment 3: Primena pritiska 24
- Eksperiment 4: Toplota i snaga 33
- Eksperiment 5: Hajde da napravimo bateriju 39

Deo dva: Prekidači i prekidačka kola 43

- Eksperiment 6: Povezivanje 53
- Eksperiment 7: Proučavanje releja 64
- Eksperiment 8: Relejni oscilator 69
- Eksperiment 9: Vreme i kondenzatori 82
- Eksperiment 10: Tranzistor kao prekidač 90
- Eksperiment 11: Svetlo i zvuk 101

Deo tri: Lemljenje 115

- Eksperiment 12: Spajanje dve žice 124
- Eksperiment 13: Spaljivanje LED diode 133
- Eksperiment 14: Ukrasni multivibrator 135

Deo četiri: Čipovi, idemo! 141

- Eksperiment 15: Emitovanje impulsa 146
- Eksperiment 16: Izaberite svoj ton 156
- Eksperiment 17: Alarm(antna) ideja 166
- Eksperiment 18: Tester refleksa 181
- Eksperiment 19: Logika učenja 192
- Eksperiment 20: Unlocker 203
- Eksperiment 21: Blokator dugmeta 213

- Eksperiment 22: Preklapanje i varničenje 220
- Eksperiment 23: Lepa kocka 224

Deo pet: Šta dalje? 239

- Eksperiment 24: Magnetizam 247
- Eksperiment 25: Stona proizvodnja energije 251
- Eksperiment 26: Uništavanje zvučnika 258
- Eksperiment 27: Reagovanje zavojnice. 262
- Eksperiment 28: Jedan radio, bez lemljenja, bez napajanja 265
- Eksperiment 29: Tamo gde se hardver sreće sa softverom 273
- Eksperiment 30: Lepša kocka 284
- Poglavlje 31: Proces učenja 294

Dodatak A: Specifikacije 305

Dodatak B: Izvori 317

Indeks 327

Deo jedan

Osnove

Ovaj deo sadrži eksperimente od 1 do 5.

U eksperimentu 1, želim da okusite elektricitet, bukvalno! Osetićete električnu struju i otkrićete prirodu električnog otpora.

U eksperimentima 2 i 3 koristićete instrument za merenje struje i napona, a u eksperimentu 4 izračunaćete snagu. Usput možete da spalite LED diodu, pregorite osigurač i izvedete osnovni zakon u elektronici.

U eksperimentu 5 ćete se zabaviti, koristeći svakodnevne predmete za proizvodnju električne energije na vašem radnom stolu.

Ovi eksperimenti će razjasniti neke važne koncepte. Molimo vas da ih isprobate pre nego što zaronite u ostatak knjige, čak i ako imate neka predznanja.

Neophodne stavke za Deo jedan

Svaki deo ove knjige počinje slikama i opisima alata, opreme, komponenata i zaliha koje će vam biti potrebne. Ako nemate iskustva u kupovini nekih od ovih stvari, više detalja ćete pronaći u Dodatku A, koji počinje od strane 305. Ako želite da znate gde da pronađete komponente i potrošni materijal onlajn ili u prodavnicama, njihove adrese su navedene u Dodatku B, koji počinje na strani 317.

Ako ne želite da kupujete komponentu po komponentu, trenutno su dostupna najmanje dva ***kompleta*** koja sadrže delove koji su vam potrebni za projekte u ovoj knjizi. Komplete kreiraju nezavisni dobavljači i ja nemam kontrolu nad njima niti finansijski interes za njih, ali sam proverio da li su komponente u tim kompletima ispravne. Dobavljači su navedeni u Dodatku B.

Prodavci kompleta mogu da isporučuju svoje proizvode u inostranstvo, ali je nažalost poštarina iz SAD-a u druge zemlje skupa. Ako živite izvan SAD-a, možda bi bilo bolje da kupite komponente iz azijskih izvora, gde su poštanske cene niže, a same komponente jeftinije.

Merni instrument

Ručni ***merni instrument*** (multimetar) je najvažnija alatka kada učite elektroniku. Reći će vam šta se dešava unutar strujnog kola, baš kao što aparat za magnetnu rezonancu govori doktoru šta se dešava u ljudskom telu.

„Multi“ u „multimetru“ znači da može da meri više fizičkih veličina, od kojih su najvažnije napon, struja i električni otpor. U početku, on može izgledati komplikovano ili zastrašujuće, ali zaista je to sprava jednostavnija od modernog telefona i nije teža za korišćenje od kamere.

Tip instrumenta koji vam je potreban poznat je kao ***digitalni multimetar***, jer ima digitalni ekran. Ponekad možete pronaći ***analogni multimetar*** koji pomera iglu preko skale, ali on nije tako jednostavan za korišćenje i ja ga ne preporučujem.

Jedan od najmanjih i najjednostavnijih instrumenata koje sam video prikazan je na slici 1-1. Njegovu specifikaciju postavio je jedan od proizvođača kompleta za ovu knjigu, naveden u Dodatku B, ali slične instrumente možete pronaći na mreži. Ako želite da smanjite troškove, ovakav proizvod će vam biti dovoljan za sve eksperimente od 1 do 30 i ostatak diskusije koji se odnosi na instrumente možete preskočiti. Sa druge strane, ako želite da znate koje koristi možete imati ako potrošite malo dodatnog novca, čitajte dalje.

Automatski u odnosu na ručno

Najočiglednija karakteristika skupljeg instrumenta je ***automatsko podešavanje opsega merenja*** (eng. auto-ranging). Da bismo ovo objasnili, zamislite da želite da izmerite temperaturu. Ako koristite termometar za pećnicu, bićete srećni ako je tačan u rasponu od pet stepeni na temeraturama od 100 do 250 stepeni Celzijusa. Ali ako želite da merite telesnu temperaturu, trebaće vam tačnost od možda 0,1 stepena u uskom opsegu od 35 do 40.

Slična situacija je i kod merenja napona ili drugih veličina u elektronici. Ponekad vas zanimaju mali brojevi i visoka tačnost, ali ponekad želite velike brojeve, uz manju tačnost.

Instrument sa ***ručnim podešavanjem opsega merenja*** (eng. manual-ranging) zahteva od vas da izaberete opseg vrednosti okretanjem točkića pre nego što izvršite merenje. Na primer, da biste testirali napon AA baterije od 1,5V, postavili biste instrument da meri do 2 volta, posle čega će vam prikazati stvarni napon sa dobrom tačnošću.

Instrument sa ***automatskim podešavanjem opsega*** bi osetio napon i sam izabrao odgovarajući opseg. To zvuči lepo i instrumenti sa automatskim podešavanjem postaju sve pristupačniji – ali lično, meni se baš i ne sviđaju. Instrumentu treba nekoliko sekundi svaki put kada pokuša da odluči koji opseg da koristi, a ja sam obično nestrpljiv. Takođe, pošto niste sami izabrali opseg, nećete odmah znati šta znače brojevi na ekranu. Pretpostavimo da vidite `1.48`. Da li bi to bili volti ili milivolti? Ekran će pokazati malo V ili mV da vam kaže, ali ako zaboravite da pogledate, moguće su greške.

- Predlažem da koristite instrument sa ručnim podešavanjem. Manje su šanse da napravite greške, trebalo bi da košta manje od uporedivog instrumenta sa automatskim podešavanjem, a i biće manje frustrirajuće, ako ste nestrpljivi kao ja.

Kako da znate da li je slika na veb lokaciji instrument sa automatskim ili ručnim podešavanjem? Ako se vrši automatsko merenje, obično će to biti rečeno u opisu proizvoda – ali kada ste u nedoumici, pregledajte brojčanik na prednjoj strani. Instrument koji ima automatsko podešavanje neće imati mnogo brojeva i može izgledati kao onaj na slici 1-2. Instrument sa ručnim podešavanjem može izgledati više kao onaj na slici 1-3.



Slika 1-1. Najprostiji digitalni multimetar. Kvadrati na podlozi su stranice od 2,5 cm.



Slika 1-2. Instrument sa automatskim podešavanjem opsega.



Slika 1-3. Instrument sa ručnim podešavanjem opsega.

Ostatak priče o instrumentima uglavnom će se odnositi na one koji zahtevaju ručno podešavanje pre merenja.

Cena

Ponuditi savet o tome koliko da potrošite pri kupovini instrumenta je kao da savetujete nekoga prilikom kupovine automobila. Odnos između cene najjeftinijeg automobila i cene najegzotičnijeg modela može biti oko 100:1, a isto važi i za instrumente. Takođe, cene se mogu promeniti tokom vremena.

Ovim pitanjem ću se pozabaviti pozivanjem na instrument na slici 1-1 kao ***osnovnim modelom***. Šta ćete dobiti ako kupite skuplji instrument?

Jedan odgovor može biti dugovečnost. Nisam koristio taj određeni instrument duže vreme, ali generalno govoreći, kontakti prekidača na prednjoj strani instrumenta mogu se vremenom istrošiti. Ovo vam možda nije važno ako još uvek niste sigurni koliko dugo će trajati vaše interesovanje za elektroniku.

Takođe, trošenjem više novca možete da dobijete više funkcija, ali ovo je teška tema, jer funkcije podrazumevaju određenu terminologiju. Još nisam ništa objasnio o naponu i struji (voltaža i amperaža), a kamoli o testiranju tranzistora – pa ću vam samo pokazati simbole i skraćenice koje ćete verovatno videti oko točka birača na prednjoj strani instrumenta, i naglasiću koji su važni. Njihovo tačno značenje saznaćete kako budete dalje išli kroz knjigu.

Na slici 1-4, stavke odštampane crno su od suštinskog značaja, a sive je lepo imati, ali nisu neophodne za eksperimente u ovoj knjizi.

Proizvođači instrumenata stalno izmišljaju dodatne funkcije koje izgledaju impresivno, ali mnoge od njih nisu baš korisne. Evo nekoliko primera onih koje vam zaista nisu potrebne:

Pozicije birača na instrumentu			
V	Napon (električni pritisak)	A	Struja (električni tok)
Ω	Električni otpor (omi)	mA	Miliamperi (hiljaditi deo ampera)
ILI F	Kapacitet (u faradima)	Hz	Frekvencija struje (u hercima)
⎓	Jednosmerna struja (DC)	~	Naizmenična struja (AC)
⊣	Testiranje diode	⊣	Testiranje baterije
ILI	Testiranje kontinuiteta (instrument će bipnuti)	hFE i/ili NPN PNP	Testiranje tranzistora

Slika 1-4. Najčešće korišćeni simboli i skraćenice koji se mogu izabrati na multimetrima. Oni crni su obavezni.

- ***NCV*** znači testiranje „bez kontaktnog napona" (eng. no contact voltage). Kada držite instrument blizu električne utičnice ili žice u vašem domu, reći će vam da li je napon prisutan. Ovo nije relevantno za ovu knjigu.

- ***Merenje temperature.*** Instrument će možda moći da otkrije da li se komponenta pregreva, ali za naše potrebe, biće dovoljno da je dodirnete prstom.

- Dugmad ***Max/Min*** i ***Hold***. Može biti korisno ako pokušavate da uhvatite vrednost koja se brzo menja, ali je malo verovatno da ćete to raditi.

- ***Pozadinsko osvetljenje*** (eng. backlighting) ekrana. Generalno, koristićete dobru stonu lampu kada radite sa komponentama, u kom slučaju vašem instrumentu nije potrebno pozadinsko osvetljenje.

Ispred šest slova i simbola u gornjoj polovini slike 1-4 često stoje ***množioci***. Na primer, **m** je množilac sa vrednošću od 1/1.000 (hiljaditi deo), tako da izraz **mV** znači 1/1.000 volta, što je ***milivolt***. Grčko slovo **µ** (izgovara se „mikro") je množilac sa vrednošću od 1/1.000.000 (milioniti deo), tako da izraz **µA** označava 1/1.000.000 ampera, koji je ***mikroamper***. Množioci su sumirani na sledećoj stranici na slici 1-5.

- Imajte na umu da malo slovo **m** znači „podeli sa 1000". Veliko slovo **M** znači „množi sa 1.000.000". Pokušajte da ih ne mešate!

Na dnu slike 1-5 pokazao sam opsege koje možete pronaći na instrumentu. Neki instrumenti ne koriste vrednosti opsega koje počinju sa 2; njihove vrednosti mogu početi sa 4, kao u 40, 400, 4K itd. Neki instrumenti imaju vrednosti opsega koje počinju sa 6. Za eksperimente u ovoj knjizi, ne vidim da postoji posebna prednost u bilo kom od ovih slučajeva.

Širi opseg vrednosti je lepo imati, ali može zahtevati trošenje više novca. Mislim da su

Množioci						
p	piko 1/1.000.000.000.000			**m**	mili 1/1.000	
n	nano 1/1.000.000.000			**k**	kilo x 1.000	
µ	mikro 1/1.000.000			**M**	meg x 1.000.000	
Opsezi						
V (volti) DC	200m	2	20	200		
V (volti) AC	200m	2	20	200		
A (amperi) DC	200µ	2m	20m	200m	10 ili 20	
A (amperi) AC	200µ	2m	20m	200m	10 ili 20	
Ω (omi)	200	2K	20K	200K	2M	20M
F (faradi)	2n	20n	200n	2µ	20µ	200µ

Slika 1-5. Množioci i opsezi često korišćeni u instrumentima.

crno odšampane vrednosti najvažnije, dok su one sive opcione.

Što se tiče **F** (faradi), prikazan opseg je irelevantan ako vaš instrument ne meri ovu jedinicu – ali ako meri, ovo su vrednosti koje bi trebalo da pronađete.

Sada ću vam pokazati još nekoliko birača na instrumentima da bih ilustrovao koji se opsezi pojavljuju u stvarnom životu. Na slici 1-6 panel oko kružnog preklopnika podeljen je na sekcije, od kojih je svaka označena slovom ili simbolom kao što je **V** ili **A**. **V** je sekcija sa opsegom Volta. Ovaj opseg se odnosi i na naizmeničnu (AC) i na jednosmernu (DC) struju što se bira pomoću prekidača koji sam zaokružio. Ako niste sasvim sigurni koja je razlika između AC i DC, ovo trenutno nije važno. Primetite da je opseg od 200mV do iznad 200V malo bolji od opsega koji sam predložio na slici 1-5.

Nastavite oko točka birača i videćete da su sve važne stavke sa slike 1-4 tu, zaokružene i da su opsezi potpuni. Ovaj instrument izgleda kao dobar izbor.

Sada proverite sliku 1-7. Ovaj instrument nema prekidač za izbor AC ili DC. Umesto toga, on ima unapred dodeljene pozicije na brojčaniku. Sa leve strane vidite slovo



Slika 1-6. Birač instrumenta koji može da obavlja sva merenja poželjna u ovoj knjizi.

V sa simbolom koji označava DC. Na desnoj strani, drugi **V** pored sebe ima talasastu liniju koja označava AC, a odnosi se na dve bele pozicije prekidača levo od njega. Simbol munje jednostavno znači „oprez", i zaista bi trebalo da budete oprezni ako planirate da izmerite 600 volti, mada ne mogu da zamislim takvu situaciju. Niski naponi su važniji za naše potrebe, a ovaj instrument nema opseg za merenje malih vrednosti napona (Volta) naizmenične struje. To nije dobro, jer ćete ponekad možda želeti da izmerite fluktuirajuće napone – na primer, na izlazu iz integrisanog kola tajmera.

Ne vidim nikakvu oznaku za merenje naizmenične struje (Ampera). Postoji slovo **A** iza kojeg sledi simbol za DC, ali nema talasaste linije za AC uz slovo **A**. To je malo razočaravajuće.

Još jedan nedostatak ovog instrumenta je što ne može da meri kapacitet u faradima. Slovo **F** koje sam zaokružio, pored sebe ima simbol stepena, tako da označava temperaturu u stepenima Farenhajta. To je pomalo obmanjujuće, posebno pošto instrument nije isporučen sa temperaturnom sondom, tako da nema načina da koristite ovu funkciju.

Na kraju, zaokružio sam **2M**, što je gornja granica za merenje električnog otpora. Iskreno, 20M bi bilo bolje. Sve u svemu, nisam impresioniran ovim instrumentom. Još uvek možete da ga koristite za eksperimente u knjizi, ali košta više od osnovnog modela na slici 1-1, a ne nudi značajne prednosti za te pare.



Slika 1-7. Pregledom birača ovog instrumenta vidimo da nedostaju neke poželjne karakteristike.

Pa, koliko novca bi trebalo da potrošite? Potražite na mreži instrument kao što je osnovni model na slici 1-1, i koliko god da košta, ako potrošite između dva i četiri puta više novca od njegove cene, trebalo bi da budete u mogućnosti da dobijete sve funkcije koje sam preporučio. Instrument na slici 1-3, koji sam kupio da bih ga testirao dok sam pisao ovu knjigu, koštao je oko tri puta više od osnovnog modela i dobro se pokazao. Skuplji model,kao što je instrument sa automatskim biranjem opsega, prikazan na slici 1-2 koštao je šest puta više od osnovnog modela.

Na slici 1-8 vidite moj omiljeni instrument u vreme pisanja. Obratite pažnju da prikazuje četiri cifre. Neki jeftiniji modeli su počeli da se pojavljuju sa četvorocifrenim ekranima, ali dodatna cifra ne mora da znači da je elektronika unutar instrumenta deset puta

preciznija nego u trocifrenom brojilu. Morali biste pažljivo uporediti specifikacije proizvođača da biste to saznali. Za potrebe ove knjige, nije neophodna tačnost od 4 cifre.

Jedini problem sa instrumentom na slici 1-8 je taj što je oko 20 puta skuplji od osnovnog modela. Smatram da je to dugoročna investicija. Zadovoljan sam njegovom preciznošću i nadam se da će trajati mnogo godina, ali ova razmatranja su možda nevažna ako još uvek ne znate koliko ste zainteresovani za elektroniku.



Slika 1-8. Ovaj model košta oko 20 puta više od onog na slici 1-1.

Ako ste pročitali sve gore navedene predloge, ali još uvek niste sigurni koji instrument da kupite, prelistajte malo unapred da biste stekli predstavu o tome kako ćete koristiti instrument u eksperimentima 1, 2, 3 i 4. Onda donesite odluku.

Ovim završavam svoju disertaciju o mernim instrumentima. Vaše ostale odluke o nabavci biće jednostavnije.

Zaštitne naočare

S vremena na vreme može postojati mali rizik za vaše oči kada radite na projektima elektronike. Na primer, kada sečete komad žice koji viri iz komponente kao što je LED, deo bi mogao da poleti prema vašem licu.

Sve jeftine zaštitne naočare će pružiti adekvatnu zaštitu, a i obične naočare za vid su prihvatljiva zamena. Jednostavne zaštitne naočare prikazane su na slici 1-9.

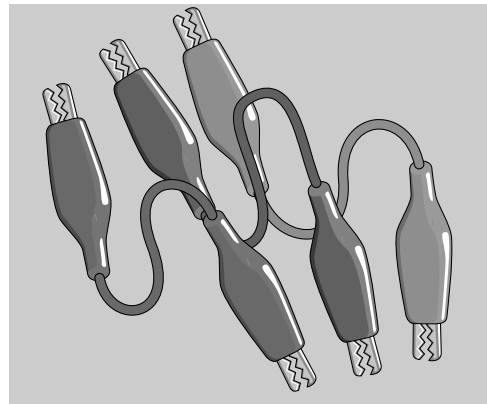


Slika 1-9. Zaštitne naočare.

Testni kablovi

Koristićete ***testne kablove*** (eng. test leads) da povežete komponente u prvih nekoliko eksperimenata. Radi se o ***dvostrukim*** (eng. double-ended) kablovima.

Naravno da svaki komad žice ima dva kraja? Da, ali u ovom slučaju termin dvostruki znači da je svaki kraj kabla opremljen ***krokodilkom*** (eng. alligator clip) kao što je prikazano na slici 1-10. Svaka kopča sa oprugom može da uspostavi električnu vezu tako što zgrabi nešto i čvrsto ga drži, dozvoljavajući vam da koristite ruke na drugom mestu. Za eksperimente u ovoj knjizi dobri su vrlo kratki kablovi, poput onih prikazanih. Duži kablovi mogu da posluže, ali imaju tendenciju da se zapetljaju.



Slika 1-10. Testni kablovi.

Ne želite testne kablove koji imaju mali jednoigrični konektor na oba kraja. Ovi kablovi se ponekad nazivaju ***preskakači*** (eng. jumper wires).

Napajanje

Skoro svi eksperimenti u ovoj knjizi koristiće izvor napajanja od 9 volti. Ovo možete dobiti iz svakodnevne alkalne baterije od 9 volti koja se prodaje u supermarketima i prodavnicama. Ne mora da bude određenog brenda. Kasnije ću vam predložiti nadogradnju na ***AC adapter***, ali vam to trenutno ne treba.

Baterija od 9 volti ima pozitivan i negativan kraj. Nemojte ih mešati! Ako pozitivan kraj nije jasno označen, obeležite ga crvenom olovkom.

- Koristite isključivo 9-voltnu ***alkalnu bateriju*** (eng. alkaline battery) za eksperimente od 1 do 4. Ne pokušavajte da koristite veću bateriju ili bateriju koja isporučuje više od 9 volti. Imajte na umu da litijumske baterije mogu biti opasne i da ih ne treba koristiti za projekte u ovoj knjizi.

Konektor za bateriju (opciono)

Moje ilustracije će pokazati kablove za testiranje sa krokodilkama pričvršćenim na krajeve baterije od 9V, ali ako želite da uspostavite bezbedniju vezu, možete kupiti konektor koji ima ležišta u koja se nataknu krajevi baterije i dve žice sa golim krajevima, kao što je prikazano na slici 1-11.



Slika 1-11. Konektor za bateriju od 9V.

Osigurač

Osigurač (eng. fuse) prekida strujno kolo ako kroz njega prođe previše električne struje. Biće vam potrebno nekoliko patrona staklenih osigurača cilindričnog tipa kao što je onaj prikazan na slici 1-12, ili možete koristiti automobilske osigurače dostupne u prodavnicama auto delova. U svakom slučaju, biće vam potreban jedan osigurač od 1 ampera i jedan od 3 ampera (osigurači će imati ugravirano 1A i 3A na svojim čeličnim kapicama završnim poklopcima, respektivno). Ova ilustracija je uvećana slika 2AG osigurača, prečnika od oko 5 mm.



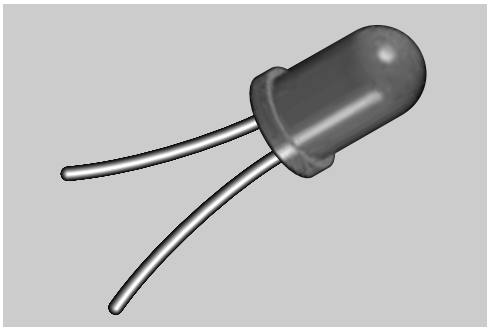
Slika 1-12. Uvećana slika 2AG osigurača, prečnika 5 mm.

Stakleni osigurači su često za 250 volti, ali bilo koji napon od 10 volti ili više će biti dovoljan. (Izraz „za" označava maksimalnu vrednost za koju proizvođač smatra da je odgovarajuća za ovaj proizvod.)

Svetleće diode

Poznatije kao LED diode, dolaze u različitim oblicima i modelima. Tačan naziv onih koje ćemo koristiti je ***LED indikatori***, u katalozima se često opisuju kao ***standardni LED indikatori*** (standard through-hole LEDs). U prva dva poglavlja ove knjige, LED diode prečnika 5 mm biće lakše za rukovanje, ali preporučujem LED diode od 3 mm za kasnija poglavlja, jer će se lakše uklopiti u neka kola u kojima su komponente zbijene zajedno. Tipična crvena LED dioda je prikazana na slici 1-13.

U ovoj knjizi često ću se pozivati na ***generičke, crvene LED diode*** (eng. generic red LEDs). Želim da budu crvene, jer će crvene LED diode raditi sa manjom strujom i nižim naponom od nekih drugih boja, što će biti važno u nekim eksperimentima. Pod „generičkim" mislim na najjeftinije, koje su uobičajeno dostupne. One imaju veliku primenu pa je korisno imati najmanje desetak takvih dioda.



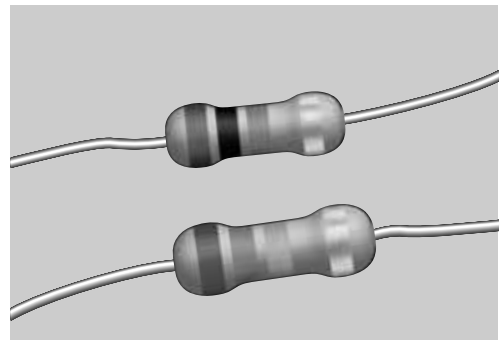
Slika 1-13. Uvećana slika standardne LED lampice u „through-hole" tehnologiji.

Neke generičke LED diode su ulivene u ***providnoj*** (water clear) plastici ili polimeru i mogu da vas iznenade emitujući boju kada se uključi napajanje. Druge LED diode, kao što je i ona na slici 1-13, poznate su kao ***difuzne*** (eng. diffuse), jer su ulivene u plastiku ili polimer obojen istom bojom koju emituju. Prozirne LED diode su svetlije, ako su svi ostali aspekti isti, ali mislim da su difuzne LED diode prijatnije za gledanje.

Otpornici

Trebaće vam različiti ***otpornici*** (eng. resistors) za kontrolu napona u različitim delovima kola. Dva otpornika su prikazana u krupnom planu na slici 1-14 (u stvarnosi svaki od njih je kraći od 1 cm). Kasnije ću objasniti kako vam obojene pruge govore o vrednosti svakog otpornika. Boja samog tela otpornika nije važna za naše namene.

Ako kupujete pojedinačne otpornike, oni su tako mali i jeftini, i bilo bi glupo da kupite samo dve ili tri vrednosti navedene u svakom eksperimentu. Nabavite pakovanje na akciji. Ako želite da znate tačno koje vrednosti otpornika su potrebne za svaki eksperiment u knjizi, pogledajte tabele u Dodatku A.



Slika 1-14. Dva uzorka otpornika.

Metalni delovi

U eksperimentu 5, pokazaću vam kako da napravite sopstvenu bateriju pomoću limunovog soka. Za ovaj mali projekat trebaće vam par bakarnih novčića (ili neki drugi predmeti bakarne površine), kao i neke pocinkovane pločice dužine oko 2-3 cm, kao što je ona na slici 1-15. Četiri će biti dovoljne, a umesto njih mogu poslužiti mali metalni nosači. Možete ih pronaći u bilo kojoj gvožđari.

Kao i u slučaju novčića, nove pločice će raditi bolje od starih, jer će biti manje uprljane. Ako živite u delu sveta gde bakarni novči-



Slika 1-15. Pocinkovana pločica. Pokušajte da pronađete neke koje su dugačke oko 2-3 cm. Umesto nih, poslužiće mali nosači.

ći više ne postoje, predložio sam neke druge opcije u vodiču za kupovinu, u Dodatku A.

Sveska za beleške

Svaki put kada vršite eksperiment, zaista morate da vodite evidenciju o tome kako ste ga postavili i šta se dogodilo. Možete da pravite beleške na računaru ili koristeći telefon, ali staromodna sveska sa papirnim stranicama ima neke prednosti. Ne morate da otvarate aplikaciju da biste ažurirali unose i bezbedna je od slučajnog brisanja podataka. Držite je u uglu svog stola i možda će se pokazati korisnijom nego što očekujete.

To je poslednja stavka na mojoj listi, pa hajde da počnemo!

Eksperiment 1
Okusite napon!

Možete li da okusite struju? Izgleda da možete. Testirajući jezikom napajanje iz baterije, ovaj projekat će demonstrirati postojanje električnog otpora.

Trebaće vam:

- 9V alkalna baterija (1).
- Multimetar (1).

To je sve!

Oprez: Ne više od 9 volti

Alkalna baterija od 9V neće vam naškoditi. Ali ***ne*** pokušavajte ovaj eksperiment sa baterijom većeg napona i ***ne*** koristite veću bateriju koja može da isporuči više struje. Ni slučajno ne pokušavajte da koristite automobilsku bateriju ili bateriju za alarm! Takođe, ako imate metalne proteze na zubima, pazite da ih ne dodirnete baterijom.

Testirajte vaš jezik

Navlažite jezik i dodirnite vrhom metalne krajeve baterije od 9V, kao što je prikazano na slici 1-16. (Možda vaš jezik nije tako veliki kao onaj na slici. Moj nije. Ali, ovaj eksperiment bi trebalo da funkcioniše bez obzira na to koliko je vaš jezik veliki ili mali.)

Osećate li peckanje? Sada odložite bateriju, isplazite jezik i vrlo temeljno osušite njegov vrh maramicom. Ponovo dodirnite bateriju jezikom i trebalo bi da osetite manje trnce.

- Šta ako ne osećate ništa? Izgleda da vrlo mali broj ljudi ima neobično debelu kožu, ili suv jezik, ili možda oba. Za sve ove godine, samo nekoliko njih mi je poslalo mejl

Eksperiment 6
Povezivanje

Koncept prekidača je sasvim jednostavan. Na kraju krajeva, imate ih puno u vašem domu. Imate prekidače za svetlo na zidu i prekidače za napajanje na uređajima – ali prekidači postaju zanimljiviji kada imaju više položaja ili kada su dva ili više spojena zajedno.

Trebaće vam:

- Multimetar
- Baterija od 9V (1)
- SPDT klizni prekidač sa tri izvoda raspoređena u razmacima od 5 mm (možete koristiti i manje prekidače, ako možete da radite pažljivo i precizno.) (2)
- Testni kablovi (1 crveni, 1 crni, 3 druge boje).
- Generička crvena LED dioda (1).
- Otpornik, 470 oma (1).

Veoma jednostavan prekidač

Slika 6-27 prikazuje najprimitivniji tip prekidača, koji se prodaje školama za praktičnu nastavu iz elektrotehnike. Poznat je kao ***preklopnik*** (knife switch). Ne predlažem da ga kupite; Ovde ga prikazujem jer mi pomaže da objasnim karakteristike koje imaju skoro svi prekidači.

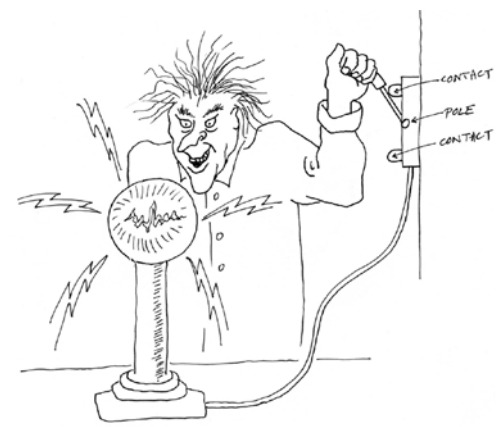
Osnova ručice je povezana sa crvenim dugmetom i naziva se ***pol*** (pokretni kontakt, srednji kontakt) prekidača. Kada zaokrenete ručicu, ***preklapate*** (throwing) prekidač, odnosno prebacujete kontakt iz jednog u drugo kolo. Nećete se onda iznenaditi kada vam kažem da je ovo ***jednopolni preklopnik sa dva položaja*** (single-pole, double-throw), skraćeno SPDT. (Ponekad se ova skraćenica piše kao 1P2T.)



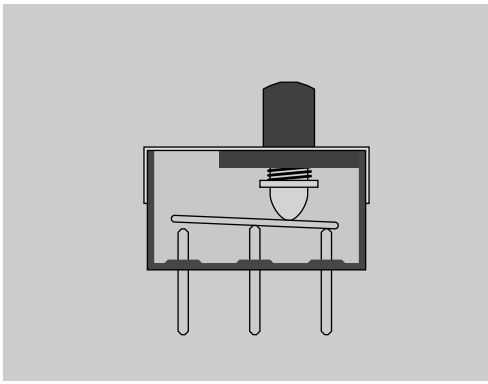
Slika 6-27. Prekidač sa ručicom se prodaje kao nastavno pomagalo. U modernim prekidačima, delovi imaju ista imena i funkcije.

Metalne kopče na krajevima postolja prekidača nazivaju se ***kontakti***, a pošto možete da uspostavite vezu sa bilo kojim od njih, ovo je ***ON-ON*** prekidač. Terminologija ostaje ista čak i kada koristite moderne prekidače.

Ako volite stare filmove strave, sigurno ste videli ludog naučnika kako koristi starinsku verziju ovog prekidača u svom podrumu – nešto poput lika na slici 6-28.



Slika 6-28. Ovaj ludi naučnik opremio je svoju laboratoriju sa jednopolnim preklopnikom sa polugom.



Slika 6-29. Poprečni presek kliznog prekidača.



Slika 6-30. Razmaknite izvode malog prekidača da biste mogli da zakačite krokodilke testnih kablova.

Prekidači na slikama 6-19 i 6-20 su manji, jeftiniji i praktičniji. Oni su poznati kao ***klizni prekidači*** jer se koriste pomeranjem malog dugmeta na vrhu, poznatog kao ***klizač*** (actuator). On pravi kontakt unutar prekidača na način prikazan na crtežu poprečnog preseka, na slici 6-29.

Svaki od kliznih prekidača koji će vam trebati za ovaj eksperiment ima tri izvoda. Ako pretpostavljate da ovi izvodi funkcionišu kao tri dugmeta na prekidaču preklopnika koji je pokazan na slici 6-27, možda ste u pravu. Uskoro ćemo to proveriti.

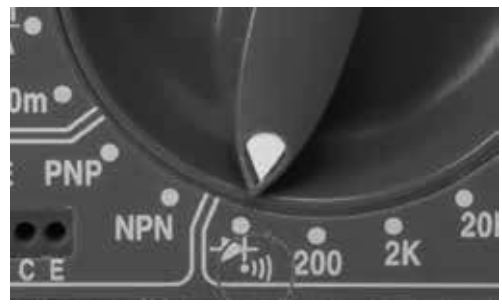
Tokom proteklih decenija, popularni klizni prekidači postepeno su se smanjivali. Ovo je zgodno kada želite da smestite kolo u mali prostor, ali ako pokušavate da pričvrstite krokodilke na izvode prekidača, to baš nije jednostavno. Pošto ovaj eksperiment koristi testne kablove, idealno bi bilo da imate nekoliko kliznih prekidača sa izvodima koji su međusobno udaljeni 5 mm.

Ako ste naručili komplet koji ide uz ovu knjigu, trebalo bi da nabavite dva klizna prekidača ove veličine. Ako kupujete komponente pojedinačno, možda ćete imati problema da pronađete one koje su dovoljno velike – ali ako ste strpljivi i imate mirne ruke, možete da koristite prekidače poput onog na slici 6-20 sa izvodima razdvojenim samo 2,5 mm. Samo malo savijte izvode sa obe strane kako biste napravili mesta za testne kablove, kako je prikazano na slici 6-30.

Testiranje kontinuiteta

Podesite svoj instrument da testira kontinuit okretanjem točkića na simbol prikazan na slikama 6-31 i 6-32. Spojite dve sonde i čućete zvučni signal instrumenta. Vi proveravate da li kroz kolo teče struja, zbog čega se ovo zove ***test kontinuiteta***. Ako imate oštećen sluh, trebalo bi da vidite da vaš instrument prikazuje i poruku na ekranu.

Sada pričvrstite krokodilke testnih kablova na sonde vašeg instrumenta i zakačite druge krajeve kablova za klizni prekidač slika 6-33. Gurnite klizač prekidača u jednom, pa u drugom smeru i čućete zvučni signal i prestanak zvuka. Ako ste radoznali po prirodi,



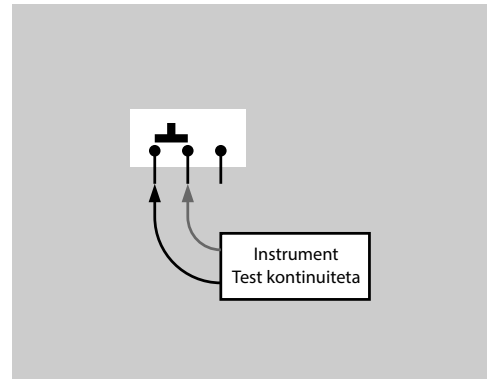
Slika 6-31. Simbol kontinuiteta na mernom instrumentu.

možda se pitate šta će se desiti ako testirate samo dva spoljna izvoda prekidača, i naravno to možete proveriti.

Slika 6-34 prikazuje ***šemu*** kola za testiranja prekidača, gde je simbol prekidača sličan njegovom unutrašnjem izgledu.

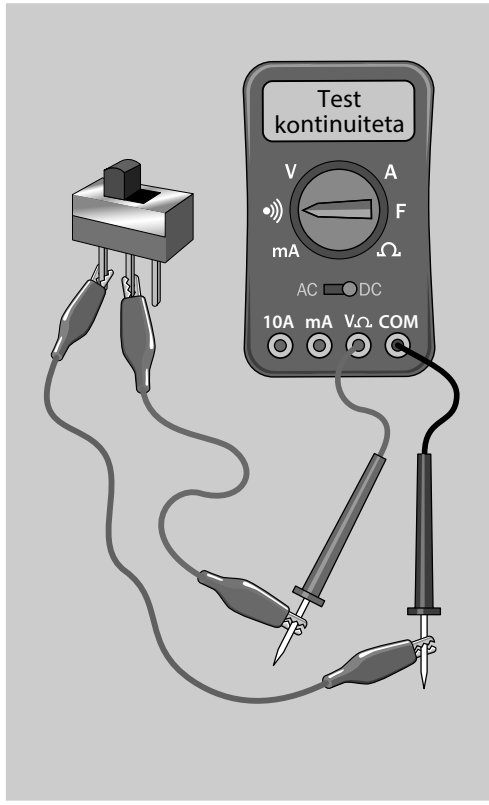


Slika 6-32. Simbol kontinuiteta na drugom instrumentu.

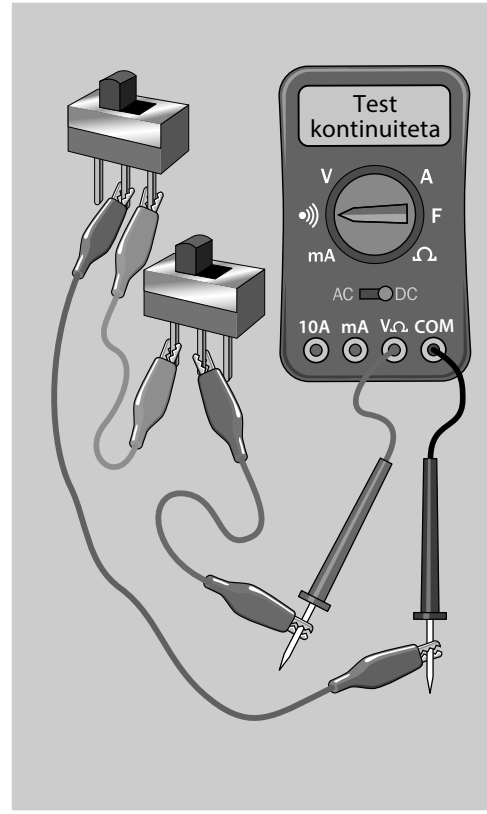


Slika 6-34. Šematski prikaz kola sa slike 6-33.

Sada kada ste videli koliko je ovo lako, želim da probate nešto zanimljivije. Stavite dva prekidača zajedno, spojena kao na slici 6-35, i pogledajte šemu na slici 6-36. Obratite pažnju da sam na šemi prekidače nazvao



Slika 6-33. Ispitivanje kliznog prekidača.



Slika 6-35. Serijski povezani prekidači.

A i B. Mogao sam da izaberem zanimljivija imena, ali A i B se češće koriste od imena kao što su „Mika" ili „Laza" kada se bavite šemama. Dve pozicije klizača svakog prekidača su označene kao 1 i 2.

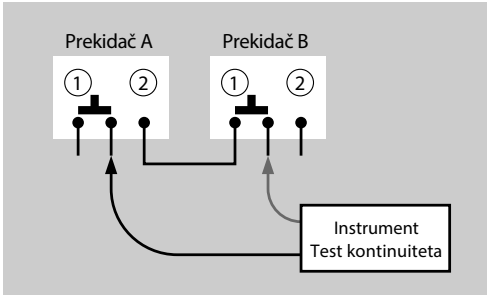
Koliko kombinacija pozicija klizača postoji u ovom testu? Klizač prekidača A ima dva položaja i za svaki od njih klizač prekidača B ima dva položaja. Slažete se da je 2 * 2 = 4, pa je ukupan broj kombinacija četiri. Možete da nacrtate malu tabelu u svojoj svesci, poput one na slici 6-37, beležeći koje kombinacije pozicija izazivaju zvučni signal. Ova tabela može izgledati previše očigledna da bi bila korisna, ali ćete se kasnije u knjizi susresti sa mnogo više ovakvih tabela, kada se budem bavio digitalnom elektronikom, tako da vam sada predstavljam koncept.

Prekidači na slici 6-36 su u ***seriji***, što znači da struja mora da prođe kroz jedan prekidač pre nego što dođe do drugog, a postoji samo jedna kombinacija položaja nihovih klizača koja pišti. Ta pozicija je označena crnim krugom u tabeli.

Sada dodajte još jedan testni kabl, tako da kolo izgleda kao na slici 6-38. Mislim da možete sami da smislite kako da dodate kabl, bez potrebe za još jednom slikom sa crtežom.

Nazvaću ovo „serijski paralelno" kolo, pošto sada postoje dve serijske veze, ali one su povezane žicama koje su paralelne. Ako nacrtate novu tabelu, kao na slici 6-39, videćete da A-1 i B-2 daju zvučni signal, ***ili*** A-2 i B-1, dok druge dve kombinacije ne rade ništa.

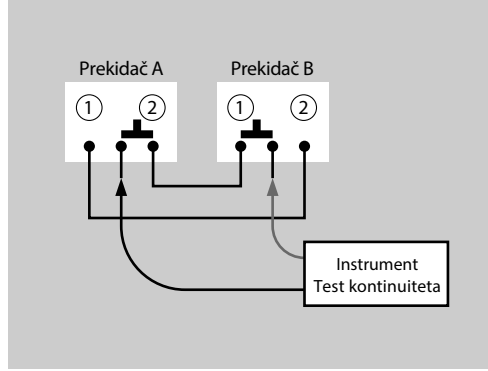
Zanimljivo je da ako instrument ne pišti, možete da pomerite klizač bilo kog prekidača da bi se instrument oglasio. I obrnuto, ako instrument pišti, možete da pomerite klizač bilo kog prekidača da biste prekinuli zvuk. Ovo ima primenu na prekidačima za svetlo u vašem domu, što ću objasniti u nastavku. Možda možete pogoditi o čemu govorim.



Slika 6-36. Šematski prikaz kola sa slike 6-35.

Serijski povezani prekidači		
Prekidač A	**Prekidač B**	**Povezanost**
Pozicija 1	Pozicija 1	●
Pozicija 1	Pozicija 2	●
Pozicija 2	Pozicija 1	●
Pozicija 2	Pozicija 2	●

Slika 6-37. Tabela kombinacija prekidača i povezanosti.



Slika 6-38. Serijsko i paralelno kolo.

Serijski i paralelno povezani prekidači		
Prekidač A	**Prekidač B**	**Povezanost**
Pozicija 1	Pozicija 1	●
Pozicija 1	Pozicija 2	●
Pozicija 2	Pozicija 1	●
Pozicija 2	Pozicija 2	●

Slika 6-39. Tabela povezanosti za kolo sa slike 6-38.

Trostepeni prekidač

Do sada sam koristio šematski simbol koji se specifično odnosi na klizni prekidač. Postoji još jedan simbol koji može predstavljati skoro svaki tip prekidača. Nazvaću ga univerzalni simbol. (Koliko tipova prekidača postoji? Stotine! Samo pretražite slike na internetu kucajući

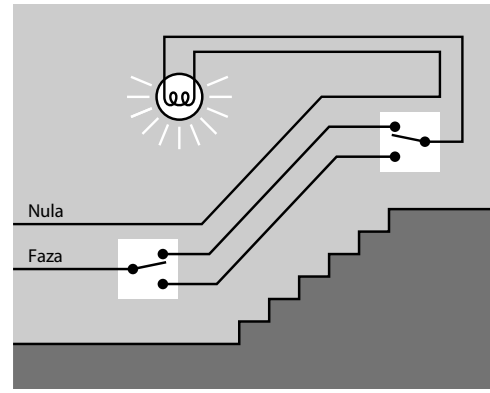
```
tipovi prekidača
```

Simbol univerzalnog prekidača je češći od simbola kliznog prekidača. Koristio sam ga na slici 6-40, da prikažem isto kolo kao na slici 6-38. Način na koji kolo funkcioniše je i dalje isti, jer su veze i dalje iste. Dve žice koje idu horizontalno su paralelne, ali struja iz instrumenta prolazi kroz prekidače u seriji.

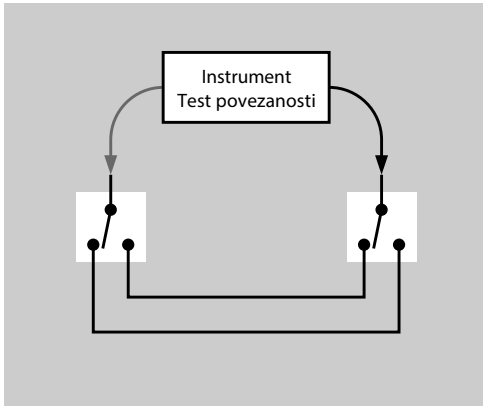
Ako u kući imate stepenice, vrlo je verovatno da ćete pronaći bar jedno svetlo ožičeno na ovaj način. Koristite prekidač na dnu stepenica da upalite svetlo ako je trenutno isključeno ili da ga ugasite ako je trenutno uključeno – i možete da koristite prekidač na vrhu stepenica na isti način. Slika 6-41 pokazuje na šta mislim. Električar bi rekao da imate ***trostepeni prekidač*** (three-way switching), jer svaki prekidač ima tri izvoda. (Kod nas je to naizmenčni prekidač.) U stvarnosti, videli ste da zapravo postoje četiri kombinacije položaja prekidača, ali kada sam pokušao da razgovaram o ovom pitanju sa električarem, on nije bio mnogo zainteresovan.

Ako želite da vidite minijaturnu demonstraciju trostepenog kućnog ožičenja, možete da izmenite kolo sa slikes 6-40 tako što ćete ukloniti instrument i zameniti ga LED lampom sa opterećenjem i baterijom, slika 6-42.

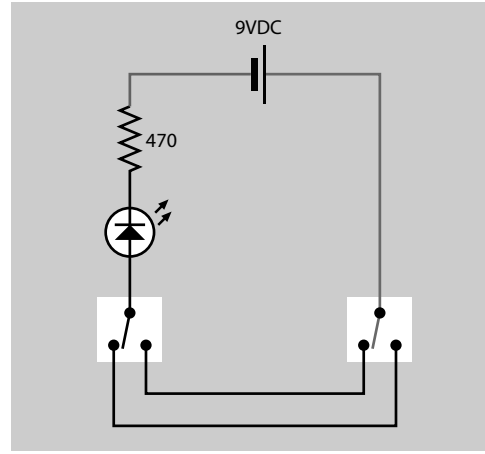
I samo da vam pokažem da sam napravio kola o kojima pišem, moja stona verzija ovog kola je prikazana na slici 6-43.



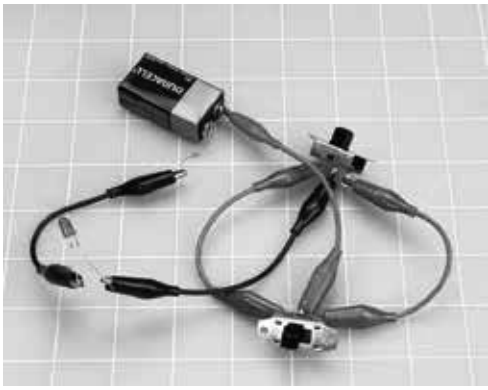
Slika 6-41. Naizmenični prekidač u kućnoj instalaciji.



Slika 6-40. Univerzalni simbol jednopolnog preklopnika korišćenog u kolu prikazanom na slici 6-38.



Slika 6-42. Niskonaponska demonstracija naizmeničnog prekidača.



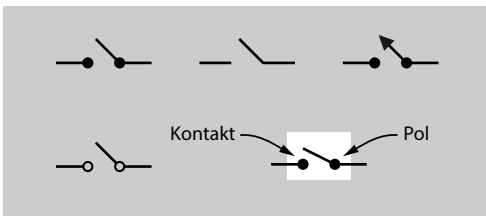
Slika 6-43. Kolo sa slike 6-42 izvedeno od od aktuelnih komponenti.

Više o prekidačima

Ponekad vam je potreban samo ***jednopolni***, ***jednostruki*** prekidač (single-pole, single-throw, SPST ili 1P1T). Prekidač za uključivanje-isključivanje je uobičajen primer: samo jedna pozicija čini vezu. Šematski simbol je prikazan na slici 6-44 u različitim stilovima, koji svi znače istu stvar. Radi jasnoće u ovoj knjizi sam svaki prekidač uokvirio belim pravougaonikom.

Preklopnici mogu biti prikazani na sličan način u više različitih stilova.

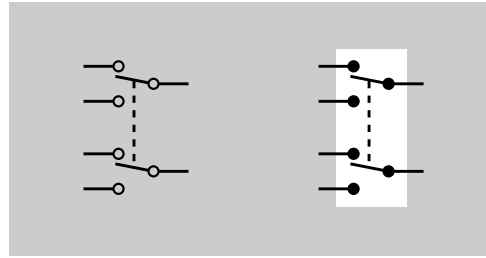
Neki prekidači imaju dva potpuno odvojena pola, tj. pokretna kontakta (eng. pole) kojima upravlja jedan klizač, tako da možete da napravite dve odvojene veze istovremeno. Ovakvi prekidači se nazivaju ***dvopolni*** (double-pole) prekidači, skraćeno DP (ili, ponekad, 2P). Dvopolan (sa dva pokretna kontakta) prekidač može biti jednostruki ili dvostruki (dvopoložajni), u zavisnosti od toga za šta želite da ga koristite. Dva simbola za DPDT prekidač su prikazana na slici 6-45. Isprekidana linija u svakom simbolu vam govori da kada promenite poziciju preklopnika, oba kontakta se uspostavljaju istovremeno, iako nemaju električnu vezu.



Slika 6-44. Različiti načini predstavljanja SPST prekidača u šemama.

Zašto su vam potrebna dva odvojena pokretna kontakta? Pa, pretpostavimo da imate stereo sistem i želite da prebacite njegov izlaz sa dva zvučnika u dnevnoj sobi na dva zvučnika u trpezariji. Želite da to uradite samo jednim prekidačem, ali pošto dva audio kanala moraju da ostanu odvojena, izlaz iz vašeg stereo uređaja priključićete na pokretne kontakte DPDT prekidača.

Tabela na slici 6-46 objedinjuje koncepte koje sam do sada uveo. Prekidači su dostupni sa jednim, dva, tri ili više pokretnih kontakta, a svaki od njih može ostvariti samo jedan kontakt (jednostruki) ili izabrati jedan od dva nepokretna kontakta (dvostruki).



Slika 6-45. Simboli koji mogu predstavljati DPDT prekidač.

	Jednopolni	Dvopolni	Tropolni
Jednostruki	SPST ili 1P1T	DPST ili 2P1T	3PST ili 3P1T
Dvostruki	SPDT ili 1P2T	DPDT ili 2P2T	3PDT ili 3P2T

Slika 6-46. Vrste prekidača.

Možda niste mislili da ima puno da se nauči o prekidačima, ali ima još mnogo toga. Neki prekidači imaju opruge, tako da se vraćaju u početni položaj kada otpustite pritisak na njih. Oni se nazivaju ***trenutni prekidači*** (momentary switches), a primer je jednostavan taster. Možda pretpostavljate da kada pritisnete dugme, par kontakata će se zatvoriti unutar prekidača – i to je često tačno, u kom slučaju su kontakti ***normalno otvoreni***, skraćeno NO (normally open). Ali neki prekidači sa oprugom otvaraju kontakte kada pritisnete dugme i oni se nazivaju ***normalno zatvoreni***, skraćeno NC (normally closed).

Jednopolni, jednostruki trenutni prekidač sa NO kontaktima se takođe može opisati kao (ON)-OFF, a zagrade vam govore o stanju kada je dugme pritisnuto. Ako ima NC kontakte, to je ON-(OFF) prekidač.

Mogu se pronaći i trenutni preklopnici. Drugim rečima, oni se prebacuju između dve „on" pozicije, ali jedna od njih je sa oprugom. Ovo bi bio ON-(ON) SPDT trenutni prekidač.

Konačno, tu su preklopnici koji imaju klizač sa dodatnom središnjom pozicijom, koja je off (isključeno). Oni takođe mogu biti sa oprugom.

Neće vam trebati nikakvi neobični prekidači za eksperimente u ovoj knjizi, ali ćete možda kasnije naići na njih, pa ih ovde nabrajam radi reference. Na slici 6-47, izraz „alternativna stanja" označava pozicije u kojima može da se nađe prekidač bez opruge.

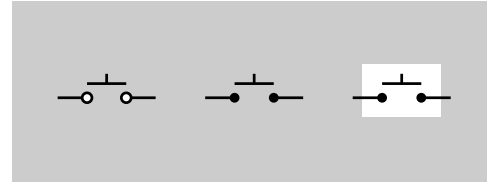
	Akcija promene	Trenutno stanje
Jednostuki	ON–OFF	Normalno zatvoren ON–(OFF)
		Normalno otvoren (ON)–OFF
Preklopnik	Bez centralne pozicije ON–ON	Bez centralne pozicije ON–(ON)
	Centar Off ON–OFF–ON	Centar Off (ON)–OFF–(ON)

Slika 6-47. Konfiguracije prekidača.

„Trenutni prekidač" znači da morate da ga pritisnete i držite da biste zadržali poziciju u kojoj se trenutno nalazi.

Morate da zapamtite da jedan tip trenutnog prekidača ima svoj poseban simbol: taster. Tri verzije simbola tastera prikazana su na slici 6-48. Za predstavljanje bilo koje vrste tastera, uključujući prekidač osetljiv na dodir koristiću simbol sa desne strane.

Postoji još tipova prekidača, koje nisam pomenuo – kao što su rotacioni prekidači, koji mogu imati pet ili čak deset pozicija, i više polova. Neću ih uključiti u ovu knjigu, jer se ne koriste tako često.



Slika 6-48. Tri šematska prikaza tastera.

Varničenje

Kada uspostavite električni kontakt, trenutak pre nego što se oni zatvore, kada je rastojanje između njih dovoljno malo, varnica će preskočiti taj prazan prostor. Kada prekinete vezu, takođe dolazi do varnice a to je loše za prekidač. Varničenje erodira kontakte sve dok više ne mogu da ostvare pouzdanu vezu.

Ovo je manji problem kada povlačite malu struju na niskom naponu, kao u kolima u ovoj knjizi. Međutim, ako uključujete i isključujete motor, morate biti oprezni i koristiti dovoljno veliki prekidač, jer motor usisava početni udar struje koji je najmanje dvostruko veći od količine struje koju koristi kada se smiri i stabilno radi. Stoga, ako imate motor od 2A, verovatno bi trebalo da koristite prekidač predviđen za 4A da biste ga uključili i isključili.

Čak i kod kućnog ožičenja, proračuni mogu biti važni. Imam veoma moćno centralno osvetljenje u svojoj radionici, koje vuče struju od oko 8A, a početni strujni udar koji je veći. Električar koji je povezao nije shvatio da ću koristiti tako jako osvetljenje, pa mi je dao samo tipičan, generički prekidač za svetlo. Kada sam to video, zapitao sam se koliko li će dugo trajati. Otprilike tri godine kasnije, kontakti su konačno izgoreli kao rezultat varničenja, pa sam zamenio prekidač onim od 15A.

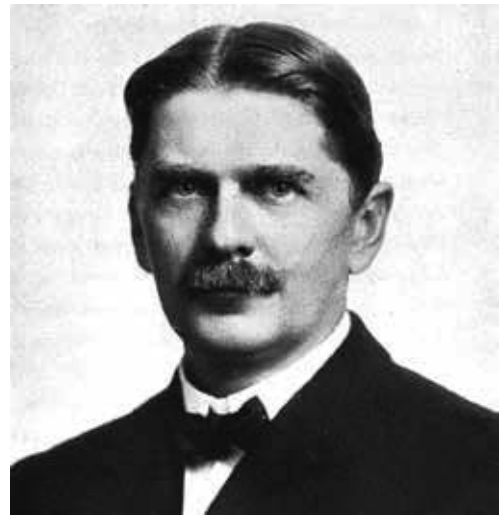
Možda ćete biti u iskušenju da koristite prekidač koji je predviđen za slabije potrošače od onih koje imate na umu, jer – hej, radi dovoljno dobro! Ipak, na kraju će verovatno pregoreti.

Nekadašnji prekidački sistemi

Prekidači su tako bitna karakteristika našeg sveta, a koncept na kome se zasnivaju je toliko jednostavan da lako možemo zaboraviti da su oni postepeno evoluirali. Primitivni prekidači sa ručicom bili su adekvatni za pionire električne energije koji su jednostavno želeli da povežu i isključe neke aparate u laboratoriji, ali kada su počeli da se šire telefonski sistemi bio je potreban sofisticiraniji pristup. Obično je operateru na „tabli sa prekidačima“ (komutacionoj ploči) bilo potrebno da poveže bilo koji par između stotina linija na ploči. Kako se to moglo uraditi?

Godine 1878, Charles E. Scribner (slika 6-49) razvio je „džek“ prekidač (jack-knife switch), tako nazvan zato što je njegov deo koji je operater držao izgledao kao drška peroreza (jack-knife). Iz njega je virio utikač prečnika 6 mm i kada bi utikač bio gurnut u utičnicu, unutar utičnice bi se uspostavio kontakt. Utičnica je, u stvari, sadržala kontakte prekidača.

Audio konektori na gitarama i pojačalima i dalje koriste potpuno isti sistem. Kada govorimo o njima kao o „džekovima“, termin datira još od Scribnerovog izuma.



Slika 6-49. Charles E. Scribner je krajem 19. veka izumeo „džek prekidač“ da bi zadovoljio potrebe komutacionih telefonskih sistema.

Alternativni simboli

Pokazao sam vam razne simbole koji se koriste za predstavljanje jednostrukih prekidača. Sada ću pokazati neke alternative za simbole koje ste već sreli, kao što je simbol za bateriju. Morate da vidite opcije koje postoje u slučaju da naiđete na neku od njih.

Slika 6-50 prikazuje različite načine za označavanje napajanja u kolu. U gornjem redu su tri načina za predstavljanje baterije. Tradicionalno, jedan par linija predstavljao je jednu ćeliju od 1,5 volti, dok su dva para označavala par ćelija koje su imale 3V, itd. Ali kada su kola koristila viši napon, osoba koja crta šemu obično bi pokazivala isprekidanu liniju između ćelija umesto da ih crta na desetine u nizu. Većina ljudi se verovatno više ne trudi da prikaže više ćelija, ali ako ih slučajno vidite, simboli znače ovo.

Ukupan napon ovako prikazane baterije, verovatno je numerički ispisan na šemi.

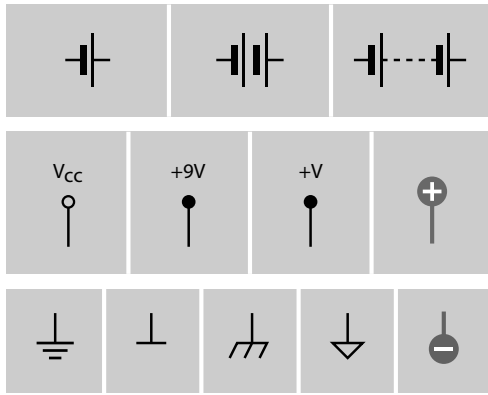
Simboli baterije se više ne koriste tako često. Umesto toga, verovatno ćete videti skraćenicu kao što je `Vcc`, `V+`, `+V` ili `V` sa dodatim brojem. Ovo označava gde je u kolu

povezan pozitivan pol baterije. Prvobitno se termin Vc odnosio na napon na kolektoru tranzistora, dok je Vcc označavao napon napajanja za sve kolektore – ali Vcc se sada koristi čak i ako kolo nema tranzistore u sebi. Mnogi ljudi kažu „vi si si" ne znajući odakle to dolazi.

U ovoj knjizi koristio sam simbol plus u krugu da označim pozitivan pol napajanja, tako da ne bi trebalo da bude nesporazuma.

Negativna strana napajanja može biti prikazana bilo kojim od simbola u donjem redu slike 6-50 i može se odnositi na ***negativno uzemljenje*** (negative ground) ili jednostavno ***uzemljenje***. Pošto mnogi delovi kola mogu biti uzemljeni, može se naći više simbola uzemljenja razbacanih po šemi. Kada zaista budete pravili kolo, moraćete nekako da povežete sve tačke uzemljenja. Možete koristiti žicu ili veze unutar razvojne ploče – ili možda možete naučiti kako da nabavite sopstvene štampane ploče, sa tragovima bakra na njima.

Odabrao sam da koristim znak minus u krugu jer je to intuitivno jasno. Ostale simbole uzemljenja naći ćete na šemama koje su nacrtali drugi ljudi. Svi oni znače istu stvar, u kolu sa jednosmernom strujom: nula volti u odnosu na pozitivnu vrednost napajanja.



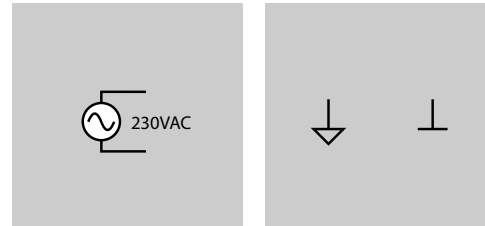
Slika 6-50. Različiti načini za predstavljanje napajanja u šemi.

Sa uređajem koji koristi ***naizmeničnu struju*** (alternating current) iz zidne utičnice, situacija je komplikovanija, jer utičnica ima tri izvoda, za ***napon (fazu), nulu***, i ***uzemljenje***.

Šema kola koje koristi struju iz zidne utičnice tipično prikazuje izvor naizmenične struje kao položeno S, kao na slici 6-51. Često je prikazana i vrednost napajanja, kod nas je to 230 volti, a u SAD je obično 110, 115 ili 120 volti. Na drugim mestima u kolu, simboli prikazani na desnoj strani slike 6-51 odnose se na metalnu šasiju uređaja u koji je montirana elektronika. Šasija se zatim povezuje na izvod za uzemljenje u utičnici, ako se koristi trofazni kabl za napajanje.

Imajte na umu da se izvod za uzemljenje u utičnici naizmenične struje u kući zaista povezuje sa zemljom izvan zgrade. Kada sam dogovarao da struja bude dovedena do nekog zemljišta u divljini, elektrodistribucija je zahtevala da zabijem bakarni kolac od 2,5 metra u tlo, da bih uzemljio kuću (eng. grounded, earthed) koju sam gradio. Planeta Zemlja ima ogroman potencijl za skladištenje elektrona.

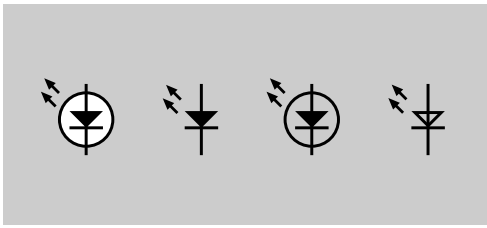
Vratimo se na simbole za standardne LED diode za montažu na razvojnu ploču. One mogu biti predstavljene na razne načine koji svi označavaju isto. Prikazao sam svoj izbor na slici 6-52. Velika strelica unutar simbola označava smer konvencionalne struje koja teče kroz diodu, dok male strelice pokazuju da dioda emituje svetlost. Zašto postoji toliko verzija ovog simbola? To je misterija. Lično, nastavljam da koristim beli simbol da bih razlikovao komponentu od ostatka kola.



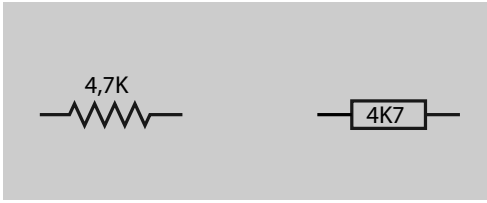
Slika 6-51. Izvor napajanja i uzemljenje u kolu naizmenične struje.

Imajte na umu da se LED simbol može naći orijentisan u bilo kom smeru, u zavisnosti od toga šta je bilo zgodno osobi koja crta šemu, a par strelica može biti pod uglom ulevo ili udesno. Sve to znači isto.

Čak i najobičniji otpornik može biti prikazan na više načina. Na slici 6-53 pokazao sam cik-cak simbol koji je popularan u Americi, ali simbol sa desne strane se koristi u Evropi. Ova dva otpornika imaju vrednost od 4,7K, ali možete videti bilo koju drugu vrednost. Zapamtite da sam pomenuo da se u evropskim oznakama slovo `R`, `K` ili `M` često stavlja umesto decimalnog zareza, što označava da je vrednost otpora u omima, kiloomima ili megaomima.



Slika 6-52. Četiri simbola za prikazivanje LED diode na šemi.



Slika 6-53. Otpornik od 4,7K prikazan je u američkom (levo) i evropskom stilu (desno).

Šematski prikaz

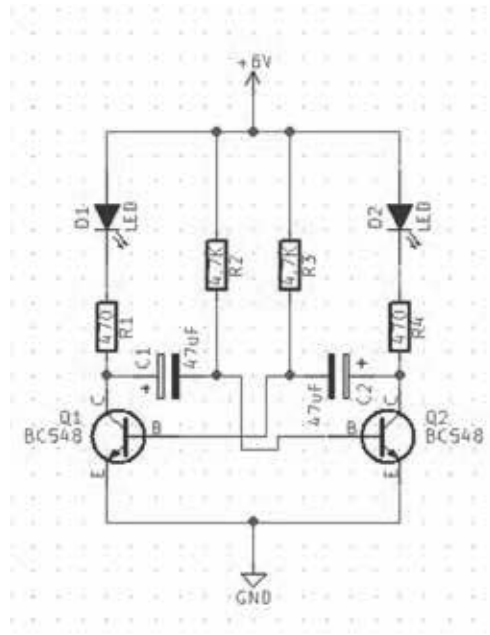
Mnogi ljudi vole da odu na mrežu i pronađu softver za crtanje strujnog kola kada žele da naprave šemu. Možete pronaći veb lokacije koje nude ove programe ako koristite termin za pretragu kao što je:

```
onlajn simulator kola
(eng. online circuit simulator)
```

Ovo izgleda lako, jer samo prevlačite komponente unaokolo i rastežete linije između njih da biste označili veze, a simulator vam onda pokazuje šta će se dogoditi kada se kolo uključi.

Slika 6-54 prikazuje tipičnu šemu ove vrste. Sadrži neke simbole koje još niste sreli, ali ipak možete videti pozitivno napajanje na vrhu i simbol uzemljenja na dnu (označeno kao `GND`), a možete prepoznati LED diode (bez krugova oko njih) i otpornike (u evropskom formatu, iako su iz nekog razloga decimalne vrednosti prikazane u američkom formatu).

Svaka komponenta je identifikovana oznakom kao što je D1 ili R1 tako da možete lako da je navedete ako napišete nešto da objasnite kolo. LED diode su prikazane sa strelicama koje emituju svetlost usmerenim nadole umesto nagore, što mi je čudno, ali to je upravo način na koji ih je softver za crtanje kola pozicionirao. Kada se sve sabere, sve informacije su tu, iako kolo nije baš lepo za gledanje.



Slika 6-54. Šema generisana softverom za crtanje kola.

Ljudi često stavljaju pozitivno napajanje na vrh šeme, a negativno uzemljenje na dno, jer možete zamisliti da konvencionalna struja teče niz komponente poput vode. Nedostatak ovog rasporeda je što ako želite da napravite kolo na razvojnoj ploči, struja će se kretati horizontalno između vertikalnih magistrala. Knjige o elektronici obično pretpostavljaju da ćete izvesti neku vrstu mentalnog trika da konvertujete šematski raspored u raspored na razvojnoj ploči, ali to nije baš lako i može dovesti do grešaka. Stoga je većina šema u ovoj knjizi organizovana tako da što više liče na razvojnu ploču.

Ukrštanja

Kako kola postaju komplikovanija, često moramo da prikažemo žice koje prelaze jedna preko druge bez električne veze. Gornja polovina slike 6-55 ilustruje tri načina da se to uradi. Dodao sam i nekoliko zastarelih načina, u slučaju da naiđete na njih.

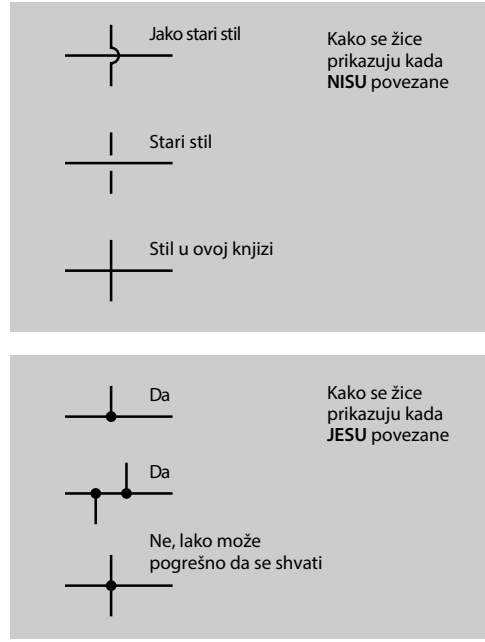
„Veoma stari način" ima jednu veliku prednost: niko ne bi mogao pogrešno da ga razume. Međutim, softver za crtanje kola više ne podržava ovaj stil.

„Stari način" je korišćen tokom 1960-ih, ali je bio zbunjujući, a u međuvremenu je postao zastareo, iako ćete ga možda videti ako listate stare knjige.

Treći stil je sada skoro univerzalan i koristio sam ga u ovom izdanju. Pravilo je vrlo jednostavno:

- U šemi, ako nema tačke na preseku, znači da ne postoji veza.

Nasuprot tome, ako postoji tačka, uvek postoji veza, kao što je prikazano u donjem delu slike 6-55. Ponekad ćete videti šeme gde se koriste male, nedovoljno uočljive tačke, što zahteva da ih pažljivo pregledate – i ako neko skenira ili fotokopira kolo, tačke mogu da nestanu. Lično, uvek koristim velike tačke.



Slika 6-55. Različiti stilovi prikazivanja povezanih ili nepovezanih žica.

Moram da ukažem na još jednu stvar: „raskrsnica" na dnu slike 6-55, gde su četiri žice povezane, prilično se često koristi, ali se lako pogrešno razume, jer izgleda kao presek bez konekcije, posebno ako je tačka loše odštampana. Raspored linija neposredno iznad ovog prikaza je mnogo bolja alternativa.

Veze označene bojama

Pošto ne želim da vas ikada zbunjuju pozitivna i negativna strana izvora napajanja, na šemama ću sve pozitivne provodnike crtaću debelom linijom, dok će negativna/uzemljena strana biti tanja. Možda ste primetili da sam već koristio ovaj stil na slici 6-42.

Deo tri

Lemljenje

Nakon što sastavite kolo na razvojnoj ploči, da li biste želeli da napravite trajnu verziju? To bi značilo premeštanje komponenti i spajanje njihovih izvoda zajedno sa malim kapljicama legure vrućeg metala poznate kao ***lem***. Proces je poznat kao ***lemljenje***, što je mnogo lakše nego što zvuči, jer iako se lem prilično zagreva, može se bezbedno primeniti u malim količinama.

Provešću vas korak po korak kroz proces lemljenja i pokazaću vam kako da napravite trajnu verziju trepćućeg kola koje sam opisao u eksperimentu 11. Takođe ću predložiti napajanje koje možete da koristite da eliminišete potrebu za baterijama u ostatku ove knjige. Ovo će biti od pomoći za neka kola koja koriste više struje od onih koje ste do sada napravili.

- Pogledajte Dodatak A za informacije o kupovini komponenata, alata i zaliha.
- Pogledajte Dodatak B za izvore kada kupujete na mreži ili u fizičkim prodavnicama.

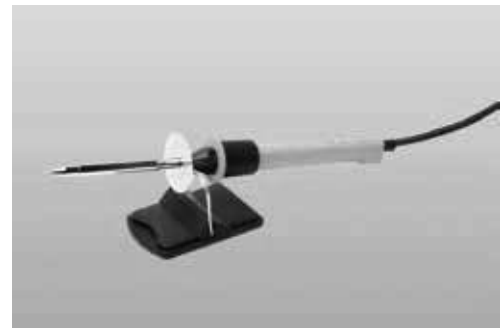
Lemilica

Lemilica je u obliku olovke i duga je 20 do 25 cm, sa oštrim vrhom koji se zagreva dovoljno da rastopi lem. To ne mora biti skupa stavka; čak i najjeftinija će biti adekvatan za vaše početne avanture. Pitanje je koliko snage treba da bude?

Lemilica male snage, obično 15W, idealna je za male i delikatne komponente kao što su tranzistori i LED diode koje se mogu oštetiti preteranom toplotom. Lemilica srednje snage, obično 30W, je lakše za korišćenje jer lem se topi i lepi lakše kada imate više toplote – ali je veća verovatnoća da će oštetiti komponente. Idealno bi bilo da kupite lemilicu od 30W za vežbanje, a lemilicu od 15W za lemljenje elektronskih kola; ali ako morate da izaberete samo jednu, uzmite samo od 15W.

Povremeno sam video lemilice dvostruke snage, ali su bile prevelike za precizan rad.

Vrsta lemilice koja mi se sviđa prikazana je na slici 12-1, a ponekad se naziva i „minijaturna". Kada pravite veze u razmacima od 2,5 mm, možda ćete utvrditi da vam je ovo lakše da koristiti od lemilice srednje veličine.



Slika 12-1. Minijaturna lemilica koje je dobra za precizan rad sa komponentama osetljivim na toplotu.

Ako odlučite da kupite lemilicu od 30W, meni se sviđa Weller Therma-Boost, prikazana na slici 12-2. Kada pritisnete okidač, lemilica diže temperaturu, što je korisno ako ikada budete morali da spojite debele bakarne žice koje odvodi toplotu. Neki ljudi vole ovakav stil pištolja; drugima je nezgodan za korišćenje; ali ja nemam čvrsto mišljenje u svakom slučaju.



Slika 12-2. Weller Therma-Boost je koristan za vežbanje lemljenja i za povezivanje debljih bakarnih žica koje imaju tendenciju da apsorbuju toplotu.

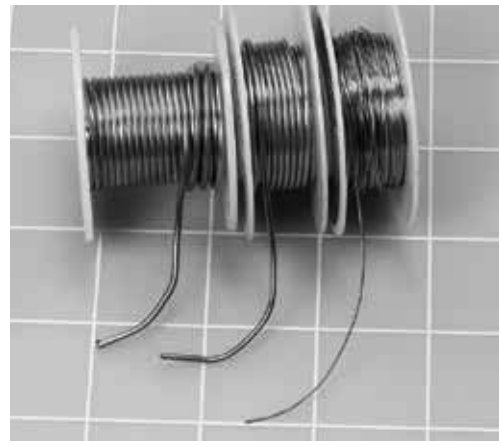
Još jedna opcija je termostatski kontrolisana lemilica, koja može biti ili samostalan alat sa dva mala dugmeta za podešavanje temperature, ili „stanica za lemljenje" koja podrazumeva podesivo napajanje u kutiji koja se nalazi na vašem radnom stolu. Lično ne mislim da je termostatski kontrolisana lemilica neophodno kada učite da lemite.

Možete da odlučite koji tip vrha više volite na lemilici. Konusni vrh je precizan, ali možda neće tako brzo penositi toplotu. Vrh lopatice, koji izgleda kao pljosnati vrh odvijača, je popularna alternativa. Neke lemilice se prodaju sa više vrhova, tako da možete sami da otkrijete koji tip vam najviše odgovara.

Kalajna žica

Izgleda kao gola žica, ali se zapravo topi oko žice koje želite da povežete. Neki uzorci su prikazani na slici 12-3. Tanka kalajna žica (tinol) 0,5 mm do 1 mm u prečniku, najlakši je za upotrebu sa malim komponentama. Za projekte u ovoj knjizi, minimalna količina tinol žice (30 grama, ili oko 1 metar) biće dovoljno.

Izbegavajte kupovinu kalaja koji je namenjen vodoinstalaterima ili za zanatske svrhe kao što je pravljenje nakita. Može da sadrži kiselinu koja je neprihvatljiva za upotrebu sa elektronskim komponentama. Reč „elektronika" treba da se pojavi u proizvođačevom opisu namene za tinol i mora da ima ***kolofonijsko jezgro***.



Slika 12-3. Debljine žice za lemljenje (tinola).

Postoje određene kontroverze oko upotrebe kalaja koji sadrži olovo. Neki ljudi smatraju da ovaj stariji tip lemljenja čini bolje, lakše spojeve na nešto nižoj temperaturi i da ne predstavlja nikakav rizik po zdravlje. Poznajem i inženjera elektronije koji je radio u američkoj mornarici i rekao mi je da sav kalaj koji je koristio sadrži olovo. Meni lično nedostaje specijalizovano znanje da bih mogao da procenim, ali znam da ako živite u Evropi, ne bi trebalo da možete nabaviti tinol sa olovom u njemu, iz ekoloških razloga.

Terminologija i dodaci

Lemilica može da ima reč ***zavarivanje*** (eng. welding) u opisu proizvoda. Ovo možete zanemariti, jer lemilice ne rade zavarivanje u uobičajenom smislu. Ne znam zašto je taj termin ušao u upotrebu.

Mnoge lemilice su opisane kao ***tip olovke***, ali ovaj termin nije mnogo informativan, jer se može primeniti na lemilicu od 15W ili 30W, ako je male do srednje fizičke veličine.

Lemilice se često prodaju sa kompletom dodataka, kao što su razni vrhovi, kalajna žica za lemljenje, stalak za lemilicu ili štipaljke za držanje malih delova dok radite sa njima. Predlažem da pročitate ostatak ovog odeljka da odlučite da li vam je potreban takav pribor, a zatim pretražite na mreži da vidite da li je dostupan komplet uključujući stavke koje želite. Na ovaj način bi trebalo da uštedite nešto novca.

Štipaljke za lemljenje sa lupom

Ponekad poznat kao „treća ruka", ovaj uređaj ima dve krokodilke koje mogu da drže komponente ili delove žice precizno na mestu dok ih lemite. Neke verzije treće ruke takođe imaju sočivo za uvećanje i žičanu spiralu u koju možete da umetnete lemilicu, kao što je prikazano na slici 12-4.

Dostupni su razni drugi uređaji za držanje žica i komponenti dok ih lemite, a oni sofisticiraniji od stare „treće ruke" koriste kuglične zglobove zategnute leptirastim navrtkama. Sviđaju mi se četiri ruke prikazane na slici 12-5, ali ova stavka je relativno skupa. Potražite na mreži za

```
lemljenje treća ruka
```

da biste videli šta se sve nudi. Definitivno će vam trebati ***neki*** način da pridržite to što radite.



Slika 12-4. Ova verzija „treće ruke" sadrži žičanu spiralu u koju možete umetnuti lemilicu, sunđer za čišćenje vrha i veliku lupu.



Slika 12-5. Četri pomoćne ruke.

Postolje lemilice

Ako želite samo tradicionalno žičano spiralno postolje za lemilicu, prikazano je na slici 12-6. Naravno, ne morate da ga imate. Možete improvizovati zamenu, ili možete postaviti lemilicu na ivicu svog radnog stola, i obećati sebi da ćete ***veoma, veoma paziti*** da je ne pomerite. Kada – ne ako – lemilica padne na pod, rastopiće sintetički tepih ili plastične podne pločice. Znajući ovo, možete pokušati da je uhvatite kada je u padu. Možete je zgrabiti za vrući kraj, tako da je bolja ideja da je pustite da padne.

Možda je postolje za lemilicu ipak dobra ideja.

Krokodilke od bakara

Kada lemite izvode osetljivih komponenti, toplota ima tendenciju da putuje nagore u komponentu i može da je oštеti. Pokazaću



Slika 12-6. Stalak u tradicionalnom stilu za vašu lemilicu. Sunđer je za čišćenje vrha.

vam kako da ovo proverite zagrevanjem LED diode u eksperimentu 13.

Ako ste oprezna osoba, možda ćete želeti da primenite krokodilku neposredno uz lokaciu lemiljenja, da biste apsorbovali deo toplote.

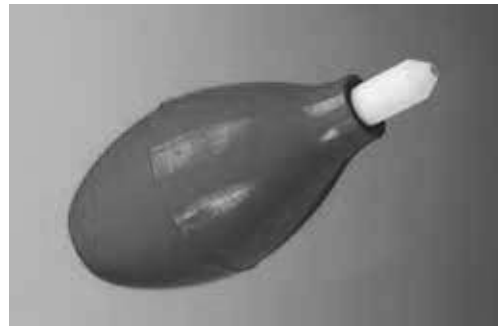
Bakarna krokodilka sprovodi toplotu efikasnije od hromiranih krokodililki, ali da li je to zaista neophodno? Ja lično volim da ih koristim, jer sam jedan od onih opreznih ljudi. Ako odlučite da kupite nekoliko bakarnih krokodilki, proverite da su od punog bakra, a ne samo sa bakarnom površinom.



Slika 12-7. Bakarne krokodilke.

Uređaji za odlemljivanje

Kada napravite grešku u lemljenju, ne postoji opcija „poništavanje" – ali možete da pokušate da koristite ***sisaljku*** dizajniranu da usisava lem dok ga topite pomoću lemilica koju držite u drugoj ruci. Imam poteškoća sa ovom tehnikom, ali znam ljude koji je koriste. Slika 12-8.



Slika 12-8. Sisaljka koja usisava rastopljen lem.

Druga opcija je ***bakarna pletena traka***, koja treba da privuče bar malo lema iz spoja. Slika 12-9. Ove metode navodim jer bi bez njih svaki opis lemljenja bio nepotpun. Lično mislim da pletene trake ipak ne rade dobro.

Poznajem jednu osobu koja koristi pletenu traku, ali ona kaže da bi to funkcionisalo, morate primeniti više toplote nego što može da isporuči lemilica od 15W.



Slika 12-9. Bakarna pletena traka za prikupljanje lema sa spoja koji želite da odlemite.

Lupa

Bez obzira koliko vam je dobar vid, mala, ručna, moćna lupa za uvećanje je neophodno kada proveravate zalemljne spojeve.

Komplet sa tri sočiva na slici 12-10 je dizajniran da ga držite blizu oka i snažniji je od sočiva velikog prečnika na trećoj ruci, koje ne smatram naročito korisnim. Plastična sočiva su sasvim prihvatljiva ako ste nežni prema njima.



Slika 12-10. Ova tri sočiva su identična, ali ako spojite dva ili tri, ukupno uvećanje se umnožava.

Ne zaboravite da takođe možete da podesite kameru na svom telefonu u makro režim i da je koristite kao ručnu lupu.

Takođe volim da koristim lupu koja se montira na glavu kao što je prikazana na slici 12-11. Daje vam slobodne ruke, kreće se zajedno sa vama, a pošto ima sočivo za svako oko, imate percepciju dubine. Možete potrošiti mnogo novca na lupe koje se montiraju na glavu kakve koriste stomatolozi, ali za naše potrebe jeftinija verzija radi posao.



Slika 12-11. Jeftina lupa za montiranje na glavu.

Teermoskupljajuća cev

Kada ste spojili dve žice lemljenjem, često želite da stavite izolaciju oko spoja, a najbolji način da to postignete je pomoću neke ***termoskupljajuće cevi***. Prevucite cev preko spojenih žica, a zatim uperite mlaz vrućeg vazduha dok cev čvrsto ne obuhvati spoj. Većina toploskupljajućih cevi može se skupiti do polovine svog početnog prečnika.

Jedna kutija koja sadrži asortiman od tri ili četiri manja prečnika biće dovoljna za projekte i vežbe u ovoj knjizi. Boje su samo kozmetika. Slika 12-12.



Slika 12-12. Termoskupljajuće cevi.

Jedina mana im je što je potreban toplotni pištolj da biste ih skupili. Ako ste vrlo spretni, možete upotrebiti plamen upaljača umesto toplotnog pištolja.

Toplotni pištolj

Glavna upotreba ovog alata je da aktivirate termoskupljajuću cev. Verzija u punoj veličini je prikazana na slici 12-13, ali je više nego što vam je potrebno za cev. Dovoljna je minijaturna verzija na slici 12-14, a njen uži tok toplog vazduha je lakše ograničiti na spoj na kome radite.

Jeftinije alternative

Ako ne želite da lemite – iz bilo kog razloga – i više volite da izbegnete trošak toplоskupljajućih cevi i toplotnog pištolja, možda će vam i dalje biti potreban način da spojite žice i izolujete ih, posebno za napajanje koje ću uskoro opisati.



Slika 12-13. Toplotni pištolj pune veličine.



Slika 12-14. Mali toplotni pištolj, pogodan za elekroniku da aktivirte termoskupljajuću cev.

Vaša lokalna prodavnica hardvera možda ima ***žičane matice***, koje se obično koriste u SAD za priključke u kućnim ožičenjima. Za niskonaponsko ožičenje biće vam potrebna najmanja veličina, koja je označena sivom bojom i dizajnirana je za povezivanje parova žica u rasponu od 22 do 16. Slika 12-15. Jedan mali paket će biti dovoljan.

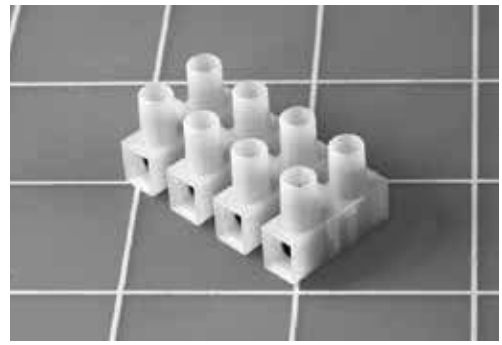


Slika 12-15. Žičane matice su označene bojama. Trebaju vam najmanje koje su sive.

Neke zemlje koriste sopstvene tipove konektora za ožičenje, ali tip zapravo nije bitan ako mogu da povežu žicu debljine 0,6 mm.

Druga opcija je da se koriste ***luster kleme*** kao što je prikazano na slici 12-16. Prikazani tip se sastoji od nekoliko konektora u nizu, što vam omogućava da odsečete onoliko koliko vam je potrebno.

Pošto ćete praviti samo niskonaponske veze, možete samo da uvrnete žice zajedno i da ih izolujete trakom za izolaciju, ali može vremenom da popusti.

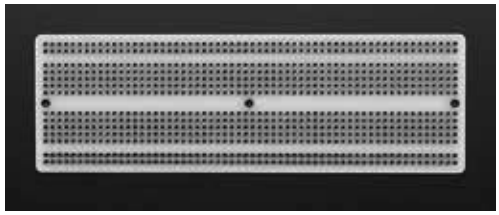


Slika 12-16. Luster kleme.

Perforirana ploča

Kada ste spremni da napravite trajnu verziju kola, biće vam potrebno nešto na šta ćete montirati komponente pre nego što ih zalemite, a to je obično komad ***perforirane ploče***. Poznata je i kao ***perf ploča***, ***prototipska ploča*** ili ***proto ploča***.

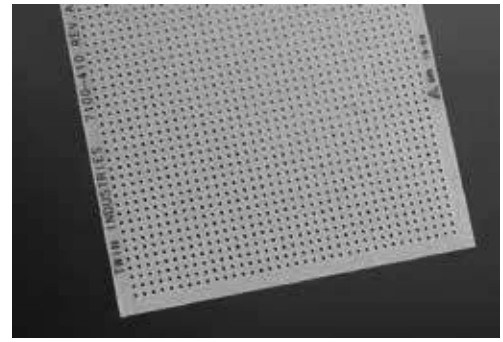
Najjednostavniji tip za upotrebu je obložen bakarnim vodovima u potpuno istom rasporedu kao što je raspored skrivenih vodova unutar razvojne ploče. Ovo vam omogućava da minimizirate greške tako što ćete zadržati isti raspored komponenti kada ih premestite na perforiranu ploču. Prilično fensi verzija koju prodaje Adafruit prikazana je na slici 12-17. Zovu je ***perma-proto*** ploča.



Slika 12-17. Ova perforirana ploča ima bakarne vodove u istom rasporedu kao razvojna ploča.

Nedostatak korišćenja ove vrste ploče je u tome što nije mnogo prostorno efikasna i zbog toga možda neće stati u projektnu kutiju. Da biste sabili kolo na minimalnu veličinu, možete isprobati ***ožičenje od tačke do tačke*** na običnoj perforiranoj ploči tipa prikazanog na slici 12-18. Možete kupiti komad ploče možda 12 cm x 20 cm i odrezati onoliko koliko vam je potrebno testerom. (Staklena vlakna u tipičnoj perforiranoj ploči imaju tendenciju da istupe testeru za drvo.) Pokazaću vam kako da koristite ovu ploču u eksperimentu 14.

Postoji i perforirana ploča sa raznim rasporedom bakarnih vodova, koje neki ljudi preferiraju. ***Cut-board***, na primer, ima paralelne vodove koje možete da isečete nožem tamo gde želite da prekinete vezu.



Slika 12-18. Obična perforirana ploča (bez bakarnih vodova) za ožičenje od tačke do tačke.

Čini se da svi koji mnogo leme imaju omiljenu vrstu ploče, ali mislim da ćete morati da se upoznate sa procesom lemljenja pre nego što počnete da istražujete ove opcije.

Projektne kutije

U pitanju su male kutije (obično plastične, ali ponekad i aluminijumske) sa poklopcem koji se može ukloniti. Kao što ime govori, svrha im je smeštanje vaših elektronskih projekata. Prekidače, trimere i LED diode montirate u rupe koje izbušite na poklopcu, a kolo smestite na perforiranu ploču koja ide unutar kutije. Takođe možete koristiti projektnu kutiju da sadrži mali zvučnik. Mala kutija je prikazana na slici 12-19.



Slika 12-19. Mala projektna kutija. Zavrtnji za pričvršćivanje poklopca su uključeni.

Možete pronaći desetine primera projektnih kutija tako što ćete pretražiti na mreži

```
kutije za elektroniku
```

Za projekat protivprovalnog alarma koji ću opisati u eksperimentu 15, možete koristiti kutiju dužine približno 15 cm, širine 7-8 cm i visine 5 cm.

Mini hvataljke

U prethodnim eksperimentima sam sugerisao da na merne kablove (sonde merača) možete nadovezati kablove sa krokodilkama sa kojima možete da uhvatite žicu ili komponentu.

Elegantnija alternativa, ako želite da merite bez upotrebe ruku, jeste da kupite par ***mini hvataljki*** sa kukicama sa oprugama na krajevima, prikazano na slici 12-20.

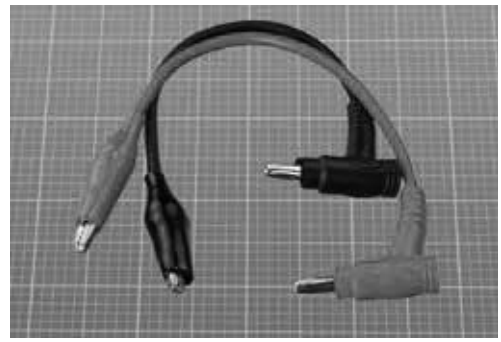


Slika 12-20. Merni kablovi koji se završavaju „mini hvataljkama".

Dostupni su i kablovi merača koji se završavaju malim krokodilkama, kao što su oni na slici 12-21. Ili, možete samo da nastavite da koristite probne kablove na način koji sam prethodno predložio. Imajte na umu da su kratki kablovi merača pogodni za rad na razvojnoj ploči.

Napajanje

Ostavio sam najvažniju stavku za kraj. ***AC adapter*** se uključuje u električnu utičnicu



Slika 12-21. Merni kablovi koji se završavaju krokodilkama.



Slika 12-22. Tipičan AC adapter.

i isporučuje jednosmernu struju kroz kabl koju možete dovesti do svoje razvojne ploče. Slika 12-22 prikazuje 9V adapter.

Ako planirate da nastavite da pravite elektronska kola, kupovinom adaptera ćete na kraju uštedeti novac u poređenju sa troškovima korišćenja baterija. Takođe, skoro svaki 9V adapter treba biti u stanju da isporuči više struje od 9V baterije.

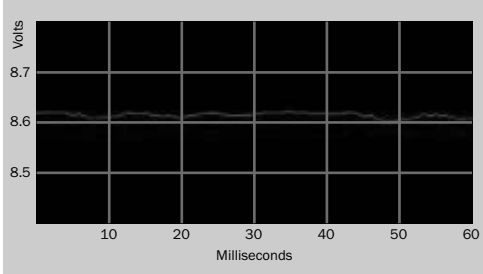
Možete kupiti adapter koji isporučuje jedan, fiksni napon ili ***univerzalni adapter*** koji ima preklopnik koji vam omogućava da birate željeni napon. To zvuči lepo – ali košta nešto više i možda neće dati tako dobro regulisan izlaz.

„Dobro regulisano" znači da jednosmerni napon iz adaptera treba da bude stabilan bez obzira na to koliko struje trošite. Ovo je važno, jer će kola u odeljku 4 koristiti logič-

ke čipove koji su osetljivi na skokove napona. Stoga predlažem adapter koji isporučuje samo 9VDC, a možda ćete želeti da kupite od dobavljača specijalizovanog za elektronske delove. U SAD, na mreži to su All Electronics, Electronics Goldmine, Jameco Electronics ili protechtrader.com.

*** OVDE TREBA SRPSKI DOBAVLJACI (recimo 2 reda). ***

Slika 12-23 prikazuje napon koji sam izmerio na dobrom adapteru. Možete videti male neravnine, ali one su samo u opsegu od oko 0,02V. Prosečan napon je bliži 8,6V nego 9,0V, ali grafikon je dobijen dok je ovaj adapter isporučivao 300mA kroz 25 oma, a 8,6V je zadovoljavajuće za projekte u ovoj knjizi.

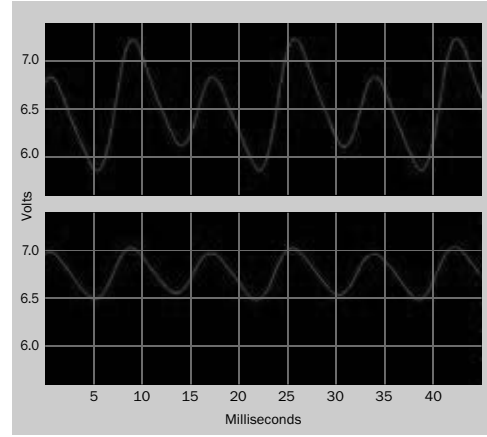


Slika 12-23. Prihvatljiv izlaz iz AC adaptera.

Slika 12-24 prikazuje performanse vrlo lošeg adaptera. Izlaz u donjem grafikonu pokazuje izvesno poboljšanje dodavanjem 47µF kondenzatora za glačanje, ali je to ipak neprihvatljivo. Predlažem da kada kupujete adapter za naizmeničnu struju, ovo je slučaj kada biste mogli dvaput razmisliti pre nego što kupite najjeftiniji artikl koji možete pronaći.

Neke druge stvari koje treba imati na umu kada kupujete AC adapter:

- Jeftin adapter se možda neće dobro nositi sa preopterećenjem ako ga slučajno kratko spojite.



Slika 12-24. Ovaj izlaz iz AC adaptera nije prihvatljiv. Donji trag je dobijen dodavanjem kondenzatora za izravnavanje od 47µF.

- Uverite se da je izlaz DC, a ne AC. Skoro svi adapteri vam daju DC izlaz, ali postoji nekoliko izuzetaka.

- Potražite adapter za najmanje 300mA (što se piše i kao 0,3A).

- Nije važno kakav se utikač nalazi na kraju kabla, jer ćete ga verovatno odseći kada prilagodite izlaz da odgovara vašoj razvojnoj ploči. (Pokazaću vam kako to da uradite.)

Ovim je završena lista stavki koje se odnose na razvoj stalnih kola. Sada je vreme da istražimo proces lemljenja.

Eksperiment 15
Emitovanje impulsa

Počeću sa najuspešnijim čipom ikada napravljenim: ***555 tajmerom***. Možete pronaći brojne vodiče na mreži, ali postoje tri razloga zašto ga koristim ovde:

Fundamentalan je. Jednostavno morate da znate za ovaj čip. Do nedavno, neki izvori su procenjivali da se godišnje proizvodi više od milijardu. Koristiću ga na ovaj ili onaj način u većini preostalih kola u ovoj knjizi.

Koristan je. 555 je verovatno najsvestraniji čip koji postoji. Njegov relativno snažan izlaz (isporučuje do 200mA) može pokretati značajna opterećenja kao što su releji i mali motori, a sam čip se ne može lako oštetiti.

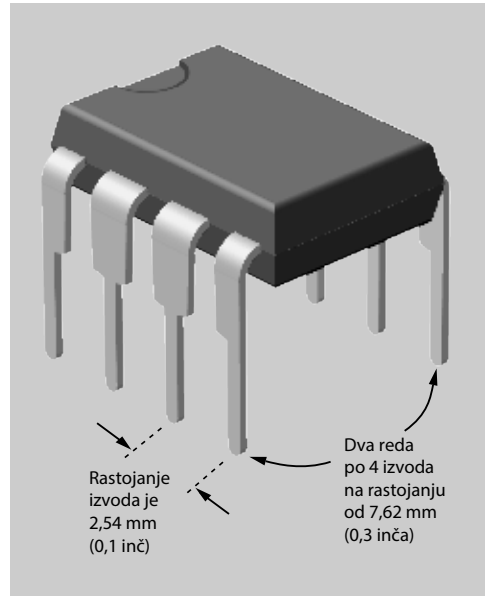
Pogrešno je shvaćen. Pročitao sam bukvalno desetine vodiča, počevši od prvih Signetics specifikacija i probijajući se kroz razne hobi tekstove, otkrio sam da se unutrašnji rad čipa retko objašnjen detaljno. Želim da imate jasnu sliku o tome šta se dešava unutar 555 tajmera, jer će vam to pomoći da kreativno koristite čip.

Trebaće vam:

- Razvojna ploča, žica za spajanje, sekači žice, klešta za skidanje izolacije, multimetar.
- 9VDC napajanje (baterija ili AC adapter).
- Otpornici: 470 oma (1), 10K (3).
- kondenzatori: 0,01µF (1), 10µF (1).
- Trimer: 500K (1).
- 555 tajmer čip (1).
- SPDT klizni prekidač (1).
- Taktilni prekidač (2).

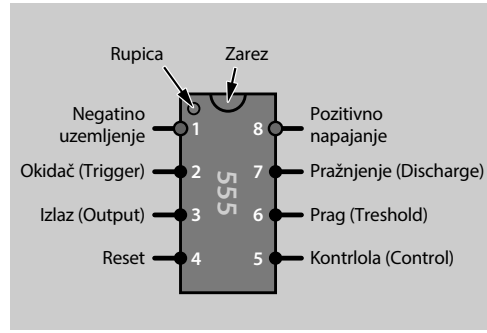
Prepoznajte svoj čip

Koristićete najčešće pakovanje za utačinjanje za tajmer 555: 8-pinsko DIP pakovanje, kao što je prikazano na slici 15-9.



Slika 15-9. 555 tajmer čipovi su dostupni u DIP pakovanju sa 8 izvoda.

Broj komponente je odštampan na vašem 555, kao što je NE555P ili KA555. Dvoslovni prefiks identifikuje proizvođača (Texas Instruments ili On Semiconductor, u ovim primerima), dok slovo na kraju govori više o ovoj konkretnoj verziji proizvoda, kao što je njegov temperaturni opseg.



Slika 15-10. Raspored izvoda 555 tajmera.

Slika 15-10 prikazuje informacije o namenama izvoda 555 čipa, kada tajmer gledamo odozgo. Ovo se naziva ***raspored izvoda*** (eng. pinouts) čipa.

U svim čipovima koje ću koristiti, izvodi su numerisani počevši od 1 u gornjem levom uglu (kada se gleda odozgo), a numerisanje se nastavlja u smeru suprotnom od kazaljke na satu. Ali kako znate na koji način da držite čip? Zarez u plastici označava gornji kraj i morate ga usmeriti prema vrhu svoje razvojne ploče. Takođe možete pronaći kružno udubljenje pored izvoda 1, ali neki proizvođači ga izostavljaju.

- Udubljenje u pakovanju svakog čipa za utačinjanje mora da bude usmeren ka vrhu vaše razvojne ploče.

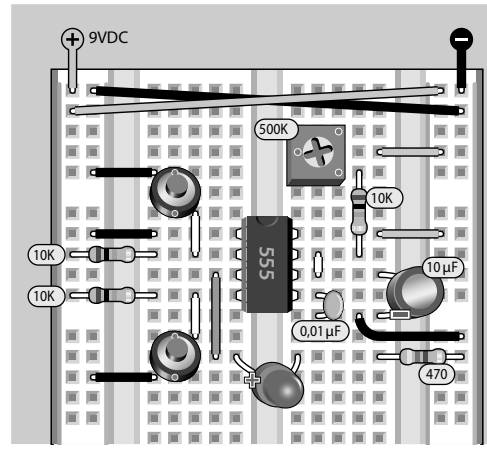
Obično (ali ne uvek) horizontalni razmak između dva vertikalna reda izvoda u DIP čipu je 0,3", što znači da se zarez uredno nalazi iznad kanala na sredini razvojne ploče, a provodnici unutar razvojne ploča omogućava pristup svakom izvodu čipa. Upravo ***zato*** su razvojne ploče tako dizajnirane.

Monostabilan test

Slika 15-11 prikazuje prvo kolo koje želim da napravite, da testirate kako čip radi u ***monostabilnom*** režimu. U tom režimu, kada se tajmer pokrene promenom napona na jednom od njegovih izvoda, čip stvara jedan impuls na drugom izvodu.

Tajmer se takođe može povezati da funkcioniše u ***astabilnom*** režimu, emitujući niz impulsa poput astabilnog multivibratora koji ste napravili u Eksperimentu 10, ali s tim ćemo se sresti u Eksperimentu 16.

- U ovom eksperimentu počinjem da koristim dvostruke magistrale vaše razvojne ploče, jer one čine ožičenje mnogo jednostavnijim. Imajući ovo na umu, slika 15-11 uključuje dva duga kratkospojnika na vrhu ploče za prenos pozitivnog i negativnog napajanja duž obe strane. Budite pažljivi kada napajate bilo koji čip koji koristite, jer možete prouzrokovati trajno oštećenje ako pogrešite polaritet.



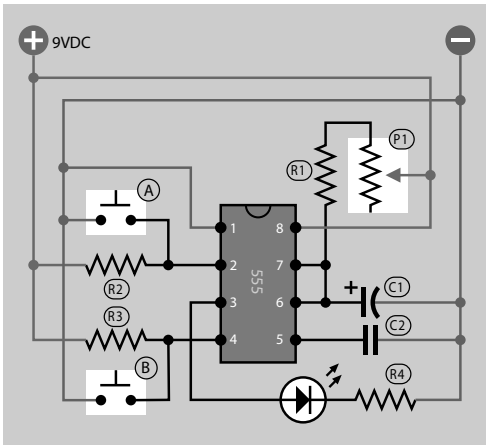
Slika 15-11. Testiranje tajmera 555 u monostabilnom režimu.

Kada povezujete ovo kolo, pazite da uključite mali kratkospojnik koji je dugačak samo 0,1 inča (između dva susedna priključka), sa desne strane čipa. Pažljivo prebrojite rupe prilikom umetanja komponenti. Priključite napajanje i ako se ništa ne dogodi, tajmer čeka da ga aktivirate.

Okrenite trimer od 500K na sredinu njegovog opsega. Sada pritisnite i otpustite gornji taster i LED bi trebalo da se upali. Ostaje uključen određeno vreme, nakon čega se sam isključuje.

Vratite se na sliku 15-10 i videćete da se izvod 2 tajmera zove Trigger Pin (okidački izvod). Na slici 15-11 možete videti da je povezan sa pozitivnom magistralom na levoj strani ploče, preko 10K otpornika. Možda se sećate, pomenuo sam koncept podižućeg (eng. pullup) otpornika u drugom delu. Pa, evo primera. Njegov zadatak je da održava okidački izvod tajmera na pozitivnom naponu – sve dok se ne pritisne gornji taster, što će izvod direktno povezati sa negativnim uzemljenjem, nadjačavajući otpornik od 10K. Pad napona pokreće tajmer, koji šalje pozitivan impuls na izvodu 3, kroz tamnosivi kratkospojnik, uključujući LED.

- Pozitivan napon na okidačkom izvodu sprečava da se tajmer aktivira.
- Uzemljenje pina okidačkog izvoda pokreće tajmer.
- LED će nastaviti da svetli određeno vreme nakon što pritisnete i otpustite taster.



Slika 15-12. Šematska verzija slike 15-11.

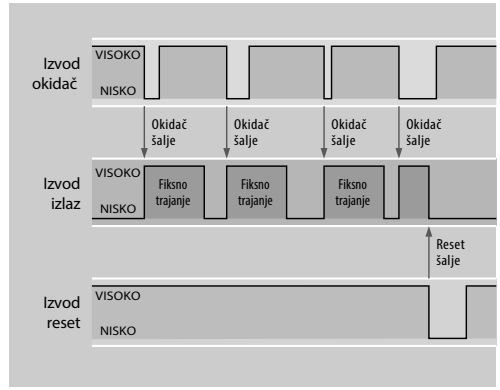
Na slici 15-12 naći ćete isto kolo prikazano kao šema, sa delovima označenim tako da mogu lako da se referišem na njih. Možete podesiti dužinu impulsa u ovom kolu podešavanjem trimera, P1. Takođe možete pokušati da zamenite kondenzator C1 kondezatorom druge vrednosti, jer – kao što ste možda primetili – C1 akumulira punjenje preko P1 + R1, što možete prepoznati kao RC mrežu.

Evo još nešto da probate. Podesite P1 da daje dug impuls, kratko pritisnite taster A, a zatim držite pritisnut taster B. Ovo poništava izlaz. Ako nastavite da držite taster B i ponovo pritisnete taster A, ništa se neće desiti.

Izvod 4 je izvod za resetovanje. Sve dok se izvod 4 drži blisko naponu napajanja pomoću podižućeg otpornika od 10K, tajmer će reagovati na aktiviranje. Kada uzemljite izvod 4, prisiljavate tajmer da prekine sve što radi, i ništa se više neće dogoditi dok ne oslobodite izvod 4 od negativnog uzemljenja.

Izvod 4 treba držati na naponu da bi tajmer mogao da funkcioniše.

- Dok tajmer radi u monostabilnom režimu, izvod 4 uvek treba da se drži na ***visokom*** naponu (blizu napona napajanja). Ako nije povezan ni sa čim, on je ***plutajući***, (eng. floating) a rezultati rada bi mogu biti nepredvidivi.



Slika 15-13. Uticaj okidačkog i reset izvoda na izlaz.

Slika 15-13 pokazuje kako se tajmer ponaša, u grafičkom obliku. 555 pretvara nesavršeni svet oko sebe u precizan i pouzdan izlaz, i pali se i gasi tako brzo, da je odgovor trenutan.

U svom rezimeu funkcionisanja, koristio sam izraze „blizu napona napajanja" i „blizu negativnog uzemljenja"– ali koliko je blizu „blizu"?

- Tajmer 555 smatra da je na okidačkom izvodu svaki napon iznad dve trećine napajanja „visok" ulaz, dok je svaki napon ispod jedne trećine napajanja nizak ulaz.
- Na izvodu za resetovanje, možda ćete morati da primenite napon ispod jedne trećine napajanja da biste ostvarili resetovanje. Tajmeri različitih proizvođača imaju određnu razliku.

Poslednji test. Otpustite taster B, držite taster A i nastavite da ga držite pritisnutim nakon završetka „uključeno" ciklusa tajmera.

Ovo produžava impuls sa tajmera. Ostaje na visokom naponu sve dok ne pustite taster A. Specifikacija ovo naziva da se tajmer ***ponovo okida*** (eng. retriggering).

- Održavanje niskog napona na izvodu okidača tajmera će produžiti izlazni impuls na neograničeno vreme.

Kako to funkcioniše? Možete koristiti svoj instrument da istražite ponašanje tajmera. Na slici 15-12, podesite P1 da stvori dug impuls i izmerite napon na pozitivnoj strani C1, kondenzatora 10µF, u odnosu na negativno uzemljenje. Trebalo bi da vidite kako napon raste – dok ne dostigne oko šest volti, dok naglo ne padne. Gde je nestao napon? Pa, izvod 7 na 555 se zove Discharge Pin (izvod za pražnjenje), koji prazni kondenzator u čip. Uskoro ću objasniti više o unutrašnjem radu čipa.

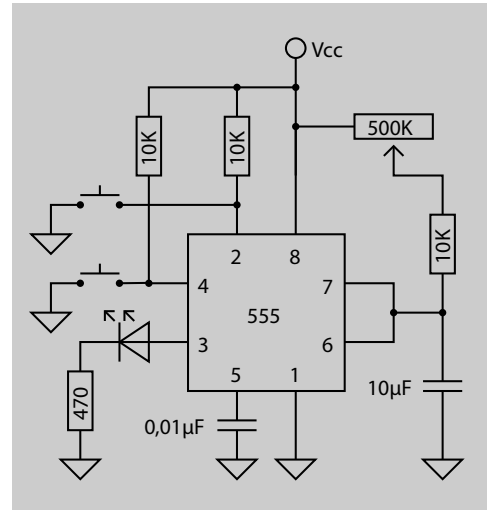
Takođe možete da koristite instrument da izmerite izlaz tajmera na izvodu 3, kada se čip aktivira. Napon raste skoro do 8 volti – ali ne više. Tajmer je pun tranzistora, i oni kradu procenat napona na isti način kao i NPN tranzistori sa kojima ste se ranije bavili.

Konačno, možda se pitate koja je svrha C2, kondenzatora od 0,01µF priključenog na izvod 5. Ovo je kontrolni izvod, što znači da ako na njega primenite srednji napon, možete podesiti dužinu izlaznog impulsa iz tajmera. Pošto još ne koristimo ovu funkciju, dobra je praksa da stavite kondenzator od 0,01µF na izvod 5 da biste ga zaštitili od fluktuacija napona koje bi mogle da ometaju normalno funkcionisanje. Često ćete videti elektronska kola u kojima nedostaje C2, ali ja ga uvek dodam, za svaki slučaj.

Čuvajte se mešanja izvoda!

U svim šemama u ovoj knjizi, čipovi su prikazani onako kako biste ih videli na razvojnoj ploči, sa njihovim zarezima okrenutim nagore i njihovim izvodima u numeričkom nizu.

Šeme na veb sajtovima ili u knjigama rade stvari drugačije. Izvodi mogu biti izmešani i poređani u drugom rasporedu da bi se izvor napajanja postavio na vrh kola, sa konvencijom da strujom teče uglavnom naniže. Da vam dam primer, kolo na slici 15-14 je po funkciji identično onom na slici 15-12. Na neki način vam može dati brže razumevanje o čemu se radi na šemi, ali ako ste naišli na ovu šemu i želite da napravite kolo na razvojnoj ploči, možda ćete morati da napravite međuskicu da biste shvatili kako da organizujete komponente. Pošto je ***Make: Elektronika*** praktična knjiga, moje šeme su orijentisane za razvojnu ploču.



Slika 15-14. Ovo kolo je po funkciji identično kolu prikazanom na slici 15-12. Imajte na umu da Vcc označava napon napajanja, a trouglovi okrenuti nadole označavaju negativnu masu.

Trajanje impulsa

Kada ste napravili sopstvenu RC mrežu u Eksperimentu 9, morali ste da uradite neka dosadna izračunavanja da biste utvrdili koliko dugo kondenzatoru treba da dostigne bilo koji određeni napon. Sa tajmerom 555, sve je mnogo lakše: možete potražiti trajanje njegovog izlaznog impulsa u tabeli kao što je ona na slici 15-15.

	10K	22K	47K	100K	220K	470K	1M
1000µF	11	24	52	110	240	520	1100
470µF	5,2	11	24	52	110	240	520
220µF	2,4	5,2	11	24	52	110	240
100µF	1,1	2,4	5,2	11	24	52	110
47µF	0,52	1,1	2,4	5,2	11	24	52
22µF	0,24	0,52	1,1	2,4	5,2	11	24
10µF	0,11	0,24	0,52	1,1	2,4	5,2	11
4,7µF	0,052	0,11	0,24	0,52	1,1	2,4	5,2
2,2µF	0,024	0,052	0,11	0,24	0,52	1,1	2,4
1,0µF	0,011	0,024	0,052	0,11	0,24	0,52	1,1
0,47µF		0,011	0,024	0,052	0,11	0,24	0,52
0,22µF			0,011	0,024	0,052	0,11	0,24
0,1µF				0,011	0,024	0,052	0,11
47nF					0,011	0,024	0,052
22nF						0,011	0,024
10nF							0,011

Slika 15-15. Trajanje impulsa, u sekundama, 555 tajmera u monostabilnom režimu, za vrednosti otpornika i kondenzatora za vreme. Vremena su zaokružena na dve cifre.

U kolu koje ste napravili, ukupna vrednost trimera i otpornika u seriji sa njim određuje vreme punjenja kondenzatora, tako da je ovaj ukupni otpor prikazan na vrhu tabele. Vrednost C1 je prikazana dole sa leve strane, a brojevi u tabeli vam govore približnu dužinu impulsa u sekundama.

Tajmer 555 je neverovatan dizajn čipa. Možete da varirate vremenski otpornik, vremenski kondenzator i napajanje u izuzetno širokom opsegu, a čip i dalje daje tačne, konzistentne rezultate. Samo sledite nekoliko smernica:

- Nemojte koristiti male vrednost otpornika između pozitivnog napajanja i izvoda za pražnjenje. Te vrednosti će izazvati prekomernu potrošnju energije. Apsolutni minimum je 1K, ali predlažem 10K.

- Ako koristite vremenski kondenzator veći od 1000µF, njegovo unutrašnje curenje postaje uporedivo sa brzinom punjenja, što dovodi do netačnih rezultata.

- Tajmer 555 zahteva napajanje između 5VDC i 16VDC. Van ovih granica je nepouzdan.

Šta ako želite trajanje koje nije navedeno u tabeli? Postoji jednostavna formula, u kojoj je T vreme impulsa u ***sekundama***, R je vremenski otpor u ***kiloomima*** i C je vremenski kondezator u ***mikrofaradima***.

```
T = R * C * 0,0011
```

Pretpostavimo da znate vreme koje želite. Imate kondenzator i želite da znate koliki otpornik treba da koristite. Preuredite formulu ovako:

```
R = T / ( C * 0,0011 )
```

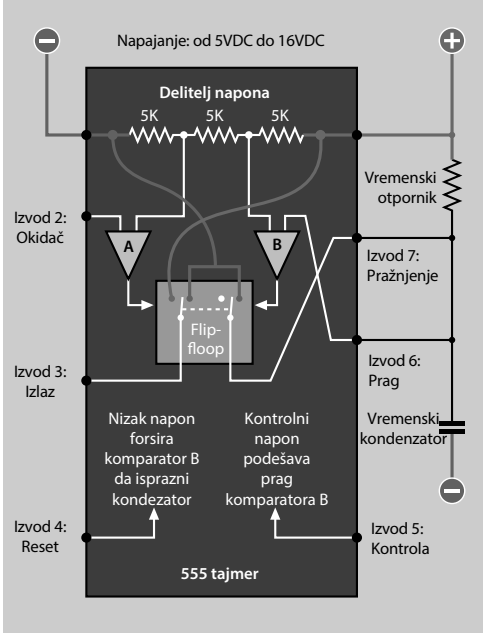
Ako imate kondenzator od 47µF, C = 47. Ako želite impuls od 3 sekunde, T = 3. Dakle, stavite te brojeve u formulu:

```
R = 3 / ( 47 * 0,0011 )
```

Prvo pomnožite 47 * 0,0011 i dobićete 0,0517. Podelite to sa 3 i dobićete otprilike 58 – tako da vam je potreban otpornik od 58K. To nije standardna vrednost, ali otpornici od 56K su uobičajeni. Ili, možete to da uradite na jednostavan način: koristite trimer od 100K, postavite ga na oko pola puta i podesite ga dok ne dobijete puls od tačno 3 sekunde kroz nekoliko pokušaja.

Samo pazite da nikada ne smanjite ukupni vremenski otpor na nulu. Zato sam stavio otpornik od 10K u seriju sa trimerom P1 na slikama 15-11 i 15-12. Čak i kada je trimer okrenut na kraj svog opsega, otpornik od 10K je i dalje tu. Da nije, kondenzator bi bio povezan direktno na pozitivnu stranu napajanja, tako da bi se odmah punio i onda se nikada ne bi ispraznio. Što je još gore, izvod za pražnjenje bi bio povezan direktno na napajanje, što bi oštetilo čip.

- U kolo tajmera 555 uvek dodajte neki otpor između izvoda 7 i pozitivnog napajanja. Predlažem najmanje 10K.



Slika 15-16. Unutrašnjost tajmera 555.

Unutar 555 u monostabilnom režimu

Smatram da ako možete da razumete unutrašnje funkcionisanje tajmera 555, njegovo korišćenje može postati lakše. Plastično telo čipa sadrži previše tranzistora da bih ih sve pokazao, ali mogu da sumiram način na koji rade, kao što je prikazano na slici 15-16.

U srcu tajmera je ***flip-flop***, koji je tranzistorsko kolo koje funkcioniše kao dvopolni prekidač. U stvari, tako sam to ilustrovao na dijagramu, da bi se lakše razumelo. Flip-flop je kontrolisan od dva ***komparatora***, prikazana kao A i B. Svaki komparator poredi dva napona, i menja svoj izlaz u zavisnosti od toga koji je napon veći.

Komparator A upoređuje napon na izvodu 2 (izvod okidač) sa fiksnim naponom od jedne trećine napajanja. Kada izvod 2 ode ***ispod*** tog nivoa da bi aktivirao čip, komparator A povlači flip-flop u svom pravcu, što prebacuje pozitivan napon na izvod 3 (izlazni pin).

Komparator B upoređuje napon na izvodu 6, izvodu praga (Trashold Pin) sa fiksnim naponom od dve trećine napajanja. Kada napon na izvodu 6 poraste ***iznad*** tog nivoa, komparator B povlači flip-flop na svoju stranu, što uzemljuje izvod 3 i takođe uzemljuje izvod 7, izvod za pražnjenje (Discharge Pin). Pošto je izvod 7 povezan sa vremenskim kondenzatorom, kondenzator se sam prazni u čip. Ovo se dešava na kraju impulsa iz tajmera.

U početku, pretpostavimo da je tajmer upravo pokrenut niskim naponom na izvodu 2. Komparator A to oseća i povlači flip-flop ulevo, što pokreće pozitivan impuls i isključuje spoljni vremenski kondenzator. Kondenzator počinje da se puni, sve dok ne pređe dve trećine napona napajanja. Komparator B to oseti i povuče flip-flop udesno. Time se završava impuls i uzemljuje kondenzator.

Međutim, u bilo kom trenutku tokom impulsa, nizak napon na izvodu 4 može nadjačati status tajmera i primorati komparator B da povuče prekidač udesno i isprazni kondenzator, isključujući izlaz iz čipa.

I, promenljivi napon na izvodu 5 menja referentni napon za komparator B, da bi povećao ili smanjio granični napon za kondenzator. Ovo je od malog interesa dok je tajmer u monostabilnom režimu, ali će dati mnogo mogućnosti kada povežete tajmer da radi u astabilnom režimu.

Suzbijanje impulsa pri pokretanju

Kada je tajmer konfigurisan u monostabilnom režimu, njegovo napajanje može prouzrokovati da emituje jedan spontani impuls, iako još nije okinut. Ponekad ovo može biti neprijatno, ali postoji jednostavno rešenje: Dodajte 1µF kondenzator između izvoda za resetovanje i negativne mase. Kondenzator upija struju sa izvoda kada se napajanje prvi put uključi, i drži izvod na niskom nivou delić sekunde – taman dovoljno dugo da zaustavi tajmer da emituje svoj impuls buđenja. Na-

Eksperiment 27
Reagovanje zavojnice

Videli ste da kada propuštate struju kroz kalem, struja stvara magnetno polje. Kada isključite struju, šta se dešava sa stvorenim poljem?

Deo energije u polju se ponovo pretvara u kratak impuls električne energije. Kažemo da se to dešava kada se polje ***uruši***.

Ovaj eksperiment će vam omogućiti da to sami vidite.

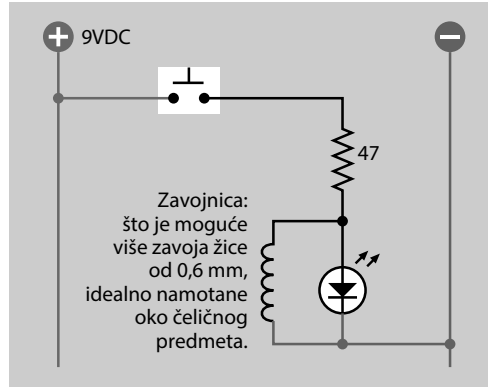
Trebaće vam:

- Razvojna ploča, žica za spajanje, sečice, klešta za skidanje izolacije, multimetar.
- Generičke crvene LED diode (2).
- Žica za spajanje prečnika 0,6 mm (može i 0,5 i 0,4 mm), najmanje 8 m (poželjno 30 m).
- Otpornik, 47 oma (2).
- Kondenzator, 1.000μF ili veći (1).
- Taster (2).

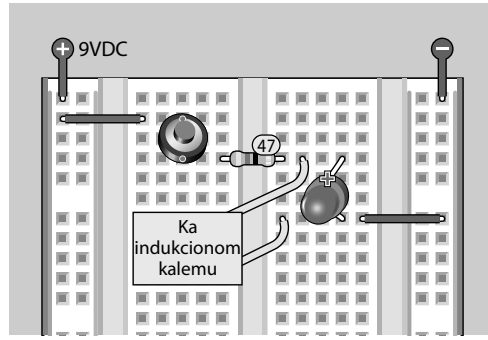
Postupak

Pogledajte šemu na slici 27-1 i verziju na razvojnoj ploči na slici 27-2. Za zavojnicu možete koristiti što je moguće više namotaja žice, namotane oko odvijača ili drugog čeličnog predmeta. Ako ste napravili veliki kalem u eksperimentu 25, možete njega upotrebiti.

Kada pogledate šemu, čini se da nema mnogo smisla. Otpornik od 47 oma izgleda premali da zaštiti LED– ali zašto bi LED uopšte svetlo, kada struja može da ga zaobiđe kroz kalem?



Slika 27-1. Jednostavno kolo za demonstriranje samoinduktivnosti kalema.

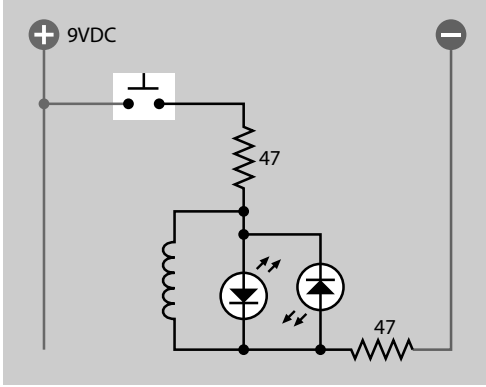


Slika 27-2. Breadboard verzija eksperimenta sa samoindukcijom.

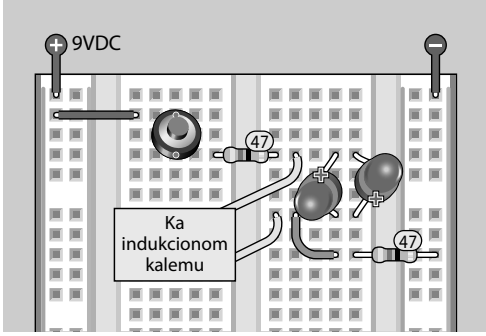
Sada testirajte kolo i mislim da ćete biti iznenađeni. Svaki put kada pritisnete taster, LED nakratko blesne. Imate li ideju zašto se to dešava?

Pokušajte da dodate drugu LED diodu, ali pazite da je okrenete, kao na slikama 27-3 i 27-4. Uključite drugi otpornik od 47 oma, ponovo taster dugme i prva LED lampica blesne, kao i ranije. Ali sada kada otpustite dugme, druga LED lampica belsne. LED diode nisu mnogo svetle, ali definitivno zasijaju kao odgovor na to da neka struja prolazi – prvo u jednom smeru, a zatim u drugom, iako koristite samo jednosmerno napajanje.

Važno: Ne pritiskajte dugme duže od nekoliko sekundi. Sagoećete te male otpornike od 47 oma, a ako koristite bateriju od 9V, isprazniće je.



Slika 27-3. Jedna LED dioda treperi kada se stvori magnetno polje; druga treperi kada se polje uruši.



Slika 27-4. Demonstraciono kola sa dva LED-a na razvojnoj ploči.

Urušavanje polja

Kada primenite napon na kalem, u početku kalem ne želi da dozvoli struji da teče kroz njega. Njegov nekooperativni stav je poznat kao ***samoinduktivnost***. Dok se kalem odupire struji, struja ga zaobilazi i nakratko teče kroz LED. Zatim se zavojnica predaje i počinje da propušta struju, preusmeravajući je oko LED diode, koja se zato zatamni.

Ponekad ljudi koriste izraz ***induktivna reaktansa***, ili samo ***reaktansa***, da opišu ponašanje zavojnice.

Dok električna energija prolazi kroz kalem, stvara magnetno polje, koje zahteva nešto energije. Kada isključite napajanje, magnetno polje se urušava, a energija se ponovo pretvara u električnu struju. Ovo je izazvalo mali impuls koji ste videli na drugoj LED diodi kada ste pustili taster.

Možda se sećate da sam vas u eksperimentu 20 zamolio da dodate ***slobodnu diodu*** paralelno sa kalemom releja, da apsorbuje impuls koji kalem stvora kada se relej isključi. To je bio potpuno isti fenomen koji vidite ovde sa diodom koja emituje svetlost. Kada se napajanje isključi i kada se magnetno polje koje stvara kalem uruši, dobijate ***povratni EMF***, gde je „EMF" skraćenica za ***elektromotornu silu***. Sada ste se i sami uverili da postoji.

Naravno, različite veličine kalemova skladište i oslobađaju različite količine energije.

Otpornici, kondenzatori i zavojnice

Tri primarne vrste pasivnih komponenti u elektronici su otpornici, kondenzatori i kalemovi. Sada mogu da navedem i uporedim njihova svojstva:

Otpornik ograničava protok struje i smanjuje napon.

Kondenzator dozvoljava da impuls struje u početku teče, ali blokira kontinuirano napajanje jednosmernom strujom.

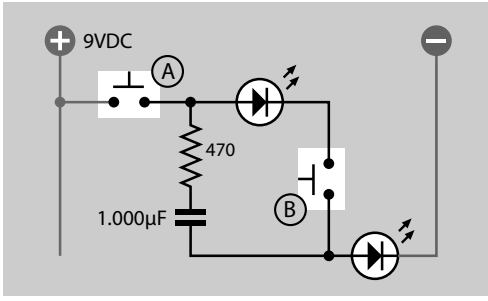
Zavojnica (često se naziva ***induktor***) u početku blokira jednosmernu struju, ali omogućava kontinuirano napajanje jednosmernom strujom.

U kolu koje sam vam upravo pokazao, nisam koristio otpornik veće vrednosti jer sam znao da će kalem dozvoliti samo veoma kratak impuls. Trepćuće LED diode bi bile manje vidljive da sam koristio uobičajeniji otpornik od 330 oma ili 470 oma.

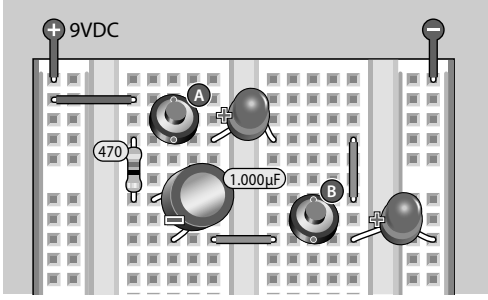
Ne pokušavajte da pokrenete kolo prikazano na slici 27-4 bez namotaja žice. Brzo ćete pregoreti jednu ili obe LED diode. Zavojnica može da izgleda kao da ništa ne radi, ali radi.

Evo poslednje varijacije ovog eksperimenta, da testirate svoje pamćenje i razumevanje osnova elektronike. Napravite novo kolo prikazano na slikama 27-5 i 27-6, koristeći kondenzator od 1000µF umesto namotaja (pazite da njegov polaritet postavite na pravi način, sa pozitivnim krajem na vrhu.) Takođe, koristite otpornik od 470 oma, jer kalem više nije tu da preusmeri struju.

Prvo držite taster B na sekundu da biste bili sigurni da je kondenzator ispražnjen. Potom, šta ćete videti kada pritisnete dugme A? Možda možete pogoditi. Setite se, kondenzator propušta početni impuls električne energije poznat kao struja pomeraja. Shodno tome, donja LED dioda svetli – a zatim postepeno se gasi kako kondenzator akumulira pozitivno naelektrisanje na svojoj gornjoj ploči i negativno na svojoj donjoj ploči. Kako se to dogodi, potencijal na donjoj LED dioda se smanjuje na nulu.



Slika 27-5. Na mnogo načina ponašanje kondenzatora je suprotno ponašanju zavojnice.



Slika 27-6. Kolo za demonstraciju kapacitivnosti na razvojnoj ploči.

Kondenzator je sada napunjen. Pritisnite aster B i kondenzator se prazni kroz gornju LED diodu. Ovo možete videti kao suprotnost eksperimentu na slici 27-1, koristeći kondenzator umesto zavojnice.

Kondenzatori i induktori skladište snagu. To je očiglednije sa kondenzatorom, jer je kondenzator visoke vrednosti mnogo manji od kalema visoke vrednosti.

Koncepti naizmenične struje

Evo jednostavnog misaonog eksperimenta. Pretpostavimo da ste podesili tajmer 555 da šalje tok impulsa kroz kalem. Ovo bi bio oblik naizmenične struje.

Da li će samoinduktivnost zavojnice ometati tok impulsa? To će zavisiti od toga koliko je dug svaki impuls, koliko brzo fluktuira i koliku induktivnost ima zavojnica. Ako je frekvencija impulsa tačna, samoinduktivnost zavojnice će dostići vrhunac sa svakim impulsom, težeći da ga blokira. Tada će se zavojnica oporaviti na vreme da blokira sledeći. Na ovaj način možemo da „podesimo" kalem da potisne neke frekvencije dok drugima dozvoljava da prođu.

Ako imate stereo sistem sa dobrim zvučnicima, svaka zvučna kutija verovatno sadrži dva zvučnika: mali za zvuk visoke frekvencije i veliki za niske frekvencije. Gotovo sigurno postoji kalem i kondenzator unutar kućišta kako bi se sprečilo da više frekvencije dođu do većeg zvučnika. To je poznato kao ***zvučna skretnica***.

Nemam prostora u ovoj knjizi da duboko uđem u naizmeničnu struju. To je ogromno i komplikovano polje u kojem se električna energija ponaša na čudne i divne načine, a matematika koja to opisuje može postati prilično zahtevna. Međutim, pokazaću vam kako koncept naizmenične struje omogućava prenos i prijem radio signala.