

Deo jedan

Osnove

Ovaj deo sadrži eksperimente od 1 do 5.

U eksperimentu 1, želim da okusite električnost, 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 temperaturama 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 pre-

kidača 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)	\sim	Naizmenična struja (AC)
\rightarrow	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 **množioc**. 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**. Množioc 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

Množioc					
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. Množioc 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. Primitite 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 bročanicu. 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 isporučan 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.

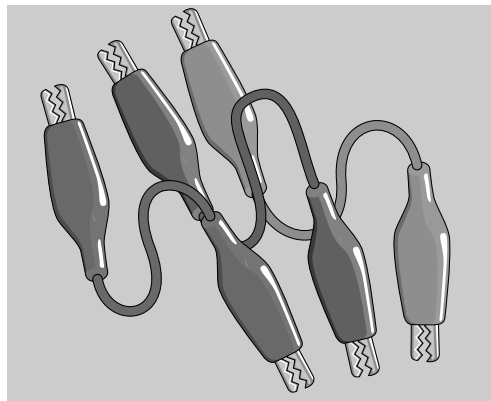


Slika 1-9. Zaštitne naočare.

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 *krokodilskom* (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 jednoiglični 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 svakodnevnne 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 kopicama završnim poklopcima, respektivno). Ova ilustracija je uvećana slika 2AG osigurača, prečnika od oko 5 mm.



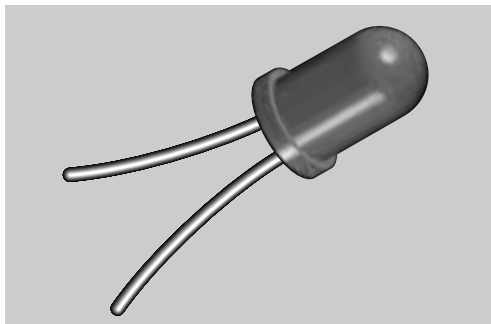
Slika 1-12. Uvećana slika 2AG osigurača, prečnika 5 mm.

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 katalogima 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.

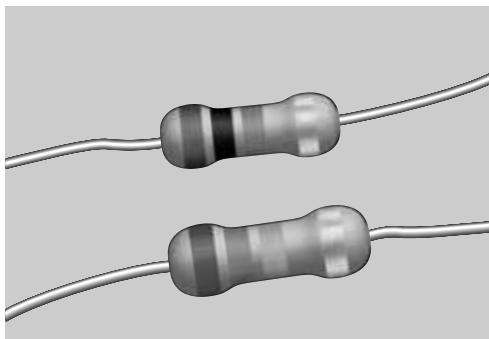
Neke generičke LED diode su ulivene u **providnoj** (water clear) plastici ili polimeru i mogu da vas iznenade emitujući boju kada se uključi napajanje. Druge LED diode, kao što je i ona na slici 1-13, poznate su kao **difuzne** (eng. diffuse), jer su ulivene u plastiku ili polimer obojen istom bojom 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 stvarnosti 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 kupi-

te 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 gvozdari.

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



Slika 1-15. Pocinkovana pločica. Pokušajte da pronađete neke koje su dugačke oko 2-3 cm. Umesto njih, poslužite 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