

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.

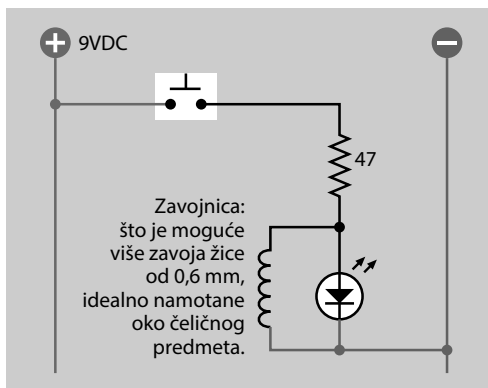
Trebaće vam:

- Razvojna ploča, žica za spajanje, sečice, klešta za skidanje izolacije, multimeter.
- 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, 1.000 μ F ili veći (1).
- Taster (2).

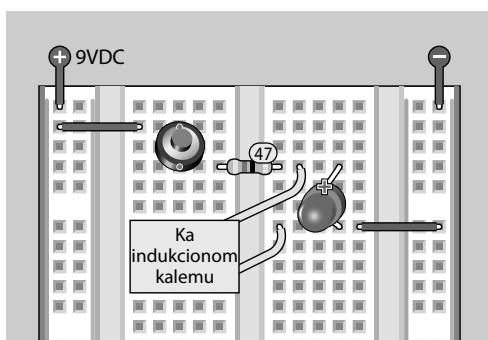
Postupak

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 zaobide kroz kalem?



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

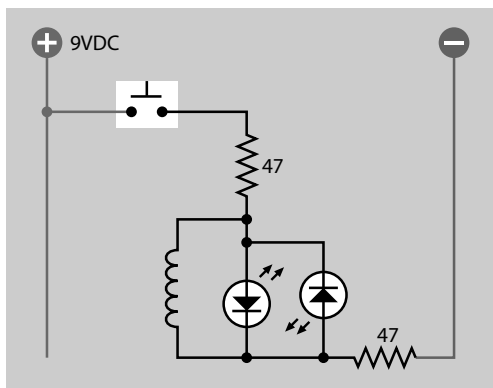


Slika 27-2. Breadboard verzija eksperimenta sa samoindukcijom.

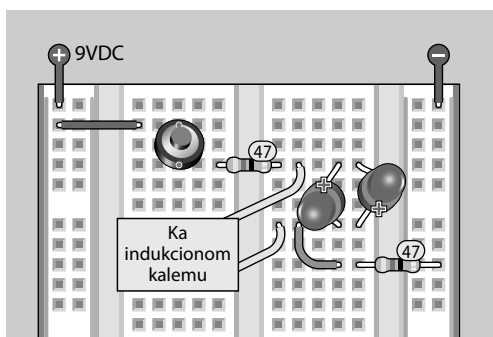
Sada testirajte kolo i mislim da ćete biti iznenađeni. Svaki put kada pritisnete taster, LED nakratko blesne. Imate li ideju zašto se to dešava?

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 blesne. 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, ispraznićete 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“ skraćena 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.

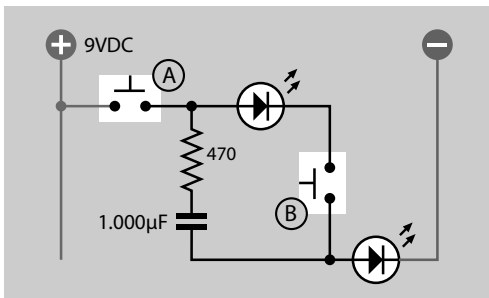
Zavojnica (često se naziva *induktor*) u početku blokira jednosmernu struju, ali omogućava kontinuirano napajanje jednosmernom strujom.

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.

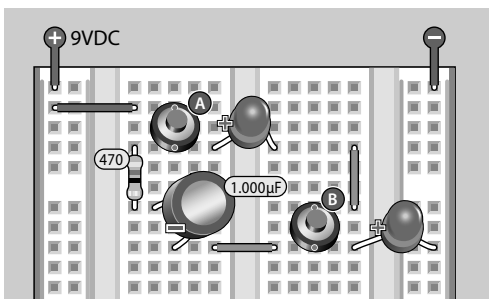
Ne pokušavajte da pokrenete kolo prikazano na slici 27-4 bez namotaja žice. Brzo ćete pregoreti jednu ili obe LED diode. Zavojnica može da izgleda kao da ništa ne radi, ali radi.

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 $1000\mu\text{F}$ 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 taster 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 zavisi od toga koliko je dug svaki impuls, koliko brzo fluktuiraju i koliko 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.