

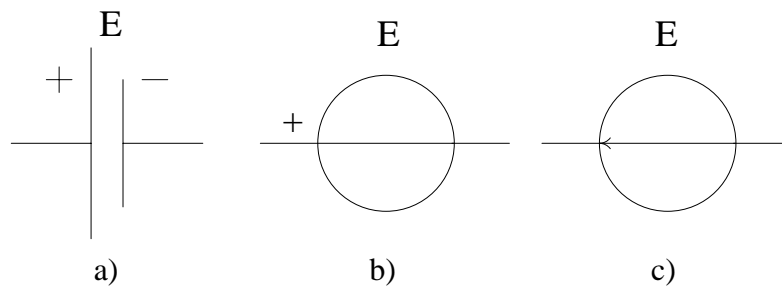
# VJEŽBE 1

Pri proračunu procesa u električnom kolu koristi se šema koja predstavlja model realnog električnog kola. Osnovni elementi električnog kola su:

1. **Izvor električne energije** – u kojem se na račun ulaganja rada spoljašnjih sila generiše električna energija. Ovo je aktivni element koji napaja kolo električnom energijom. Energija se troši u otpornicima i drugim elementima kola.

Izvor električne energije karakteriše elektromotorna sila i unutrašnja otpornost. U ovom kursu ćemo posmatrati idealizovane izvore električne energije, čija je unutrašnja otpornost zanemarena (jednaka nuli).

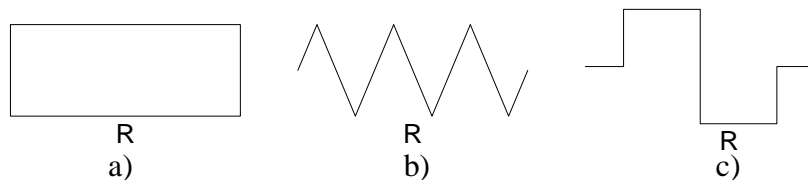
Elektromotorna sila je brojno jednaka naponu između pozitivnog i negativnog kraja izvora kada kroz njega ne protiče struja. Smjer djelovanja se na šemi označava strelicama. Na slici 1 su dati simboli izvora električne energije koji se najčešće srijeću u literaturi. Mi ćemo koristiti prvi simbol, slika 1 a).



*Slika 1: Najčešće korišćeni simboli za izvore električne energije.  $E$  - elektromotorna sila*

Elektromotorna sila  $E$  je brojno jednaka radu spoljašnjih sila koji se ulaže u izvor za premještanje jediničnog pozitivnog naelektrisanja od kraja sa nižim potencijalom ka kraju sa višim potencijalom. Jedinica za elektromotornu silu je **volt (V)**.

2. **Otpornik** – pasivni element, u njemu se troši električna energija. Mi ćemo koristiti prvi simbol, slika 2 a).



*Slika 2: Najčešće korišćeni simboli za otpornike.  $R$  – otpornost*

Oznaka za otpornost je  $R$ . Jedinica za otpornost je **om ( $\Omega$ )**.

**Neophodan preduslov za praćenje kursa Osnovi elektronike je savladavanje Om-ovog, I Kirhof-ovog i II Kirhof-ovog zakona.**

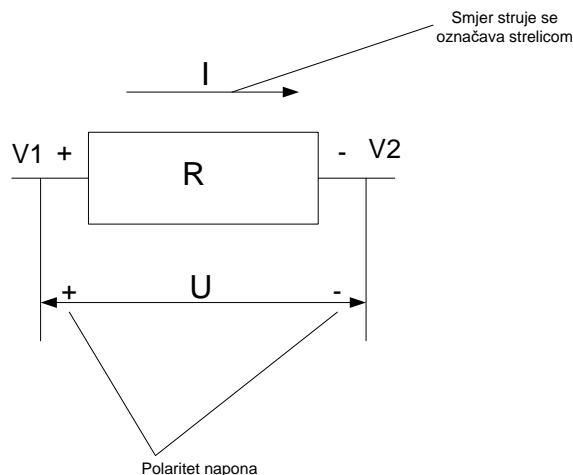
Pomenuti zakoni su obrađivani u osnovnoj i srednjoj skoli, a u nastavku je dato kratko podsjećanje na njih.

## OMOV ZAKON

Pad napona na krajevima otpornika  $R$  kroz koji protiče struja intenziteta  $I$  je jednak  $U = RI$ . Struja je uvijek usmjerena od kraja sa višim potencijalom ka kraju sa nižim potencijalom.

Kraj otpornika na kojem struja utiče u otpornik (potencijal  $V_1$  na slici 3) je stoga označen sa +, dok je kraj na kojem struja ističe iz otpornika označen sa - (niži potencijal,  $V_2$  - slika 3). Oznake + i - na krajevima otpornika su opcione, studenti mogu a ne moraju da ih crtaju. **U svim zadacima studenti su dužni da označe**

polaritet napona i smjerove svih struja koje tek u kolu koje se proračunava. Ukoliko ovo nije ispoštovano, zadaci neće biti bodovani.



**Slika 3: Ilustracija Ohm-ovog zakona**

$$U = V_1 - V_2 = RI$$

Studenti moraju znati koje su mjerne jedinice za napon, struju i otpornost:

$$[I] = 1A$$

$$[U] = 1V$$

$$[R] = 1\Omega$$

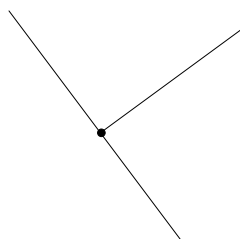
**Slika 4: Mjerne jedinice za struju, napon i otpornost. A -amper, V - volt,  $\Omega$  -om**

## I KIRHOF-OV ZAKON

Zbir struja koje ulaze u čvor jednak je zbiru struja koje izlaze iz njega:

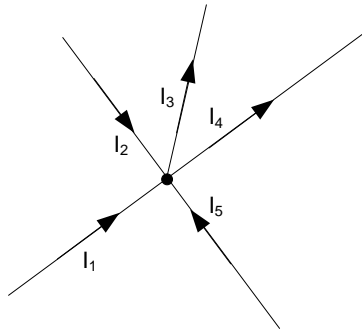
$$\sum I_{ul} = \sum I_{iz}$$

Čvor je mjesto presjeka dva ili više provodnika (slika 5).



**Slika 5: Ilustracija najjednostavnijeg čvora.**

Na slici 5 je dat čvor koji predstavlja spoj tri grane. Kroz svaku granu protiče različita struja, algebarska suma tih struja mora biti jednaka nuli, odnosno, zbir struja koje utiču u čvor mora biti jednak zbiru struja koje iz njega ističu. Konkretni primjer je ilustrovan na slici 6. Smjer struja, kao što smo rekli, se označava strelicama. Struje kod kojih je vrh strelice okrenut ka čvoru su ulazne struje (struje koje utiču u čvor), dok su struje čiji je vrh usmjeren od čvora izlazne struje (struje koje ističu iz čvora).



*Slika 6: Ilustracija I Kirhof-ovog zakona*

$$\sum I_{ul} = \sum I_{iz}$$

$$I_1 + I_2 + I_5 = I_3 + I_4$$

## II KIRHOF-OV ZAKON

Algebarska suma svih elektromotornih sila koje djeluju u granama zatvorene konture jednaka je algebarskoj sumi pada napona na krajevima otpornika koji se nalaze u toj konturi:

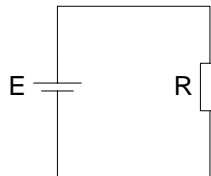
$$\sum E = \sum RI .$$

Algebarska suma znači da moramo uzeti u obzir znak napona, t.j. polaritet. U zadacima ćemo koristiti II Kirhof-ov zakon zapisan u sledećem obliku:

$$\sum E - \sum RI = 0 .$$

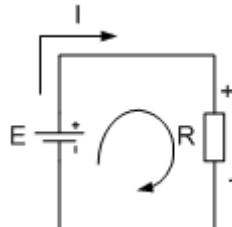
Definicija koja odgovara ovom zapisu bi bila: Algebarska suma napona u zatvorenoj konturi je jednaka nuli.

Najjednostavnije električno kolo je dato na slici 7.



*Slika 7: Šema jednostavnog električnog kola*

Prilikom proračuna električnog kola najbolje je prvo označiti krajeve baterije i na osnovu njih, ukoliko je moguće, odrediti smjer struje. U prethodnom primjeru, imajući na umu da struja teče od tačke sa višim potencijalom ka tački sa nižim potencijalom, jednostavno smo odredili smjer struje, slika 8.



*Slika 8: Šema jednostavnog električnog kola sa unijetim smjerovima struja i označevim polovima baterije*

Kraj otpornika na kojem struja ulazi u taj otpornik je na većem potencijalu, označeno sa + na slici 8, dok je kraj na kojem struja ističe na manjem potencijalu, - na istoj slici. Sada se odabere smjer obilaska konture, u našem slučaju smo odabrali smjer kretanja kazaljke na satu. **Od smjera obilaska konture ne zavisi rezultat!!!!** Krećemo iz jedne tačke, obilazimo konturu u jednom smjeru sve dok ne dođemo do tačke iz koje smo krenuli i primjenjujemo II Kirhof-ov zakon koristeći pravilo da: Ukoliko se krećemo od plusa ka minusu

znači da se napon smanjuje, pa ćemo elektromotornu silu baterije na koju nailazimo ili pad napona na krajevima otpornika na koji nailazimo uzeti sa znakom  $-$ , ukoliko idemo od  $-$  ka  $+$  znači da nam se napon povećava, pa odgovarajuću elektromotornu silu ili pad napona na otporniku uzimamo sa znakom  $+$ . Dakle, za naše kolo bi bilo:

$$E - RI = 0$$

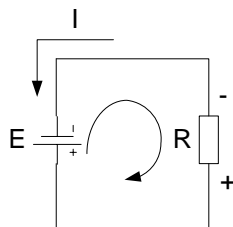
$$E = RI$$

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

U svima zadacima će biti zadate brojne vrijednosti. Ukoliko nakon zamjene brojnih vrijednosti vrijednost za intenzitet struje koja protiče kroz neki otpornik bude negativna znači da smo loše pretpostavili smjer struje. U takvim situacijama dovoljno je prokomentarisati da je smjer struje u posmatranoj grani suprotan od pretpostavljenog.

\*\*\* Prethodni komentar važi u slučaju da nije u pitanju smjer struje koja protiče kroz diodu ili tranzistor. \*\*\*

Ukoliko bi baterija imala suprotan polaritet u odnosu na polaritet baterije sa slike 8, imali bi slučaj prikazan na slici 9



Slika 9: Šema jednostavnog električnog kola

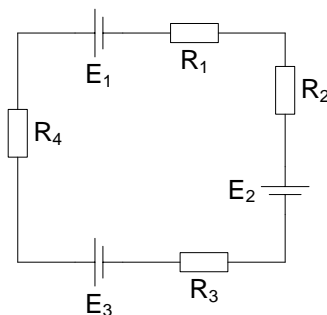
Opet obilazimo konturu u smjeru kretanja kazaljke na satu. Krenemo iz donjeg lijevog ugla, prolazimo kroz bateriju od znaka  $+$  ka znaku  $-$ , dakle smanjuje se napon, pa elektromotornu silu  $E$  uzimamo sa znakom  $-$ . Nastavljamo kroz otpornik, idemo od znaka  $-$  ka znaku  $+$ , dakle povećava se napon, pa  $RI$  uzimamo sa znakom  $+$ . Odnosno, na osnovu II Kirhof-ovog zakona imamo:

$$-E + RI = 0$$

$$E = RI$$

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

**ZAD. 1** Izračunati intenzitet struje  $I$  za šemu datu na slici 10. Poznate su vrijednosti  $E_1 = 8V$ ,  $E_2 = 4V$ ,  $E_3 = 24V$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 20\Omega$ ,  $R_3 = 60\Omega$  i  $R_4 = 30\Omega$ .

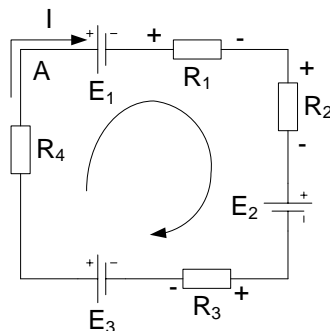


Slika 10: Šema za zadatak 1

Rješenje:

Označimo krajeve baterije, pretpostavimo smjer struje u kolu, označimo ga strelicom (**smjer struje se mora crtati na svakoj šemi**), i na osnovu smjera struje odredimo koji će kraj otpornika biti na većem potencijalu, slika 11. Nakon toga odredimo smjer obilaska konture, u našem slučaju smjer koji se poklapa sa smjerom

kretanja kazaljke na časovniku, krenemo iz jedne tačke (mi smo krenuli iz tačke A), obilazimo konturu pazeći da ne preskočimo ni jedan element i primijenjujemo II Kirhof-ov zakon sve dok se ne vratimo u tačku iz koje smo krenuli, slika 11:



Slika 11: Šema kola iz zadatka 1 nakon obilježavanja smjera struje

Za prethodno kolo nismo mogli sa sigurnošću tvrditi koji je smjer struja jer u kolu djeluje više baterija i nije im svima isti polaritet. Prepostavili smo da je smjer struje kao na slici 11. II Kirhof-ov zakon za kolo sa slike 11, za pretpostavljeni smjer struje i smjer obilaska konture će biti:

$$-E_1 - R_1 I - R_2 I - E_2 - R_3 I + E_3 - R_4 I = 0$$

Nepoznata nam je struja, pa sve poznate veličine ostavimo sa lijeve strane, nepoznate prebacimo na desnu, i dobijemo:

$$-E_1 - E_2 + E_3 = R_1 I + R_2 I + R_3 I + R_4 I$$

Izdvojimo  $I$ , pa će biti:

$$-E_1 - E_2 + E_3 = I (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$I = \frac{-E_1 - E_2 + E_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

Sada se zamijene date brojne vrijednosti i dobije se:

$$I = \frac{-8V - 4V + 24V}{10\Omega + 20\Omega + 60\Omega + 30\Omega}$$

$$I = \frac{12V}{120\Omega}$$

$$I = 0.1A$$

Dobili smo pozitivnu vrijednost za intenzitet struje što znači da smo dobro prepostavili njen smjer. Za vježbu pokušajte riješiti kolo za isti smjer struje ali za suprotan smjer obilaska konture. Ukoliko tačno postavite relacije, dobijeni rezultat će biti isti kao za smjer obilaska konture koji smo ovdje koristili.