



ELEKTROTEHNIKA

Električne mreže sa vremenski
konstantnim strujama

Predmetni nastavnik: dr Aleksandra Grujić, prof. VIŠER

Predmetni saradnik: Miloš Milivojčević, mast.inž.elekt.

Jednosmerne struje

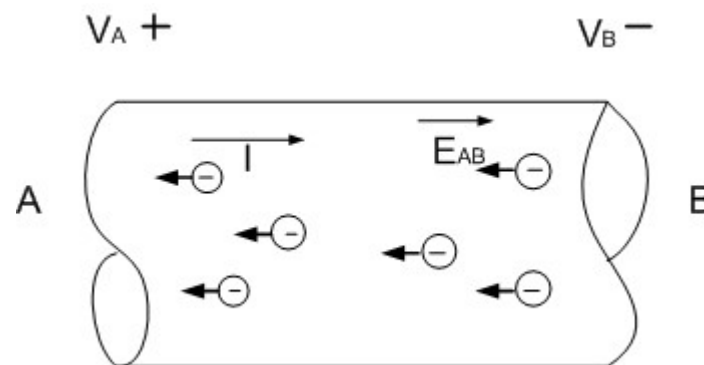


- U provodnicima su elektroni iz poslednje ljuske slobodni i na sobnoj temperaturi se kreću haotično jer poseduju određenu energiju
- Ako na elektrone deluje sila (provodnik priključen na napon) oni će se kretati usmereno od kraja na nižem potencijalu ka kraju na višem potencijalu (suprotno od smera električnog polja)
- Pod uticajem električnog polja na elektrone deluje sila koja ima suprotan smer od smera polja i izaziva usmereno kretanje elektrona
- Usmereno kretanje elektrona kroz provodnik naziva se električna struja (skalarna veličina)
- Kada je broj elektrona koji se kreću u jednom smeru isti, reč je o stalnoj jednosmernoj struji /
- Kada je broj elektrona koji se kreću u jednom smeru u toku vremena promenljiv onda se radi o vremenski promenljivoj struji
- U tom slučaju je struja u jednom trenutku manjeg, a u drugom trenutku većeg intenziteta

Smer električne struje



- Pozitivan smer struje se usvaja **dogovorom** i usvojeno je da struja protiče od kraja provodnika koji je na višem potencijalu V_A ka kraju provodnika koji je na nižem potencijalu V_B
- Slobodni elektroni se kreću od tačke B ka tački A pod dejstvom električnog polja E_{AB} pri čemu je smer kretanja elektrona suprotan smeru polja
- To je **fizički** (stvarni) smer kretanja elektrona odnosno struje
- Suprotan smer od stvarnog smera kretanja struje je **tehnički** smer kretanja struje koji se usvaja u proračunima da je pozitivan



Jednosmerne struje



- Struje bez promene smera i intenziteta odnosno nepromenljive tokom vremena definiše se kao protekla količina naelektrisanja kroz poprečni presek provodnika u jedinici vremena

$$I = \frac{q}{t} [A]$$

- Gustina električne struje je količnik struje koja prolazi kroz poprečni presek provodnika i površine poprečnog preseka provodnika

$$J = \frac{I}{S} \left[\frac{A}{m^2} \right]$$

- Električna otpornost je količnik napona na krajevima prijemnika i električne struje koja prolazi kroz njega
- Otpornost provodnika dužine l i površine poprečnog preseka S i specifične električne otpornosti: $\rho [\Omega m]$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} [\Omega]$$

•

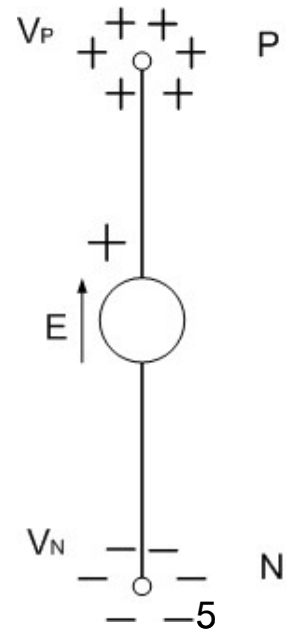
Elementi električnog kola



- Osnovni elementi el. kola: električni generator (izvor), prijemnik i provodnici
- Električni generator pretvara mehaničku, hemijsku, solarnu ili toplotnu energiju u električnu
- Električna struja u zatvorenom kolu održava se usled delovanja električnih generatora
- Na priključcima generatora P i N dolazi do nagomilavanja pozitivne odnosno negativne količine naelektrisanja i stvaranja potencijalne razlike

$$U_{PN} = V_P - V_N$$

- Kroz generator ne teče struja jer on nije deo zatvorenog strujnog kola
- Napon U_{PN} predstavlja sposobnost generatora da održava struju u kolu i da stalno vrši pretvaranje jednog oblika energije u drugi
- Napon U_{PN} se naziva elektromotorna sila generatora i obeležava se sa E



Elektromotorna sila



- Elektromotorna sila generatora se definiše kao količnik rada koji su izvršile sile generatora prenoseći pozitivna naelektrisanja sa priključka N na priključak P i samog naelektrisanja

$$E = \frac{A}{Q}$$

- Elektromotorna sila generatora brojno je jednaka naponu na krajevima generatora, kada on nije deo zatvorenog strujnog kola (kao na prethodnoj slici)
- Prijemnik (potrošač) služi za pretvaranje električne energije u neku drugu vrstu energije. Simbol je prikazan na slici



- Provodnici služe za prenos energije od izvora (generatora) do potrošača (prijemnika)



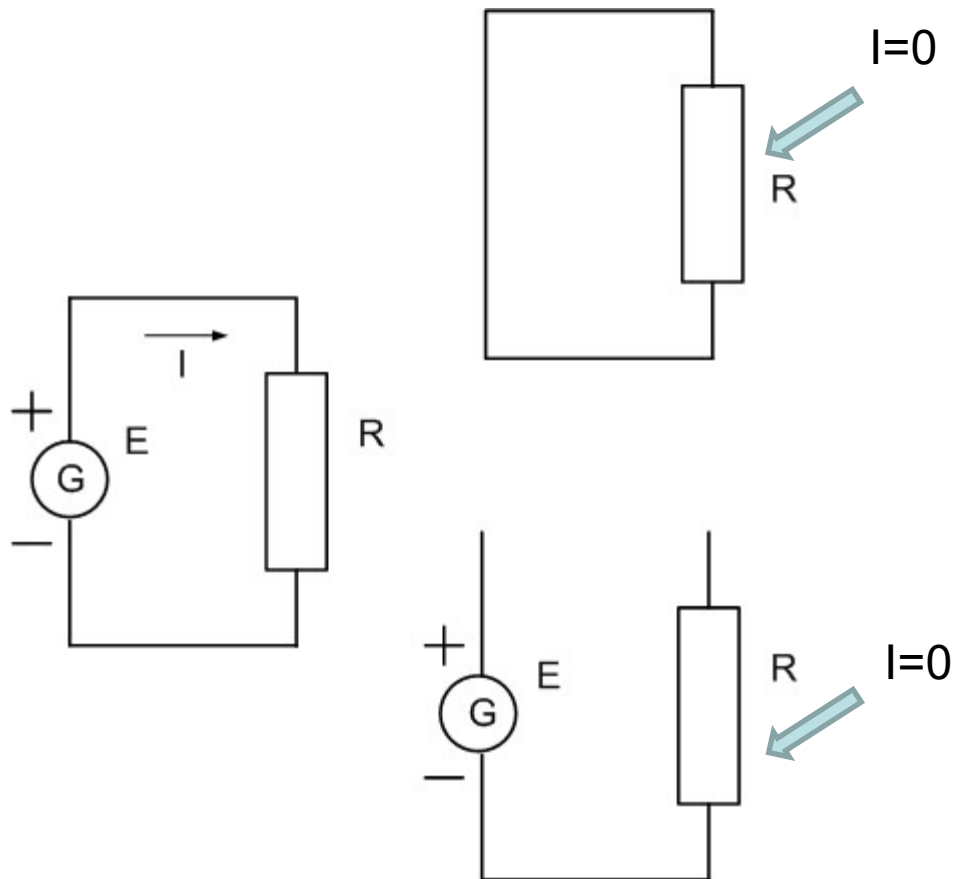
- Prekidači služe da prekinu strujno kolo



Pojam električnog kola



- Zatvoren sistem duž kojeg su poređeni elementi povezani provodnicima i u kojem teče električna struja
- Da bi u kolu tekla struja mora postojati električni izvor i kolo mora biti zatvoreno



Jednosmerne struje, Ohmov zakon



- Električna provodnost je recipročna vrednost električnoj otpornosti

$$G = \frac{1}{R} [S] = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{l}$$

- Specifična električna provodnost je veličina recipročna specifičnoj električnoj otpornosti

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \left[\frac{1}{\Omega m} \right]$$

- Dok se usmereno kreću kroz provodnik elektroni se sudaraju sa jezgrima atoma, pa se na taj način njihovo kretanje kroz materijal otežava
- Suprotstavljanje atoma provodnika usmerenim elektronima je otpornost
- Ako je provodnik duži, elektroni se sudaraju sa više atoma, pa je električna otpornost veća
- Ako je poprečni presek provodnika veći, postoji više prolaza za elektrone pa je otpornost manja
- Otpornost zavisi i od materijala od koga je izrađen provodnik (specifična električna otpornost)
- Npr: bakar-dobar provodnik-
- Polietilen-izolator

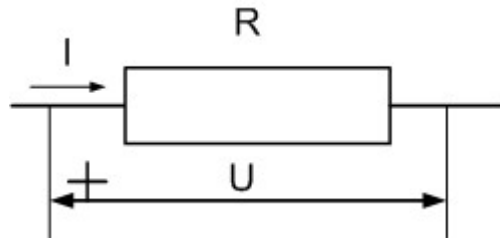
$$\rho = 0,018 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

$$\rho = 10^{18} \frac{\Omega mm^2}{m}$$

Omov zakon

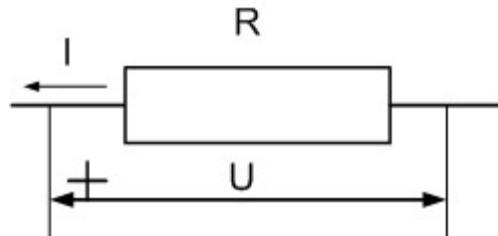


- Jačina električne struje u provodniku upravno je srazmerna naponu na njegovim krajevima, a obrnuto srazmerna njegovom električnom otporu



$$I = \frac{U}{R} \qquad 1A = \frac{1V}{1\Omega}$$

- I, U – apsolutne vrednosti struje u provodniku i napona na njegovim krajevima



$$U = -RI$$



Džulov zakon

- Struju kroz provodnik čini usmereno kretanje elektrona koji se sudaraju sa atomima i tada elektroni svoju kinetičku energiju predaju atomima i dolazi do većeg oscilovanja atoma
- Ova pojava se manifestuje oslobađanjem toplotne energije
- Električna energija koja se pretvori u toplotu prilikom proticanja električne struje kroz otpornik može se definisati Džulovim zakonom
- Snaga Džulovih gubitaka jednaka je proizvodu napona na otporniku i električne struje koja protiče kroz njega prema usaglašenom referentnom smeru

$$P_R = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} [W]$$

- Električni rad je rad koji se izvrši kada količina naelektrisanja Q prođe između dve tačke između kojih vlada napon U

$$A = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t [J]$$

- Električna snaga je brzina vršenja rada:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I [W]$$

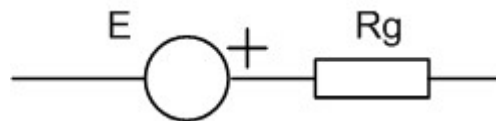


Generatori

- Uređaji za generisanje napona i električne struje
- Naponski generator-unutrašnja otpornost generatora zanemarljiva u odnosu na otpornost kola
- Strujni generator-unutrašnja otpornost generatora velika u odnosu na otpornost kola
- **Idealan naponski generator** – unutrašnja otpornost $=0$ Napon između krajeva je uvek jednak elektromotornoj sili bez obzira u kojoj tački kola je priključen



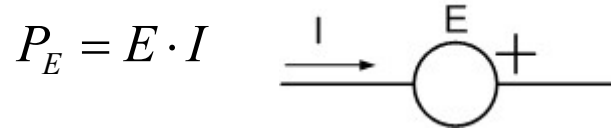
- Struja koja protiče kroz generator zavisi od elemenata i padova napona na njima u kolu
- **Realan naponski generator**
- Uvek ima unutrašnju otpornost koja je mala ali nije jednaka nuli



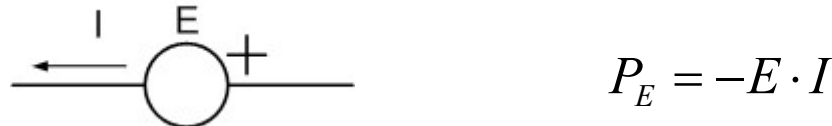
Generatori



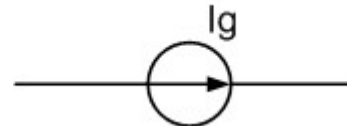
- Usaglašen referentni smer elektromotorne sile generatora i struje koja protiče kroz njega-generatorski rezim



- Neusaglašeni referentni smer elektromotorne sile generatora i struje koja protiče kroz njega-generator je potrošač

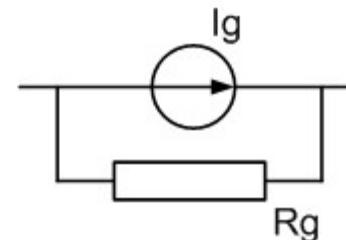


- Idealan strujni generator**



- Unutrašnja otpornost ovog generatora je beskonačna
- Električna struja koju generiše je uvek jednaka I_g bez obzira gde je priključen
- Napon na generatoru zavisi od kola u koji je priključen
- Realan strujni generator

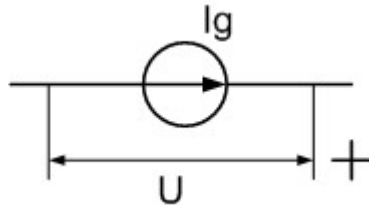
Ima unutrašnju otpornost koja je jako velika, ali nije beskonačna



Generatori

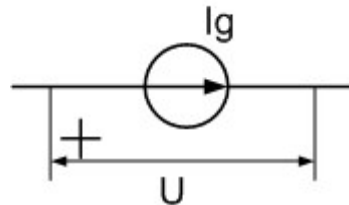


- Usaglašen referentni smer električne struje strujnog generatora i napona na njemu



$$P_E = I_g \cdot U$$

- Neusaglašen referentni smer električne struje strujnog generatora i napona na njemu



$$P_E = -I_g \cdot U$$

Metod neposredne primene Kirhofovih zakona



- Po Kirhofovima zakonima broj jednačina koje se postavljaju je:
- Po prvom Kirhofovom zakonu: $n_{\check{c}} - 1$
- Po drugom Kirhofovom zakonu: $n_g - (n_{\check{c}} - 1)$
- Na ovaj način se analizira ukupan broj jednačina kao i broj nepoznatih struja grana kola
- Ako je n_{Ig} broj strujnih generatora u koju onda broj jednačina po I Kirhofovom zakonu ostaje nepromenjen, a po II Kirhofovom zakonu iznosi:

$$n_g - (n_{\check{c}} - 1) - n_{Ig}$$

- Nedostatak metode je u slučaju rešavanja kola sa više od tri grane jer je onda broj jednačina za rešavanje veliki i rešavanje složeno
- U tom slučaju se primenjuju druge metode za rešavanje električnih kola