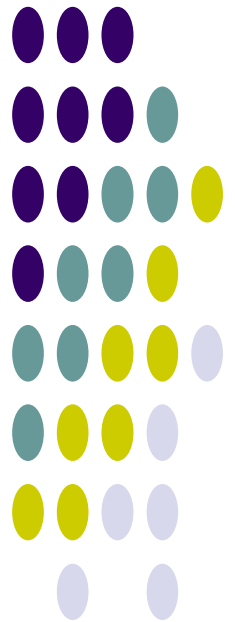


Istosmjerna struja

- Ohmov zakon
- Spajanje otpornika
- Joulov zakon
- I. Kirchhoffov zakon



1. zadatak

Na izvor napona $U=100\text{V}$ priključena su dva paralelno vezana trošila $R_1=40\Omega$ i $R_2=25\Omega$. Treba odrediti struju izvora I , I_1 i I_2 pojedinih trošila, ukupni otpor R kruga, te snagu P_1 i P_2 na pojedinim otpornicima.



Uvodni pojmovi



Pri protjecanju struje kroz vodič se javlja električni otpor **R** koji ovisi o dimenzijama i materijalu od kojeg je napravljen vodič. Mjerna jedinica za otpor je **ohm [Ω]**

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

R – otpor vodiča [Ω]

l – duljina vodiča [m]

S – površina presjeka vodiča [mm²]

ρ – specifični otpor [Ωmm²/m]

Električna struja je usmjereno gibanje električnih naboja zbog razlike potencijala. Mjerna jedinica za mjerenje struje izražava se u amperima [A]

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

Spajanje otpornika

Serijski spoj (Struja je na svim otpornicima jednaka – I=I1=I2..)

$$R=R1+R2+R3...+Rn$$

$$U=U1+U2+U3...+Un$$

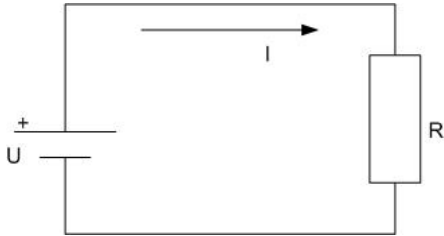
Paralelni spoj (Napon je na svim otpornicima isti – U=U1=U2..)

$$1/R=1/R1+1/R2+....1/Rn$$

$$I=I1+I2+I3...In$$

Uvodni pojmovi

Ovisnost električne struje kroz vodič o njegovom otporu i naponu na krajevima vodiča nazivamo Ohmov zakon:



$$I = \frac{U}{R} [\text{A}]$$

Struja teče sa točke višeg potencijala na točku nižeg potencijala.

Električna energija koja se troši na nekom otporu:

$$W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t - [\text{J}] \text{ -- Joule}$$

Električna snaga na trošilu otpora R:

$$P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 \cdot R - [\text{W}] \text{ -- Watt}$$

Električna energija se često izražava u [Wh]

$$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$$

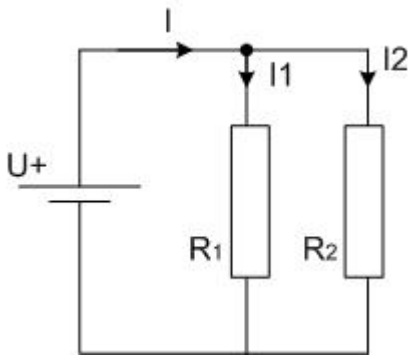
Stupanj korisnosti govori koliki dio energije (snage) se troši korisno a koliki odlazi na gubitke:

$$\eta = W_{\text{kor}} / W_{\text{ulo}} \cdot 100\% = P_{\text{kor}} / P_{\text{ulo}} \cdot 100\%$$





Rješenje zadatka



$$I = \frac{U}{R} [A]$$

Paralelno spajanje otpornika 2 otpornika:

$$R_{uk} = R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2 = 40 \cdot 25 / 65 = 15.38 \Omega$$

$$I_{uk} = \frac{U}{R_{uk}} = \frac{100V}{15.38 \Omega} = 6.5 [A]$$

Paralelni spoj – $U = U_1 = U_2$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{100V}{40 \Omega} = 2.5 [A]$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{100V}{25 \Omega} = 4 [A]$$

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 2.5^2 \cdot 40 = 250 W$$

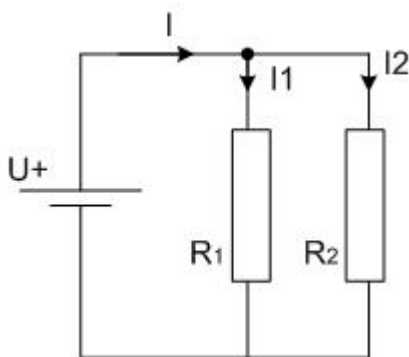
$$P_2 = I_2 \cdot R_2 = 4^2 \cdot 25 = 400 W$$



2. zadatak

Na izvor napona U priključena su paralelno dva otpora $R_1=10\Omega$ i $R_2=40\Omega$. Ako je kroz R_1 struja $I_1=4A$, treba odrediti struju I_2 kroz otpor R_2 , struju izvora I i napon izvora U .

Rješenje zadatka



Paralelno spajanje otpornika 2 otpornika:

$$R_{uk} = R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2 = 10 \cdot 40 / 50 = 8\Omega$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 40V$$

$$U_1 = U_2 = U$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{40V}{40\Omega} = 1[A]$$

$$I_{uk} = \frac{U}{R_{uk}} = \frac{40V}{8\Omega} = 5[A]$$

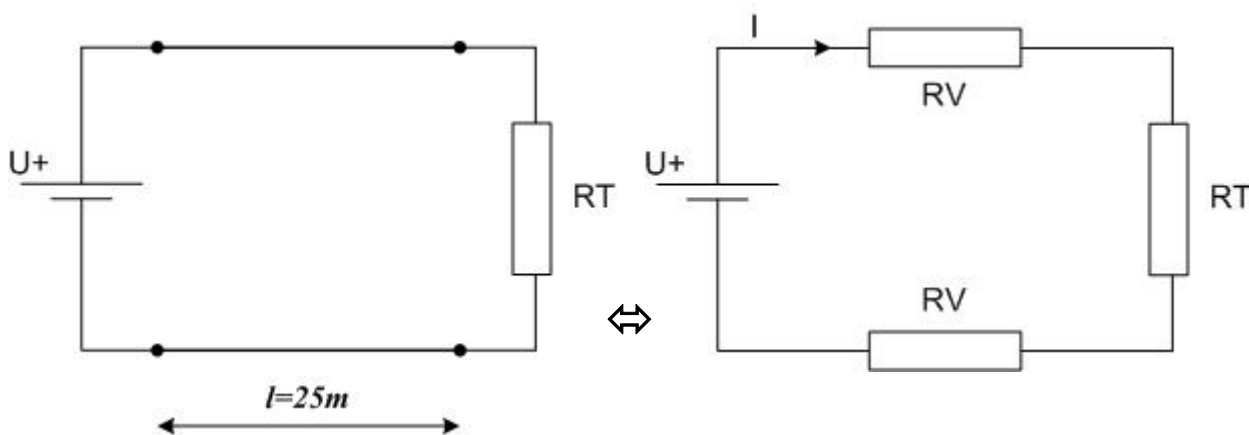


3. zadatak

Na 25 metara dug dvožilni vod presjeka svakog vodiča 6mm^2 i specifičnog otpora $\rho=0,017\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ priključen je motor snage 1500W , pet žarulja snage 100W i bojler od 2kW .

Koliki je pad napona na vodu kada trošila preko njega spojimo na 220V .

Rješenje zadatka

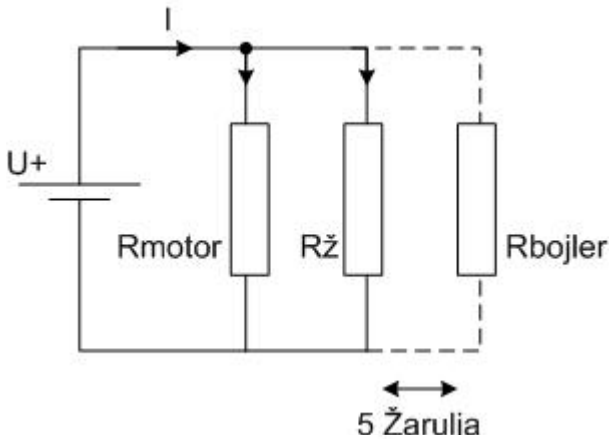


$$R_V = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0.017 \cdot \frac{25}{6} = 0.0708[\Omega]$$

Rješenje zadatka



a) Bez vodova

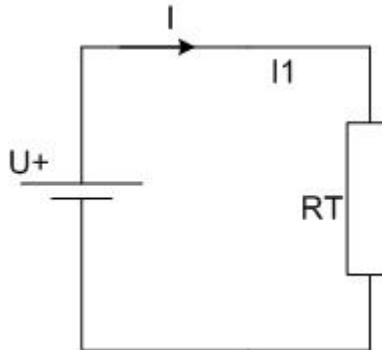


$$P_{\text{motor}} = 1500 \text{ W}$$

$$P_{\text{žarulje}} = 5 \cdot 100 \text{ W} = 500 \text{ W}$$

$$P_{\text{bojler}} = 2000 \text{ W}$$

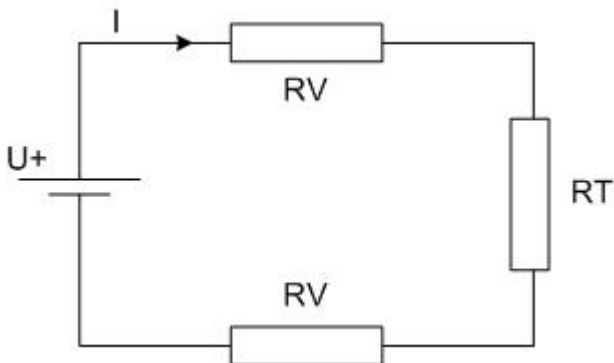
$$P_{uk} = P_m + P_{\dot{z}} + P_b = 4 \text{ kW}$$



$$P_{uk} = U^2 / R_T$$

$$R_T = U^2 / P_{uk} = 220^2 / 4000 = 12.1 \Omega$$

b) Sa vodovima



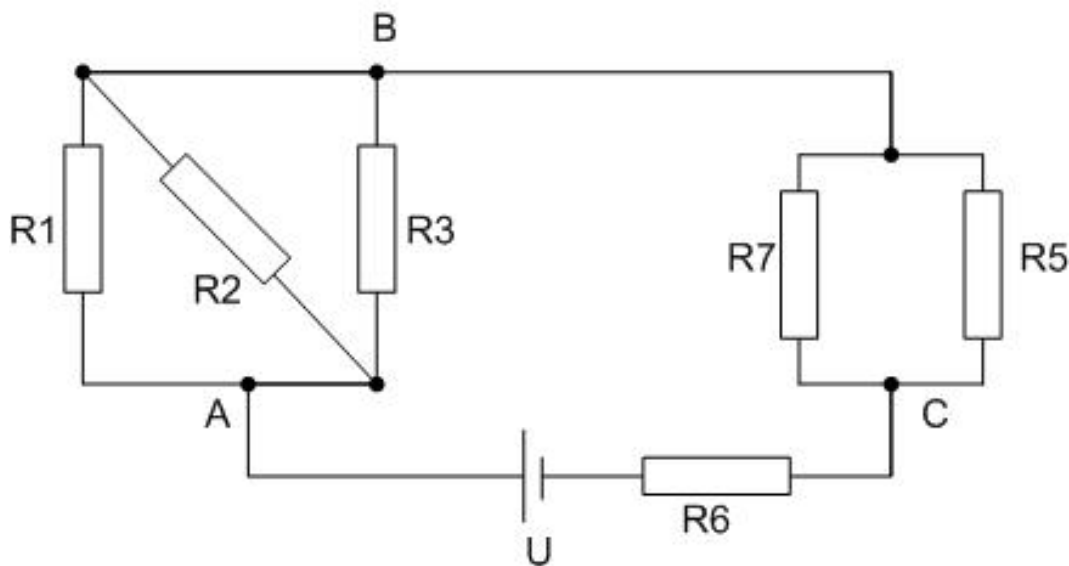
$$U_v = U_{v1} + U_{v2} = 2 \cdot I \cdot R_v$$

$$I = U_{uk} / (R_v + R_T + R_v) = 17.97 \text{ A}$$

$$U_v = 2 \cdot 17.97 \cdot 0.0708 = 2.54 \text{ V}$$

4. zadatak

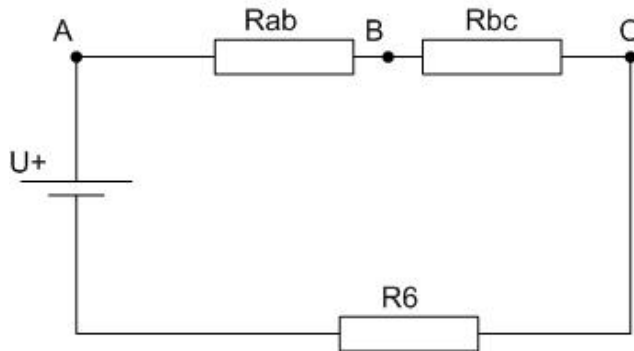
Poznati su otpori električnih trošila $R_1=18\Omega$, $R_2=22.5\Omega$, $R_3=90\Omega$, $R_7=30\Omega$, $R_5=45\Omega$, $R_6=13\Omega$ i napon izvora $U=220V$. Odrediti ukupnu snagu električne mreže na slici:



Rješenje zadatka

Nadomjesni otpori

$$P = ? \Rightarrow \frac{U^2}{R_{uk}}$$



$$1/R_{ab} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 = \mathbf{R_{ab} = 9\Omega}$$

$$1/R_{bc} = 1/R_4 + 1/R_5 = \mathbf{R_{bc} = 18\Omega}$$

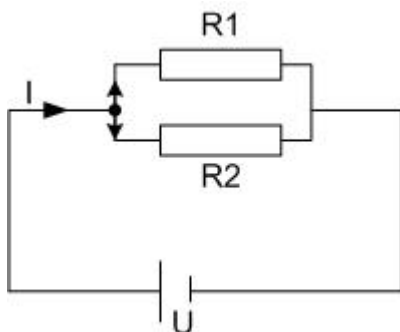
$$\mathbf{R_{uk} = R_{ab} + R_{bc} + R_6 = 9 + 18 + 13 = 40\Omega}$$

$$\mathbf{P_{uk} = U^2/R_{uk} = 220^2/40 = 1210W}$$



5. zadatak

Zadan je spoj otpora prema slici. Zadano je $I_2=4\text{A}$, $R_1=2\Omega$ i $R_2=2,5\Omega$. Treba odrediti struje I i I_1 te napon U :



Rješenje zadatka

$$U=U_1=U_2$$

$$U_2=I_2 \cdot R_2=10\text{V}$$

$$R_{uk}=R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2=1.11\Omega$$

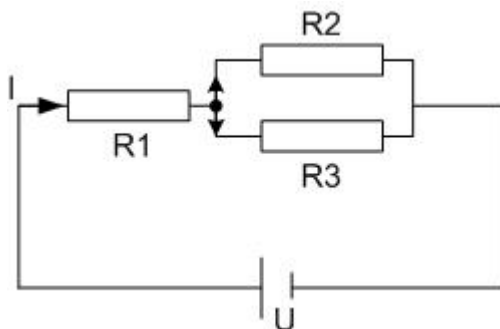
$$I_{uk}=10/1.11=9\text{A}$$

$$I_1=U_1/R_1=10/2=5\text{A}$$

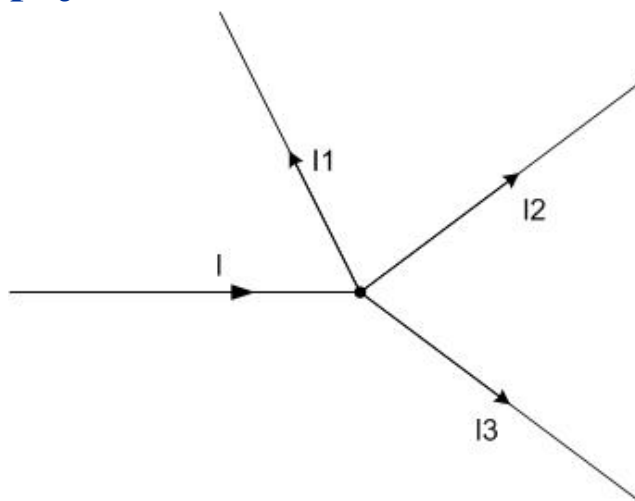


6. zadatak

Zadan je krug prema slici. Zadano je $R_1=3\Omega$, $R_2=3\Omega$, $R_3=2\Omega$ i $I=5A$. Treba odrediti struje I_2 i I_3 , pad napona U_1 na R_1 , U_2 na R_2 i napon izvora U :



Uvodni pojmovi



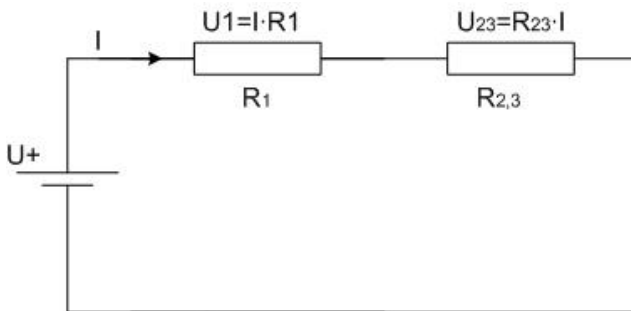
I. Kirchhoffov zakon

$$I=I_1+I_2+I_3$$

Suma struja koja ulaze u čvorište jednaka je sumi struja koja izlaze iz tog čvorišta



Rješenje zadatka



Paralelan spoj R_2 i R_3

$$R_{23} = R_2 \cdot R_3 / R_2 + R_3 = 1,2 \Omega$$

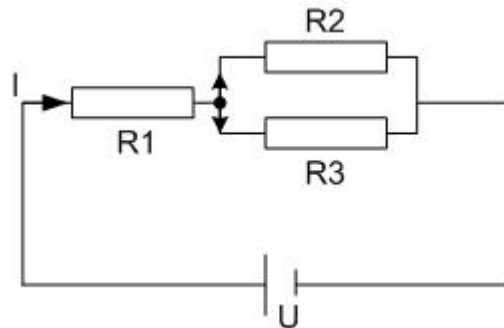
$$R_{uk} = R_1 + R_{23} = 3 + 1,2 = 4,2 \Omega$$

$$I_{uk} = \frac{U}{R_{uk}} = U_{uk} = 5 \cdot 4,2 = 21V$$

$$U_1 = I_{uk} \cdot R_1 = 5 \cdot 3 = 15V$$

$$U_2 = I_{uk} \cdot R_{23} = 5 \cdot 1,2 = 6V$$

$$I = I_2 + I_3$$



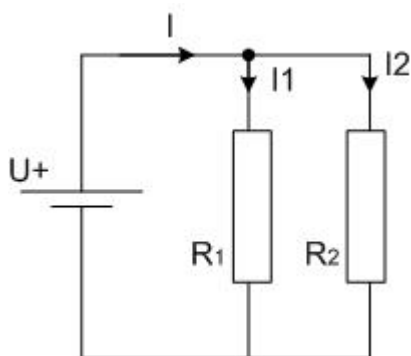
$$I_2 = U_{23} / R_2 = 2A$$

$$I_3 = U_{23} / R_3 = 3A$$

7. zadatak



Na napon mreže od $U=220\text{V}$ priključeno je trošilo od $P_1=2200\text{W}$. Ako se paralelno ovom trošilu priključi trošilo P_2 , onda je ukupni otpor oba trošila $R_u=4.4\Omega$. Koliki je P_2 ?





Rješenje zadatka

$$U=220V$$

$$P_1=2200W$$

$$R_{uk}=4.4\Omega$$

$$P_2=?$$

$$U=U_1=U_2 - \text{Paralelan spoj}$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{220^2}{2200} = 22\Omega$$

$$I_{uk} = \frac{220}{4.4} = 50A$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{22} = 10A$$

$$I_{uk} = I_1 + I_2$$

$$50 - 10 = I_2$$

$$R_2 = \frac{220}{40} = 5.5\Omega$$

$$P_2 = \frac{220^2}{5.5} = 8.8kW$$