

Zaštita životne sredine i zaštita na radu

Elektrotehnika, okolina i zaštita

Prvi deo kursa - 7 nedelja

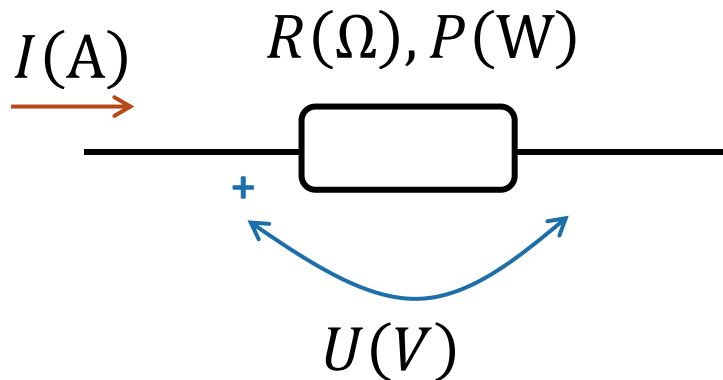
dr Miodrag Milutinov

- kabinet 132 NTP
- miodragm@uns.ac.rs

Drugi deo kursa – 7 nedelja

dr Marko Vekić

Podsećanje sa prošlog časa ...



$$U = RI$$

Omov zakon

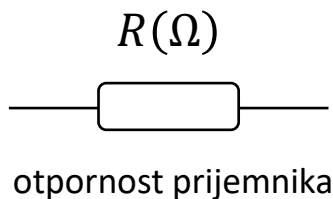
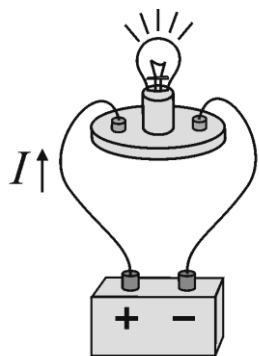
$$P = UI$$

Džulov zakon

Prosto električno kolo

Prosto električno kolo je sačinjeno od jednog generatora i jednog prijemnika.

Ako je poznata **otpornost** prijemnika tada se jačina struje određuje na sledeći način:

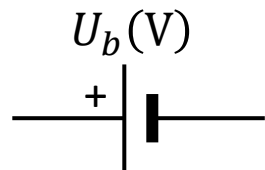


$$U = RI$$

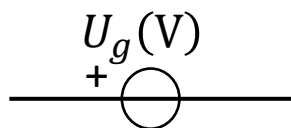
$$U = U_g \quad \longrightarrow \quad I = \frac{U_g}{R}$$

Snaga prijemnika $P_p = UI = RI^2$

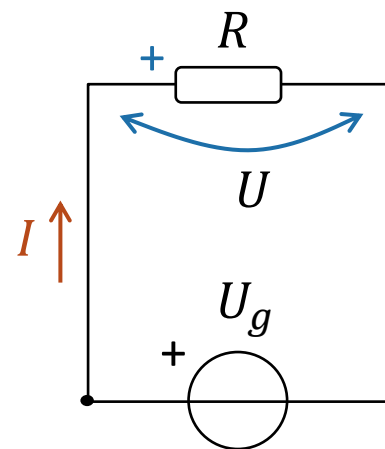
Snaga generatora $P_g = UI = U_g I$



napon baterije



napon generatora



Prosto električno kolo

U praksi prijemnik ima definisan nominalni napon U i snagu P



$$U = 12 \text{ V}$$

$$P = 55 \text{ W}$$



$$U = 220 \text{ V}$$

$$P = 1400 \text{ W}$$

Nominalni napon U - napon pri kome prijemnik ispravno radi.

Nominalna snaga P - snaga prijemnika pri nominalnom naponu.

Jačina struje prijemnika $I = \frac{P}{U}$

Otpornost prijemnika $R = \frac{U}{I}$

Prosto električno kolo

Odrediti jačinu struje i otpornost sijalice ako je snaga sijalice 55 W a nominalni napon 12 V.



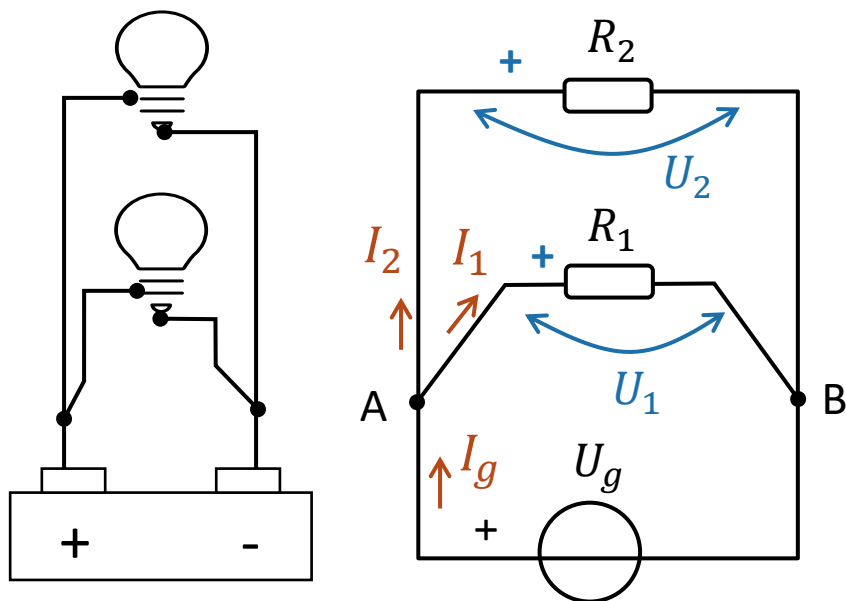
$$U = 12 \text{ V}$$

$$P = 55 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{55}{12} = 4,6 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{4,6} = 2,6 \text{ } \Omega$$

Paralelna kola



U paralelnim kolima, **napon** na svakoj komponenti je isti.

$$U_1 = U_2 = U_g$$

Ukupna **struja** je zbir struja koja prolazi kroz svaku komponentu.

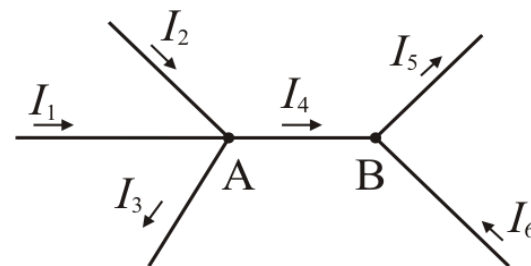
$$I_g = I_1 + I_2$$

Prvi Kirhofov zakon

$$\sum \pm I = 0$$

+ izlazi iz čvora
- ulazi u čvor

ili $\sum_{\text{Ulazi u čvor}} +I = \sum_{\text{Izlazi iz čvora}} +I$



A) $-I_1 - I_2 + I_3 + I_4 = 0$

Paralelna kola

Ako su poznate otpornosti prijemnika

Struje određujemo iz Omovog i prvog Kirhofovog zakona

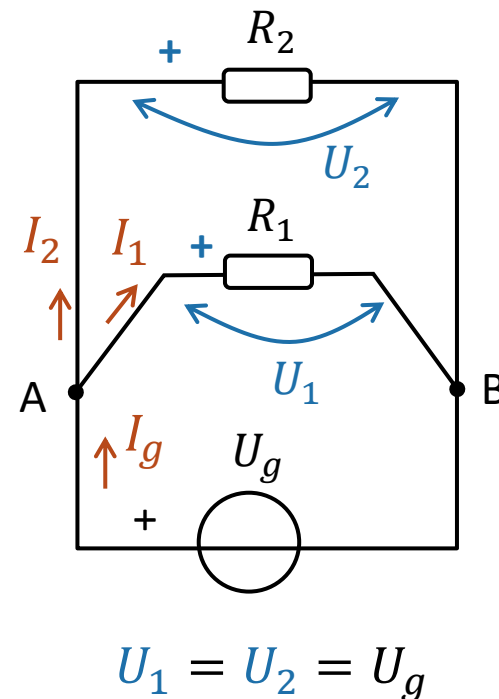
$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_g}{R_1} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_g}{R_2} \quad I_g = I_1 + I_2$$

Snage određujemo iz Džulovog zakona.

$$P_1 = U_1 I_1 = \frac{U_g^2}{R_1} \quad P_2 = U_2 I_2 = \frac{U_g^2}{R_2}$$

$$P_g = U_g I_g \quad \text{ili} \quad P_g = P_1 + P_2$$

Snaga je najveća na prijemniku najmanje otpornosti.



Paralelna kola

Ako su poznate snage prijemnika

Struje određujemo iz Džulovog i prvog Kirhofovog zakona

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{P_1}{U_g} \quad I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{P_2}{U_g} \quad I_g = I_1 + I_2$$

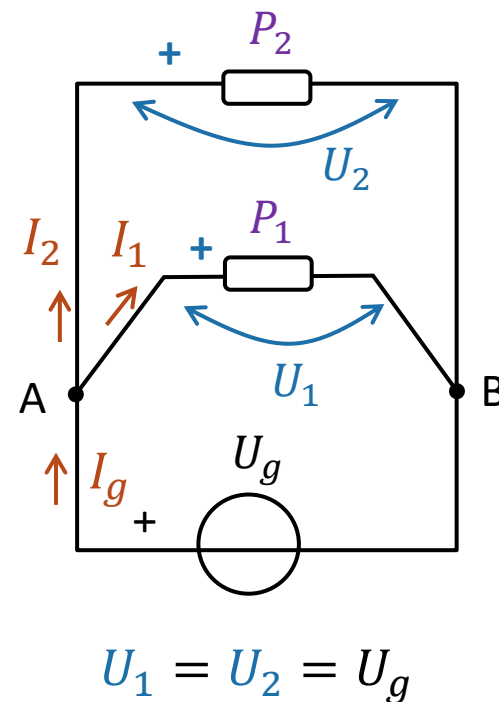
STRUJA je najveća kroz prijemnik najveće **snage**.

Snaga generatora.

$$P_g = U_g I_g \quad \text{ili} \quad P_g = P_1 + P_2$$

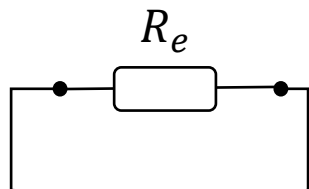
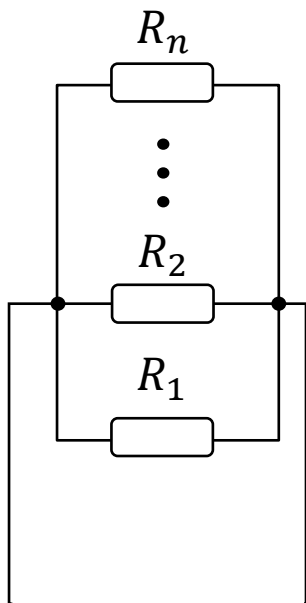
Otpornost određujemo iz Omovog zakona.

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_g^2}{P_1} \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_g^2}{P_2}$$



Paralelna kola

Više paralelno vezanih prijemnika možemo zameniti prijemnikom ekvivalentne otpornosti.



Ekvivalentna otpornost:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

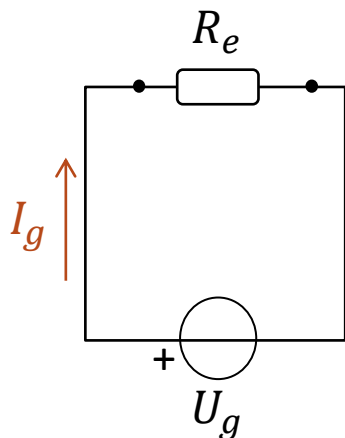
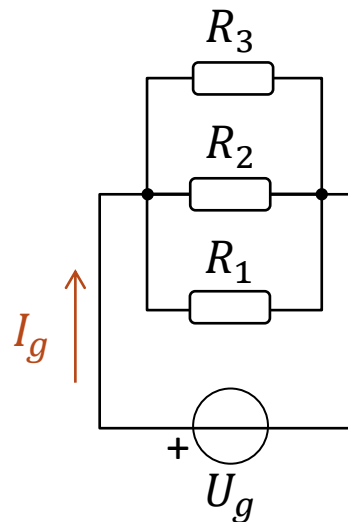
Ako je povezano N prijemnika iste otpornosti

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} = \frac{N}{R} \quad R_e = \frac{R}{N}$$

Paralelna kola

Tri otpornika su povezana paralelno i priključena na generator. Odrediti ekvivalentnu otpornost i jačinu struje kroz generator.

$$R_1 = 80\Omega, R_2 = 40\Omega, R_3 = 20\Omega, U_g = 20V$$



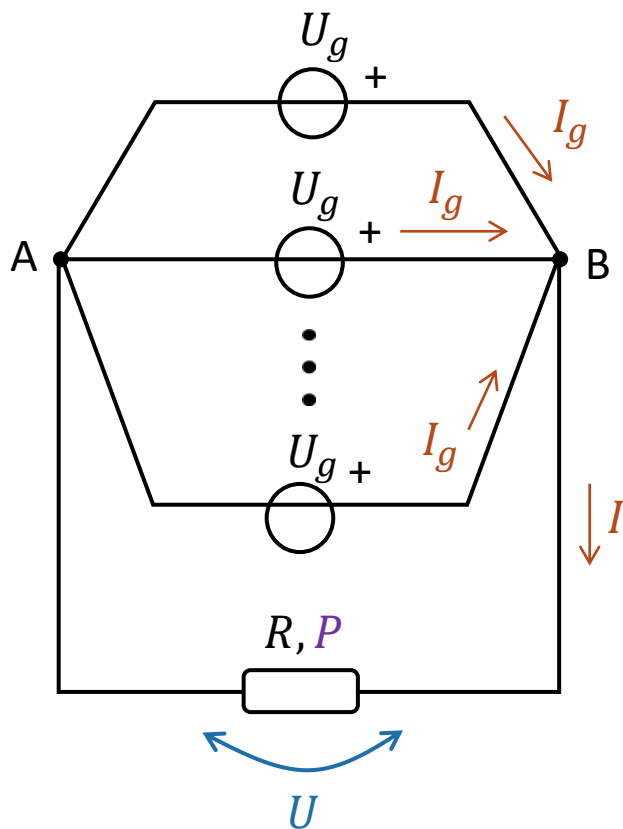
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{80} + \frac{1}{40} + \frac{1}{20} = \frac{1}{80} + \frac{2}{80} + \frac{4}{80}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{7}{80} \quad R_e = \frac{80}{7} = 11,43\Omega$$

$$I_g = \frac{U_g}{R_e} = 1,75A$$

Uraditi na vežbama

Paralelna kola



$$U = U_g$$

Paralelnom vezom N generatora se obezbeđuje veća struja a samim tim i veća snaga prijemnika.

$$I = I_g + I_g + \dots + I_g = N \cdot I_g \quad / \cdot U_g$$

$$P = P_g + P_g + \dots + P_g = N P_g$$



Paralelna kola

Sijalica baterijske lampe napona 1,5 V ima snagu od 3 W. Koliko je minimalno potrebno baterija napona 1,5 V i kapaciteta 2400 mAh spojiti paralelno da bi sijalica svetlela 24h?

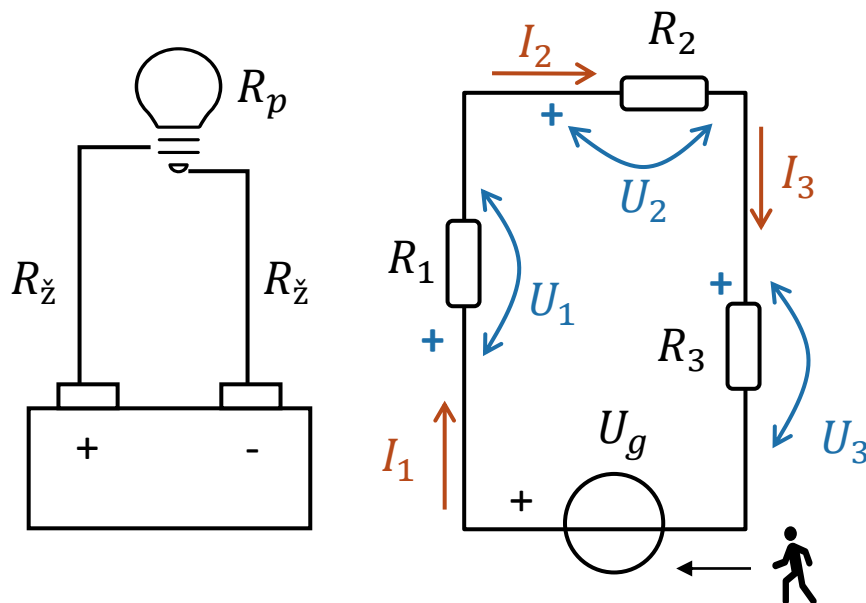
$$Q_g = 2400 \text{ mAh} \qquad I_g = \frac{Q_g}{t} = \frac{2400}{24} = 100 \text{ mA}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ A} \qquad I \leq N \cdot I_g \qquad \frac{I}{I_g} \leq N \qquad 20 \leq N$$

$$P_g = U_g I_g = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ W} \qquad P \leq N P_g \qquad \frac{P}{P_g} \leq N \qquad 20 \leq N$$

Uraditi na vežbama

Redna (serijska) kola



Struja je ista kroz sve elemente u rednoj vezi.

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_g = I$$

Ukupan **napon** je zbir napona na svakom elementu.

$$U_g = U_1 + U_2 + U_3$$

Drugi Kirhofov zakon

$$\sum \pm U = 0$$

Algebarski zbir napona duž zatvorene konture jednak je nuli. Smer obilaska kontura i polazna tačka mogu se proizvoljno izabrati.

Ako naiđemo na + kraj elementa, napon ulazi u zbir sa pozitivnim predznakom.

$$-U_g + U_1 + U_2 + U_3 = 0$$

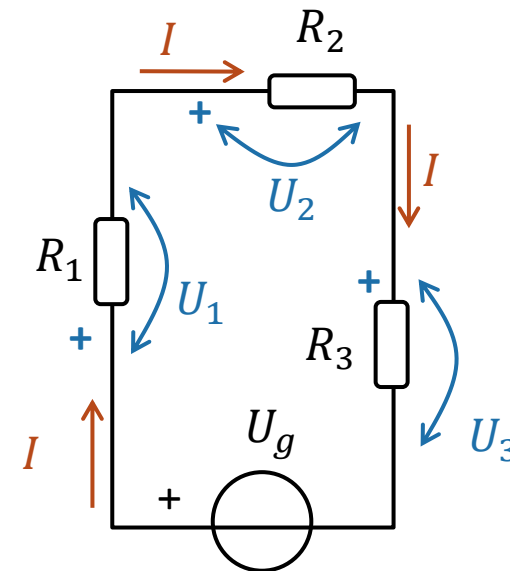
Redna (serijska) kola

$$U_1 = R_1 I \quad U_2 = R_2 I \quad U_3 = R_3 I$$

Napon je najveći na elementu najveće otpornosti.

$$P_1 = R_1 I^2 \quad P_2 = R_2 I^2 \quad P_3 = R_3 I^2$$

Snaga je najveća na elementu najveće otpornosti.

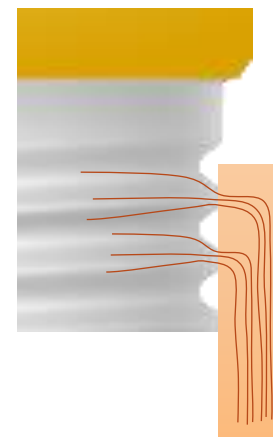
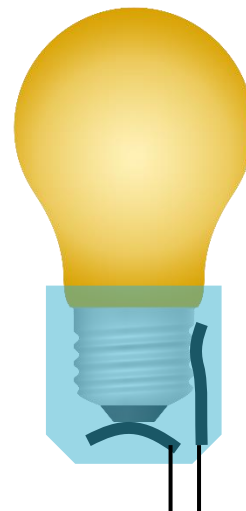
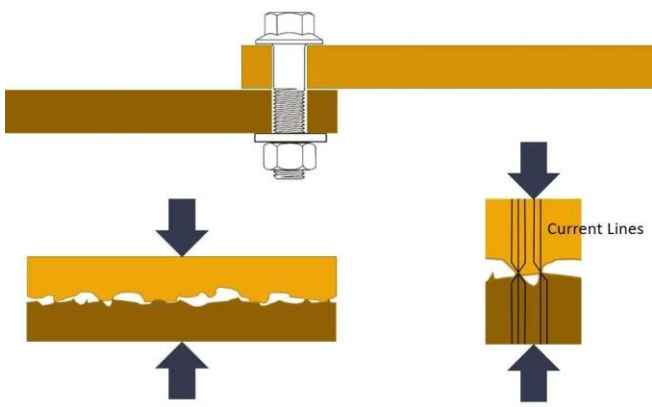


Određivanje struje $U_g = U_1 + U_2 + U_3 = R_1 I + R_2 I + R_3 I = (R_1 + R_2 + R_3) I$

$$I = \frac{U_g}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Redna (serijska) kola

Otpornost kontakta - Loš kontakt unosi serijsku otpornost



- Loš kontakt smanjuje jačinu struje kroz prijemnik
- Loš kontakt smanjuje snagu prijemnika
- Loš kontakt se zagreva

$$I = \frac{U_g}{R_k + R_p + R_k}$$

$$P_p = R_p I^2$$

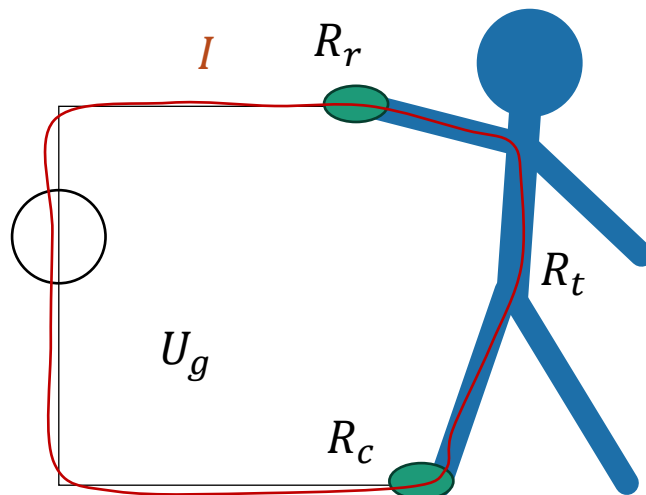
$$P_k = R_k I^2$$

Redna (serijska) kola

- Otpornost kontakta
- Loš kontakt unosi serijsku otpornost
 - Loš kontakt smanjuje jačinu struje kroz prijemnik

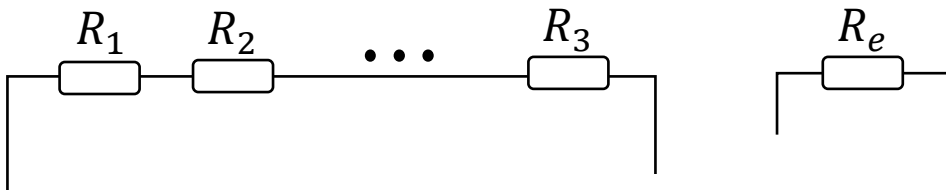


$$I = \frac{U_g}{R_r + R_t + R_c}$$



Redna (serijska) kola

Više redno vezanih elemenata možemo zameniti jednim elementom ekvivalentne otpornosti.



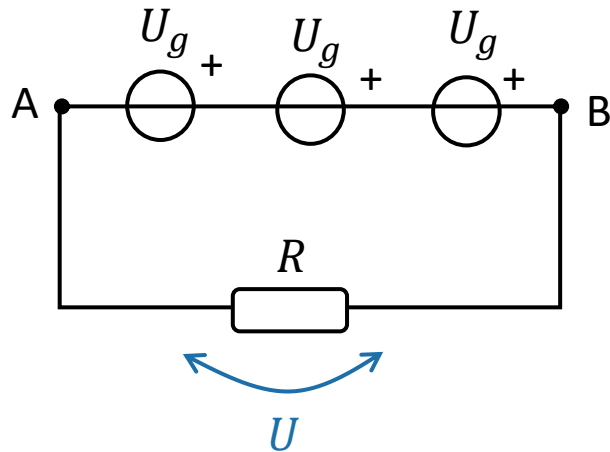
Ekvivalentna otpornost:

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Ako je N elemenata iste otpornosti:

$$R_e = NR$$

Redna (serijska) kola



Rednom vezom N generatora se obezbeđuje veći napon prijemnika.

$$U = U_g + U_g + \dots + U_g = N \cdot U_g$$

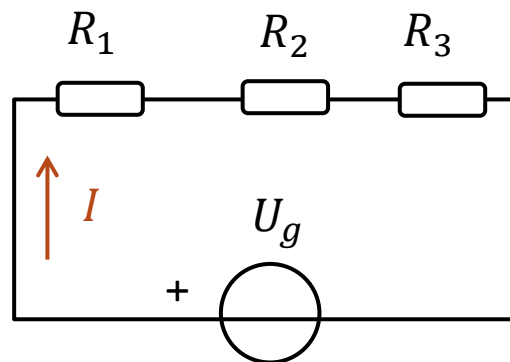


Redna (serijska) kola

Odrediti ekvivalentnu otpornost tri redno vezana otpornika otpornosti $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 50\Omega$, priključena na generator napona 50V pa odrediti jačinu struje.

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 = 100\Omega$$

$$I = \frac{U_g}{R_e} = 0,5\text{A}$$



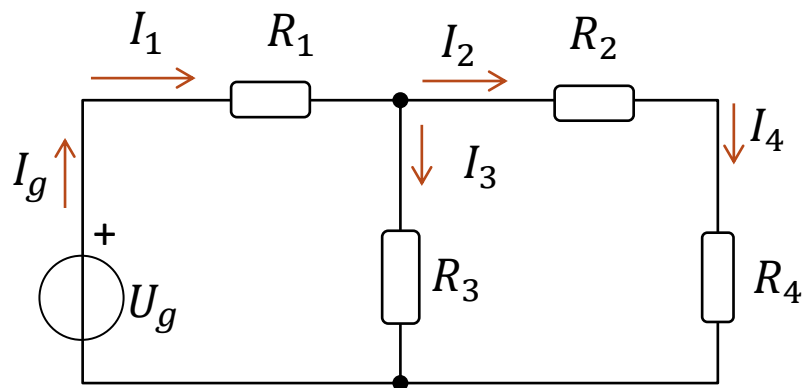
Odrediti otpornost prijemnika R_2 tri redno vezana otpornika otpornosti $R_1 = 100\Omega$, R_2 , $R_3 = 300\Omega$, priključena na generator napona 100 V ako je jačinu struje 0,1 A.

$$R_e = \frac{U_g}{I} = 1000\Omega$$

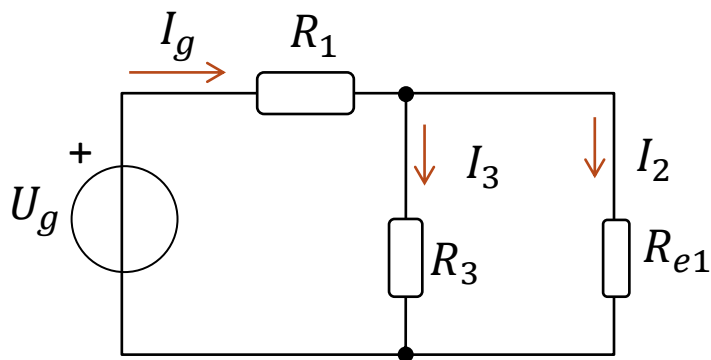
$$R_2 = R_e - R_1 - R_3 = 600\Omega$$

Uraditi na vezbama

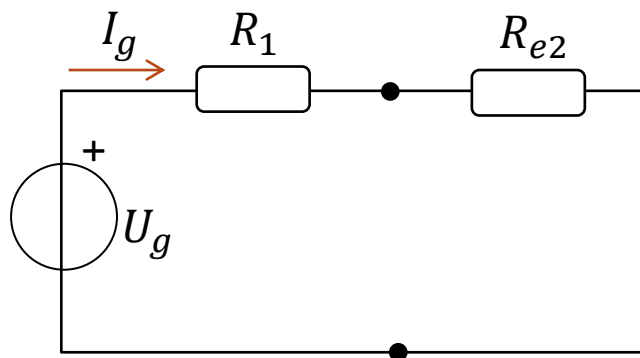
Mešovita veza



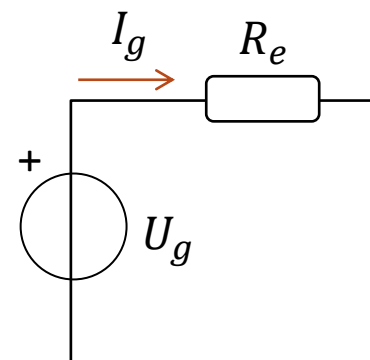
Ekvivalentna otpornost se određuje postepenim zamenjivanjem rednih i paralelnih veza.



$$R_{e1} = R_2 + R_4$$



$$R_{e2} = \frac{R_3 R_{e1}}{R_3 + R_{e1}}$$



$$R_e = R_1 + R_{e2}$$

$$I = \frac{U_g}{R_e}$$

Pitanja

1. Kako se određuje jačina struje u prostom kolu?
2. Šta je zajedničko za sve redno vezane elemente?
3. Šta je zajedničko za sve paralelno vezane elemente?
4. Ako su otpornici vezani redno, na kom otporniku je najveća snaga?
5. Ako su otpornici vezani paralelno, na kom otporniku je najveća snaga?
6. Zašto se baterije povezuju paralelno?
7. Zašto se baterije povezuju redno?
8. Kako glasi prvi Kirhofov zakon?
9. Kako glasi drugi Kirhofov zakon?
10. Koje su posledice lošeg kontakta?