

# Industrijsko inženjerstvo

## Osnovi elektrotehnike

### Električna struja 2

1. Prosto kolo
2. Redna veza
3. Paralelna veza
4. Mešovita veza
5. Prekid i otvorena veza

van. prof. dr Miodrag Milutinov

kabinet 132 NTP

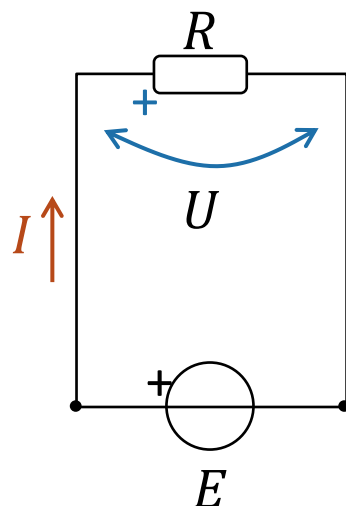
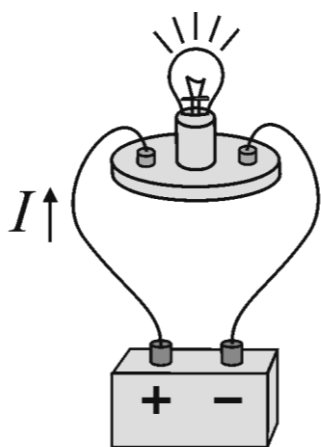
[miodragm@uns.ac.rs](mailto:miodragm@uns.ac.rs)



# Prosto električno kolo

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

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



$$\left. \begin{array}{l} U = RI \\ U = E \end{array} \right\} E = RI \rightarrow I = \frac{E}{R}$$

$$P_p = RI^2 \quad \text{Snaga prijemnika}$$

$$P_g = EI \quad \text{Snaga generatora}$$

# Prosto električno kolo

Najčešće prijemnik ima definisan **nominalni napon**  $U$  i **nominalnu snagu**  $P$



$U = 12\text{ V}$   
 $P = 20\text{ W}$



$U = 220\text{ V}$   
 $P = 1400\text{ W}$

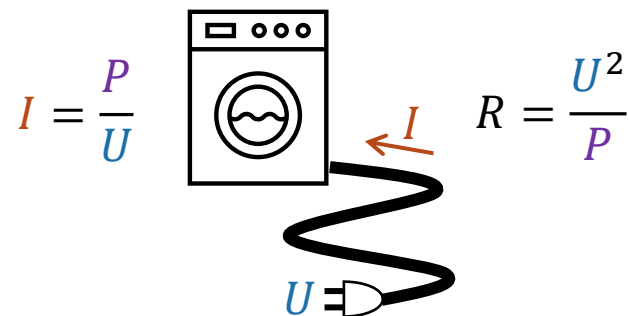


$U = 220\text{ V}$   
 $P = 2000\text{ W}$

**Nominalni napon**  $U$  - napon pri kome uređaj ispravno radi.

**Nominalna snaga**  $P$  - snaga uređaja.

$$P = U \cdot I \quad \text{Džulov zakon} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

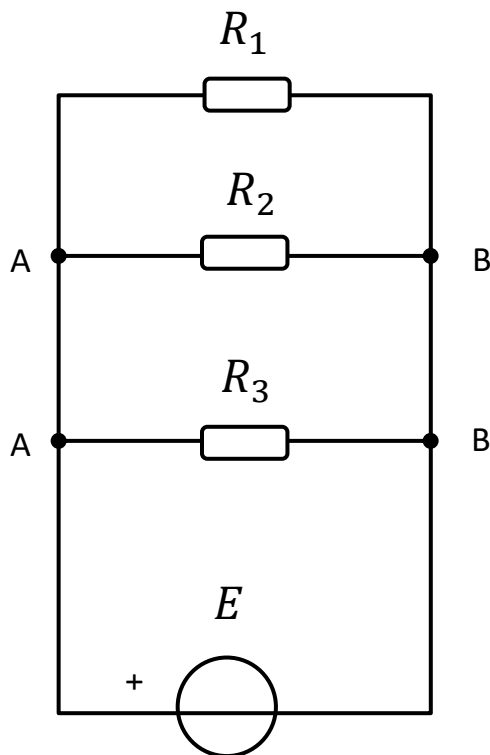
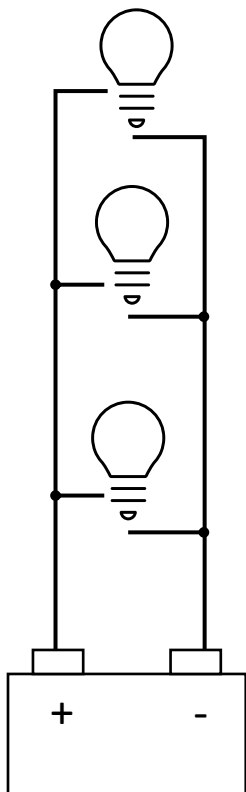


# Prosto električno kolo

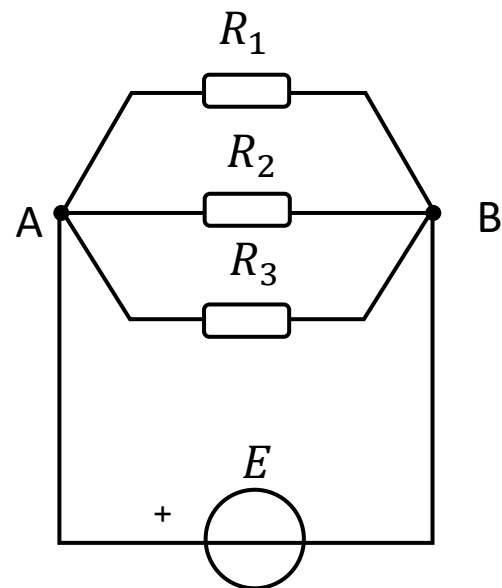
Sijalica nominalne snage 55 W i nominalnog napona 12 V je priključena na akumulator napona 12 V.  
Odrediti jačinu struje i otpornost sijalice.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{55}{12} = 4,58 \text{ A} \qquad R = \frac{U^2}{P} = \frac{144}{55} = 2,62 \, \Omega$$

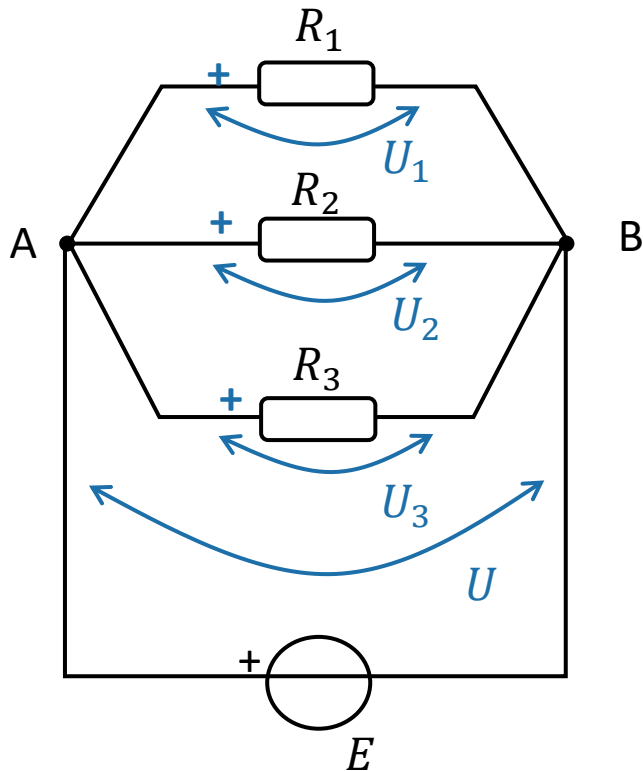
# Paralelna veza elemenata



Sve tačke koje povezuje provodnik su na istom potencijalu.



# Paralelna veza elemenata



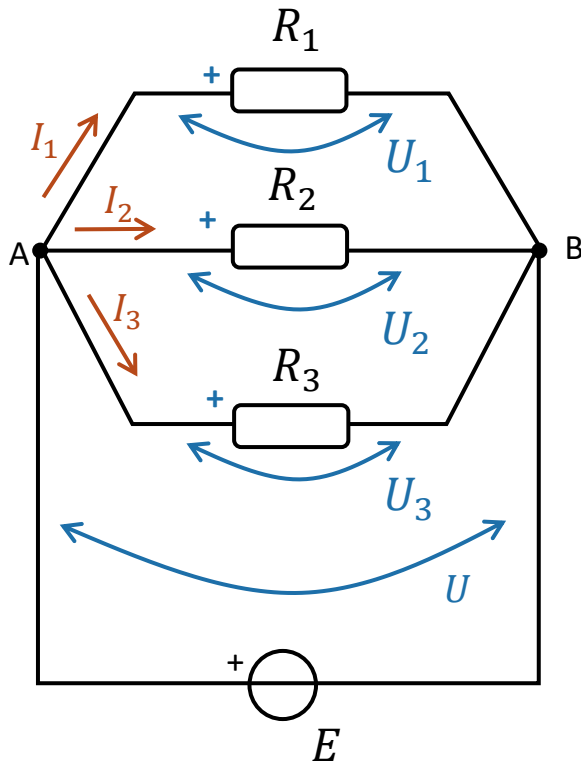
Napon na svim paralelno vezanim elementima je isti.

$$U_1 = U_2 = U_3 = U = U_{AB}$$

Ako je jedan od elemenata i generator ems  $E$  tada je

$$U_{AB} = E$$

# Paralelna veza elemenata



Ako su poznate otpornosti prijemnika (otpornika), tada su struje prijemnika

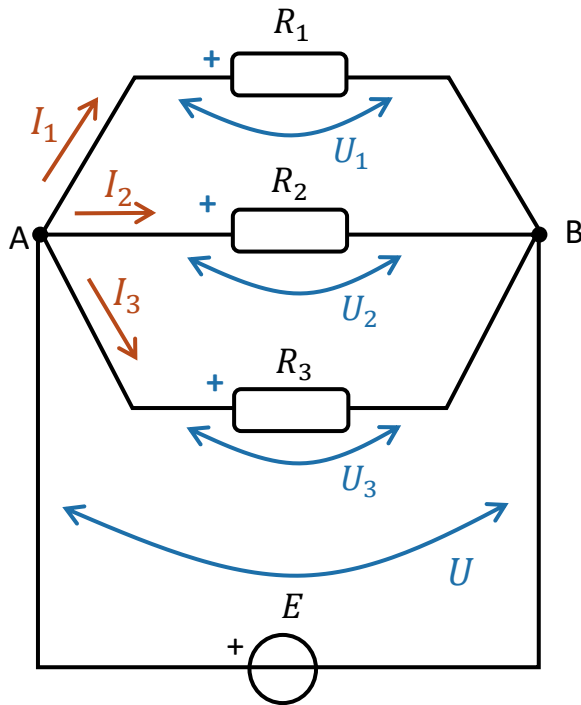
$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Ako je jedan od elemenata i generator ems  $E$  tada je

$$I_1 = \frac{E}{R_1} \quad I_2 = \frac{E}{R_2} \quad I_3 = \frac{E}{R_3}$$

**STRUJA** je najveća kroz prijemnik najmanje otpornosti.

# Paralelna veza elemenata



Ako su poznate otpornosti prijemnika (otpornika), tada su snage prijemnika

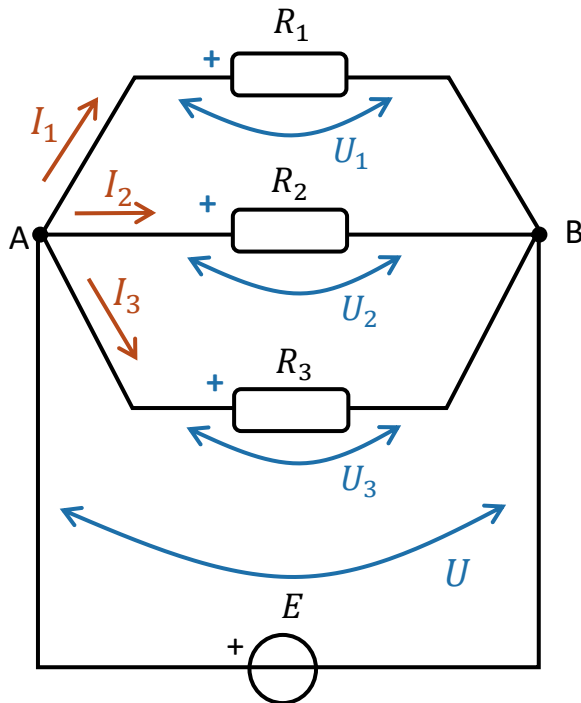
$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} \quad P_2 = \frac{U^2}{R_2} \quad P_3 = \frac{U^2}{R_3}$$

Ako je jedan od elemenata i generator ems  $E$  tada je

$$P_1 = \frac{E^2}{R_1} \quad P_2 = \frac{E^2}{R_2} \quad P_3 = \frac{E^2}{R_3}$$

**SNAGA** je najveća na prijemniku najmanje otpornosti.

# Paralelna veza elemenata

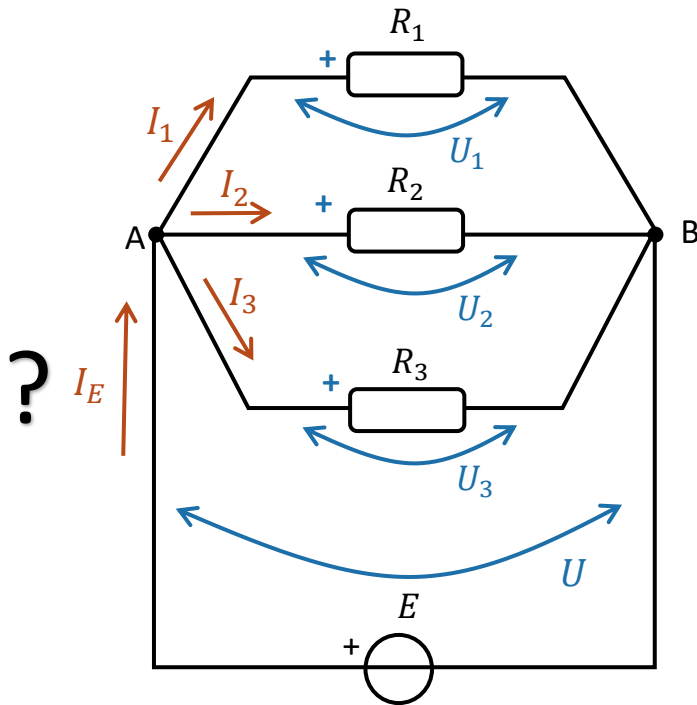


Ako su poznate **SNAGE** prijemnika (otpornika), tada su struje prijemnika

$$I_1 = \frac{P_1}{U} \quad I_2 = \frac{P_2}{U} \quad I_3 = \frac{P_3}{U}$$

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

# Prvi Kirhofov zakon



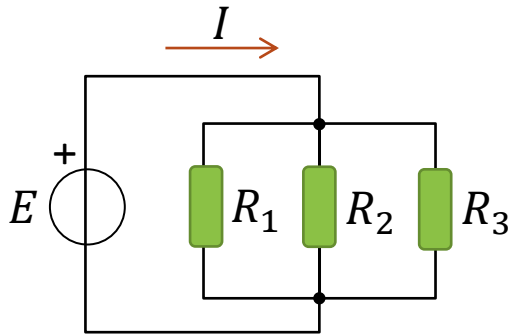
Algebarski zbir jačina struja svih grana koje se spajaju u čvoru jednak je nuli.

$$\sum \pm I = 0$$

- Ako struja izlazi iz čvora,  $+I$
- Ako struja ulazi u čvor,  $-I$

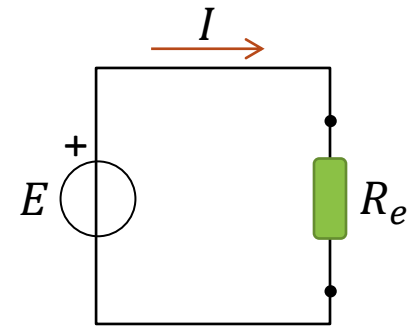
$$A) +I_1 + I_2 + I_3 - I_E = 0$$

# Paralelna veza elemenata

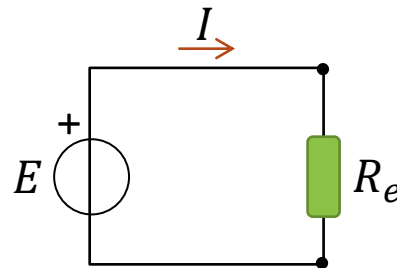
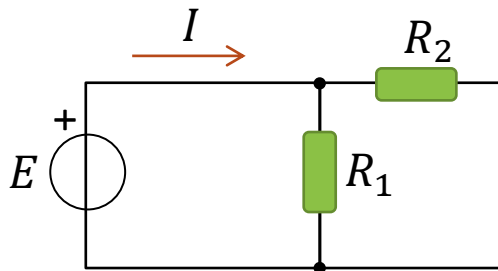


Ekvivalentna otpornost:

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



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

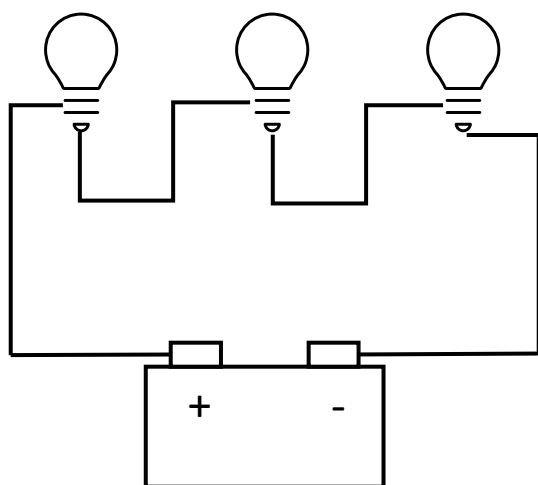


$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

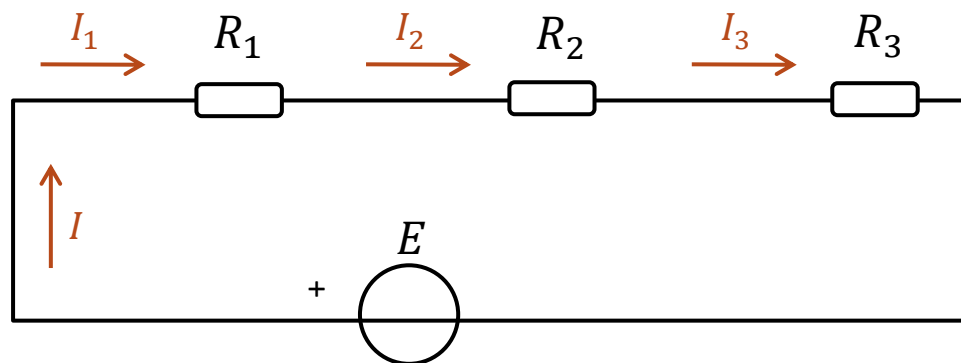
$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# Redna veza elemenata

U električnim kolima se otpornici ponekad (ako je potrebno) vezuju redno.



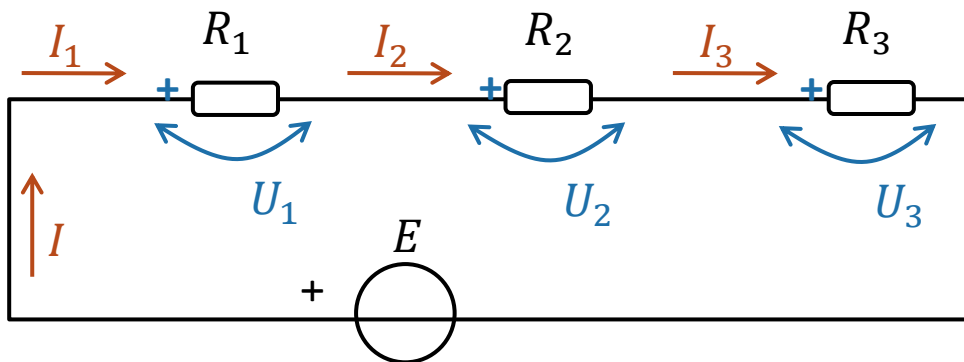
U praksi se prijemnici  
NIKADA ne vezuju redno!



$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

**Struja** kroz sve redno vezane elemente je ista.

# Redna veza elemenata



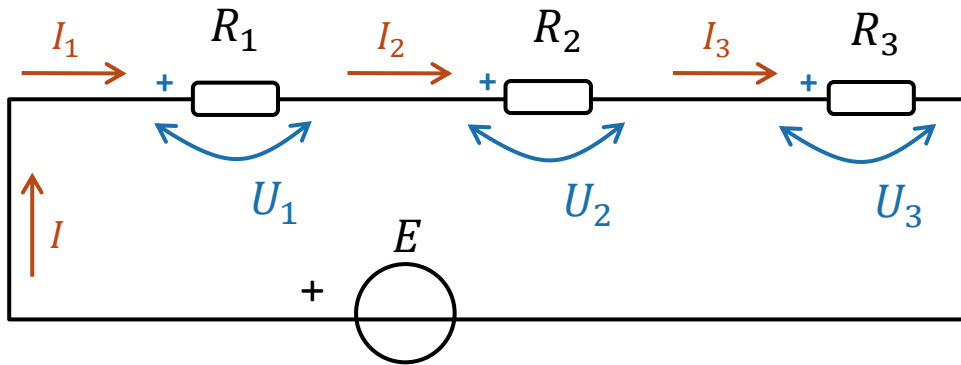
$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

Ako su poznate otpornosti otpornika, tada su **naponi** na otpornicima

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

**Napon** je najveći na otporniku najveće otpornosti.

# Redna veza elemenata



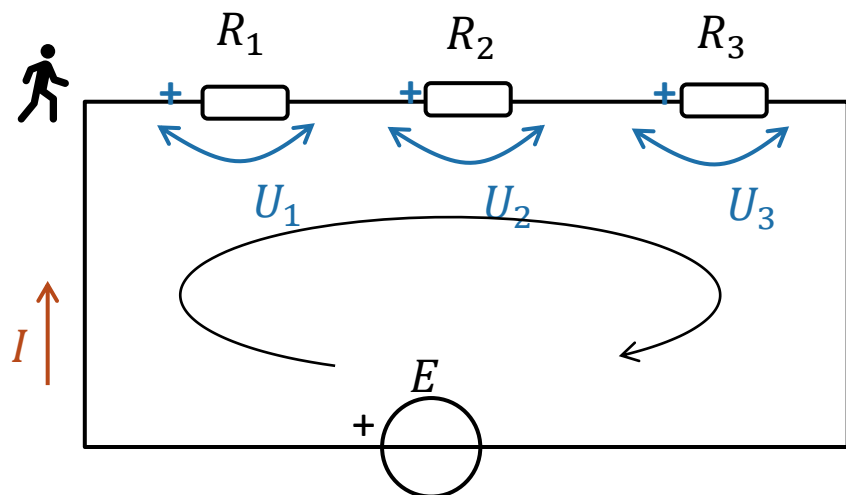
$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

Ako su poznate otpornosti otpornika, tada su **snage** otpornika

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

**Snaga** je najveća na otporniku najveće otpornosti.

# Drugi Kirhofov zakon



Algebarski zbir napona duž zatvorene konture jednak je nuli.

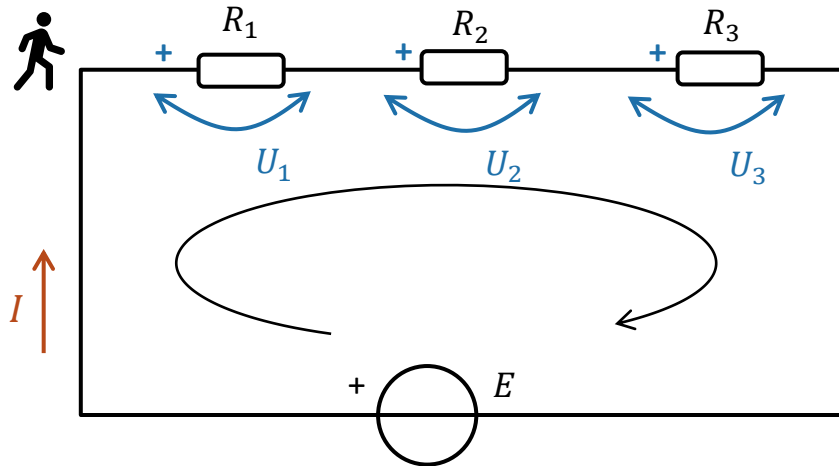
$$\sum \pm U = 0$$

Smer obilaska kontura i polazna tačka mogu se proizvoljno izabrati.

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

Ako prilikom obilaska konture prvo naiđemo na + kraj elementa, napon na tom elementu ulazi u zbir sa pozitivnim predznakom.

# Redna veza elemenata



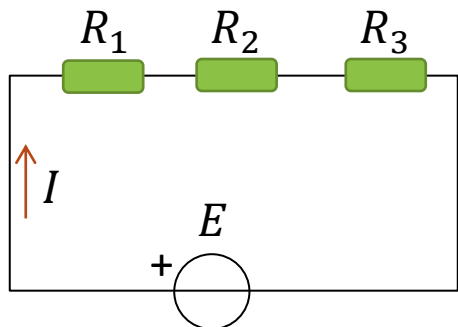
$$+U_1 + U_2 + U_3 - E = 0$$

Određivanje struje u slučaju redne veze:

$$+R_1 I + R_2 I + R_3 I - E = 0$$

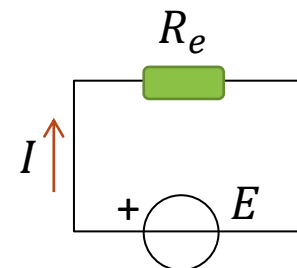
$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$$

# Redna veza elemenata

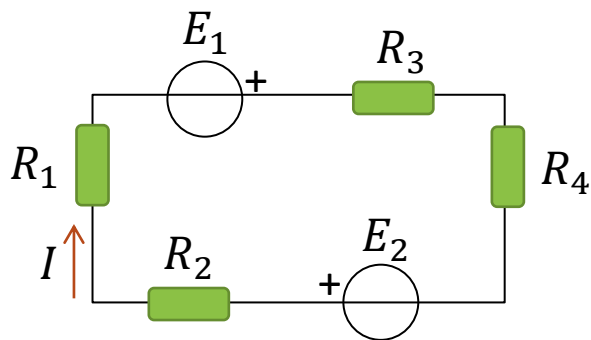


Ekvivalentna otpornost:

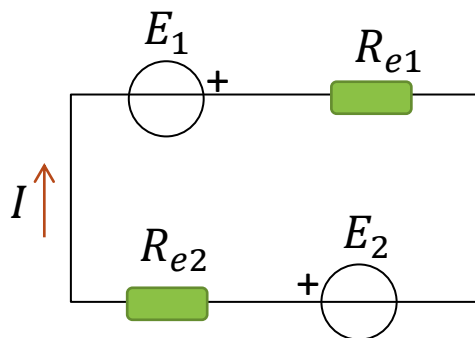
$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



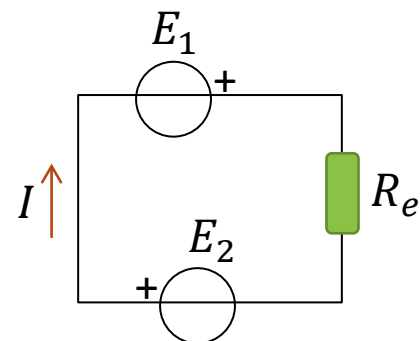
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$



$$R_{e1} = R_3 + R_4$$

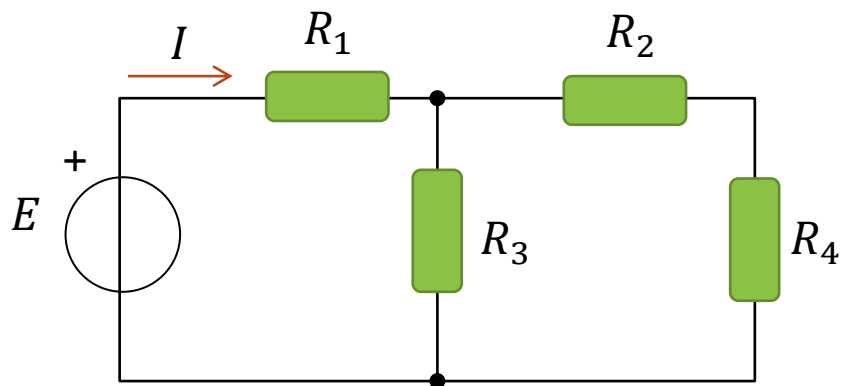


$$R_{e2} = R_1 + R_2$$

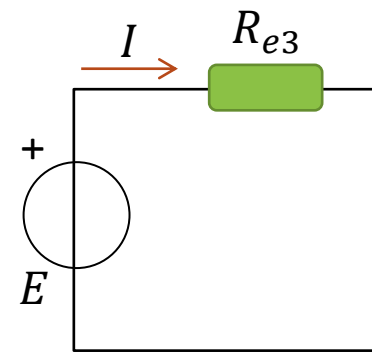
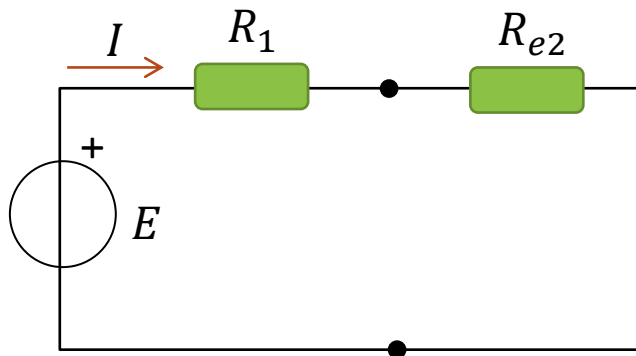
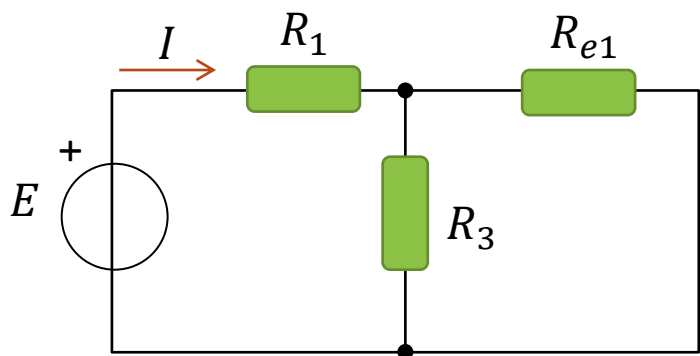


$$R_e = R_{e1} + R_{e2}$$

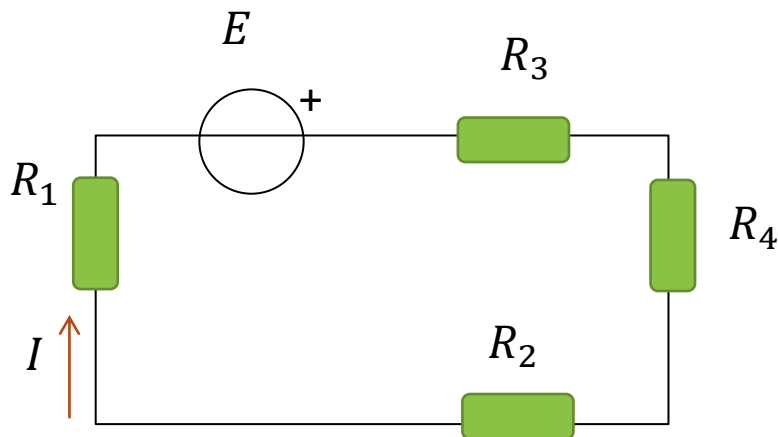
# Mešovita veza



Ekvivalentna otpornost se određuje postepenim zamenjivanjem rednih i paralelnih veza.



# Kratka veza

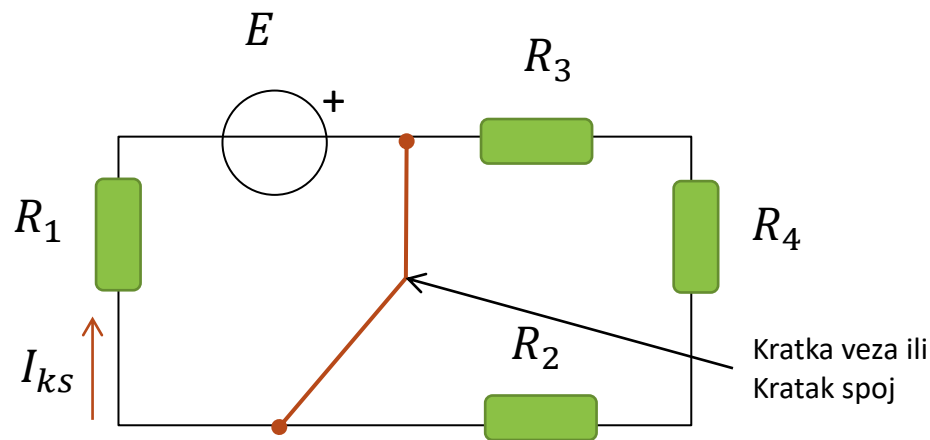


$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

Kratka veza nastaje kada se provodnikom dve tačke u kolu dovedu na isti potencijal.

Napon kratkog spoja je NULA volti.

Sva struja ide kroz kratku vezu.



$$U_{AB} = 0 \quad I_{ks} = \frac{E}{R_1} \gg I$$

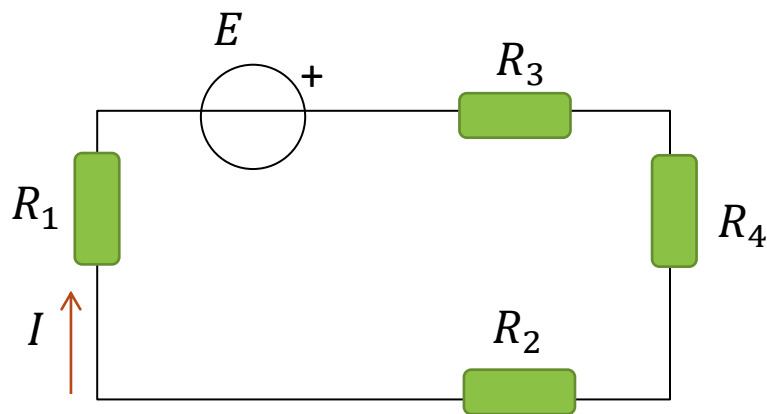
U praksi predstavlja neželjenu situaciju - incident.

Rezultat je povećanje struje u kolu.

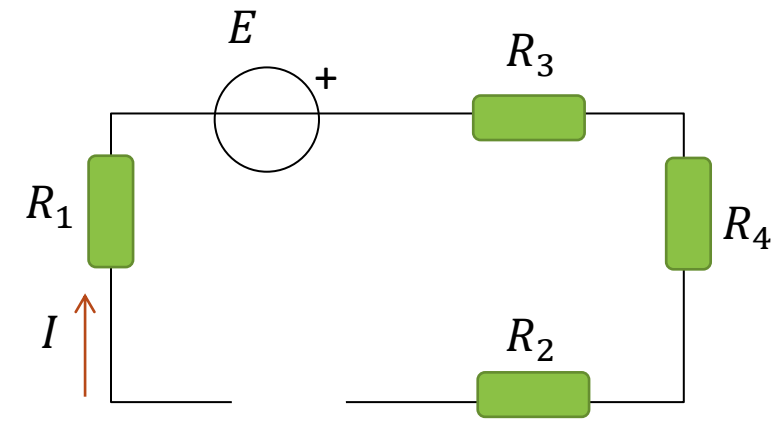
Zagrevanje baterije i brža potrošnja baterije.

Izazivanje požara usled pregrevanja provodnika.

# Prekid



$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$



$$I = 0 \quad U_{AB} = E$$

Prekid

**Prekid nastaje kada se provodnik prekine.**

To može da se desi usled

- Pregrevanja (osigurač)
- Mehaničkog oštećenja

U praksi može predstavljati neželjenu situaciju - incident.

Jačina struje je NULA i nema opasnosti od pregrevanja.

**Napon na krajevima prekida je jednak naponu baterije. Mogućnost od elektrošoka.**

# Pitanja

1. Šte je to prosto kolo? 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. Kako glasi prvo Kirhofov zakon?
7. Kako glasi drugi Kirhofovo zakon?
8. Koliki je napon kratkog spoja? Šta mogu biti posledice kratkog spoja?
9. Kolika je struja prekida? Šta mogu biti posledice prekida?