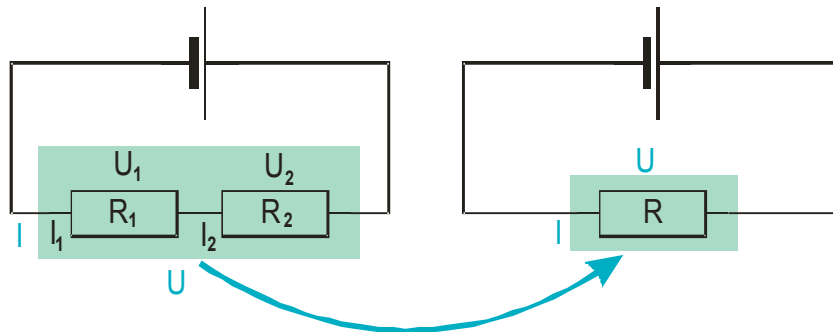


4.2.12 Spojování rezistorů I

Předpoklady: 4111, 4207, 4210

Jde nám o to nahradit dva nebo více rezistorů jedním rezistorem tak, aby nebylo zvenku možné poznat rozdíl. Nová součástka se musí vzhledem ke zbytku obvodu chovat stejně jako se v součtu chovaly rezistory, které jsem nahradil.

Sériové zapojení



Př. 1: Napiš vztahy, která platí pro proudy I_1 , I_2 , I a napětí U_1 , U_2 , U v původním sériovém obvodu a zjednodušeném obvodu, pokud nemá být záměna z venku rozlišitelná.

Platí pro I a U :

$I = I_1 = I_2$ - jeden drát, stále stejný proud, elektrony nemají kam se rozběhnout

$U = U_1 + U_2$ - součástky za sebou, napětí se rozdělí

Na všech součástkách platí podle Ohmova zákona: $U = I \cdot R$, dosadím do předchozího vztahu

$I \cdot R = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2$ platí $I = I_1 = I_2$ (sériový obvod, proud je všude stejný)

$I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 \quad | : I$

$R = R_1 + R_2$

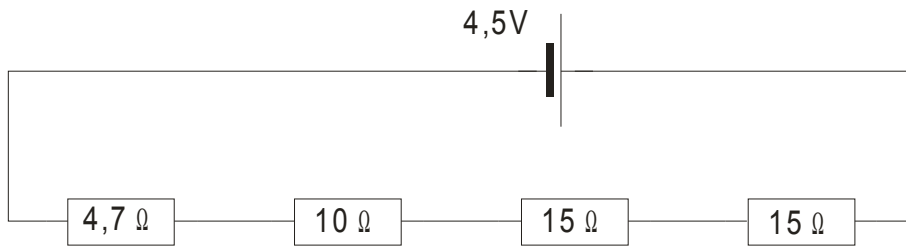
Dva sériově zapojené rezistory o odporech R_1 a R_2 můžeme nahradit jedním rezistorem o odporu $R = R_1 + R_2$.

Př. 2: Zhodnoť možnou správnost odvozeného vzorce pomocí významu, který má v elektrickém obvodu odpor.

Odpor = překážka pro průchod elektronů

Elektrony musí projít přes oba odpory \Rightarrow výsledný odpor je větší (cesta je horší) než pro jeden z odporů (elektron musí projít přes dvě překážky).

Př. 3: Spočti celkový odpor rezistorů zapojených v sériovém zapojení z předchozí hodiny. S pomocí společného odporu urči napětí a proud na všech součástkách.

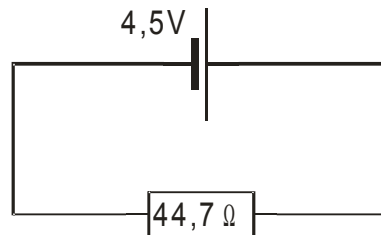


spočítám výsledný odpor:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

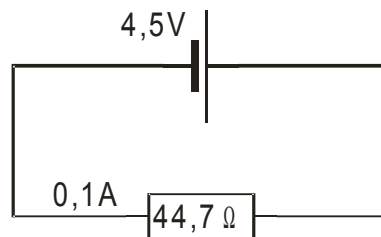
$$R = 4,7 + 10 + 15 + 15 \Omega = 44,7 \Omega$$

Získal jsem zjednodušený obvod:

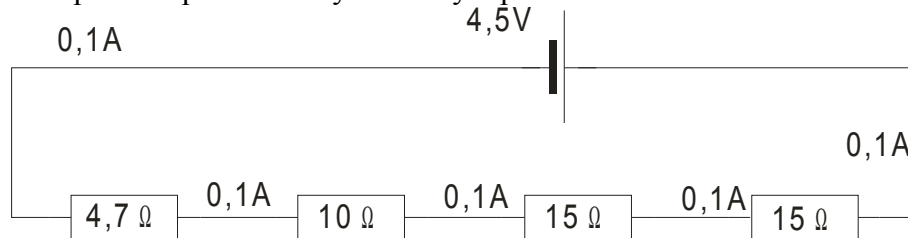


spočítám proud (všude stejný):

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{4,5}{44,7} \text{ A} = 0,1 \text{ A}$$



Tento proud poteče i přes všechny rezistory v původním obvodu.



Spočítám jednotlivá napětí:

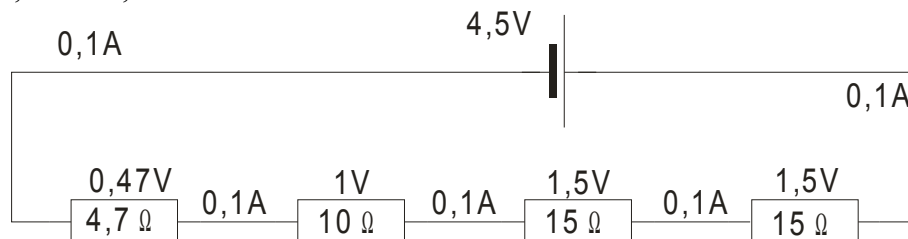
$$U = I \cdot R$$

$$U_1 = 0,1 \cdot 4,7 = 0,47 \text{ V}$$

$$U_2 = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ V}$$

$$U_3 = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ V}$$

$$U_4 = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ V}$$



Kontrola správnosti výpočtu:

Součet napětí na rezistorech se musí rovnat napětí na baterii:

$$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0,47 + 1 + 1,5 + 1,5 \text{ V} = 4,47 \text{ V}$$

Malá nepřesnost je způsobena zaokrouhlením při výpočtu proudu.

Vypočtené výsledky poměrně dobře odpovídají hodnotám naměřeným o předchozí hodině.

Př. 4: Elektrické svíčky na vánoční stromeček se připojují k síťovému napětí 230 V. Řetěz tvoří 30 sériově zapojených stejných žárovek. Urči napětí na každé žárovce. Co se stane pokud jedna ze žárovek shoří? Je možné řetěz spravit i bez náhradní žárovky? Jaké nevýhody má takové řešení.

Napětí se rovnoměrně rozdělí na 30 žárovek $\Rightarrow U_z = \frac{U}{n} = \frac{230}{30} \text{ V} = 7,7 \text{ V}$

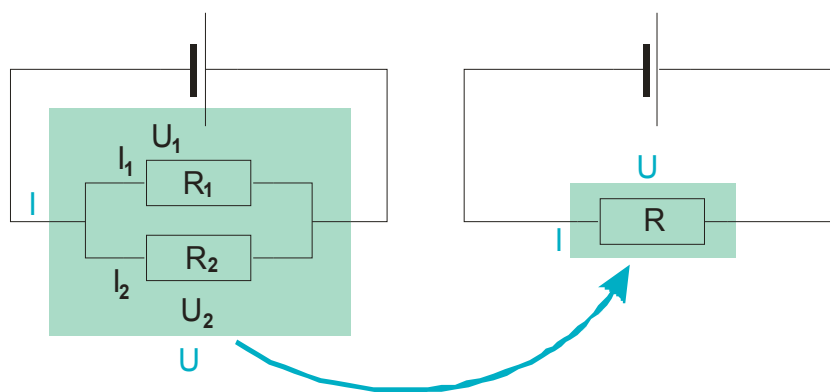
Pokud jedna žárovka shoří, přestanou svítit všechny (obvod se přeruší) \Rightarrow musíme obvod uzavřít drátkem nebo staniolem v objímce shořelé svíčky.

Problémy:

- bezpečnost – drátek na zkratování nesmí vykukovat z patice, aby neohrožoval okolí
- napětí se rozdělí na méně žárovek \Rightarrow bude vyšší \Rightarrow urychlíme poškození ostatních žárovek

Poznámka: U nejnovějších svíček se používají speciální žárovky, které při poškození zkratují patici a tím udrží zbytek řetězu v činnosti.

Paralelní zapojení



Př. 5: Napiš vztahy, která platí pro proudy I_1 , I_2 , I a napětí U_1 , U_2 , U v původním paralelním obvodu a ve zjednodušeném obvodu, pokud nemá být záměna z venku rozlišitelná.

$I = I_1 + I_2$ - drát se rozdělí na dva \Rightarrow proudy se rozdělí

$U = U_1 = U_2$ - rezistory jsou různé cesty mezi dvě stejnými místy \Rightarrow stejné napětí

Na všech součástkách platí podle Ohmova zákona: , $I = \frac{U}{R}$ dosadím do předchozího vztahu

$$\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \quad \text{použiju: } U = U_1 = U_2$$

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \quad | : U$$

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

Dva paralelně zapojené rezistory o odporech R_1 a R_2 můžeme nahradit jedním rezistorem o odporu : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

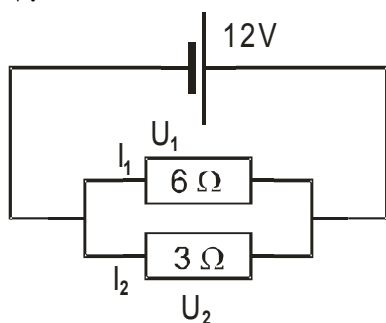
(Vzorec platí i pro libovolný větší počet paralelně zapojených odporů ve tvaru

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n})$$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow$ výsledný odpor je vždy menší než odpor rezistoru s menším odporem

logické: elektrony se mají dvě cesty místo jedné \Rightarrow je snazší se procpat přes dvě cesty (dohromady tvoří větší díru) \Rightarrow výsledný odpor menší než každý z odporů.

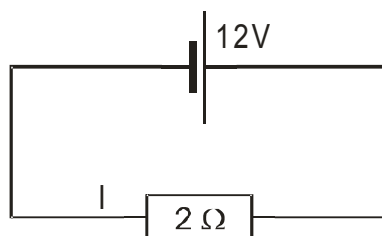
Př. 6: V obvodu jsou paralelně zapojeny dva rezistory o odporech 3Ω a 6Ω . Urči jejich celkový odpor a proud, který prochází obvodem, pokud jsou připojeny ke zdroji o napětí 12 V.



Celkový odpor: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

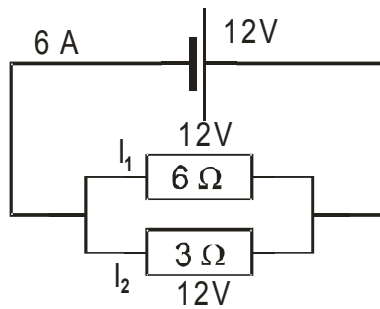
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$R = 2\Omega$$



Proud : $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{2} \text{ A} = 6 \text{ A}$

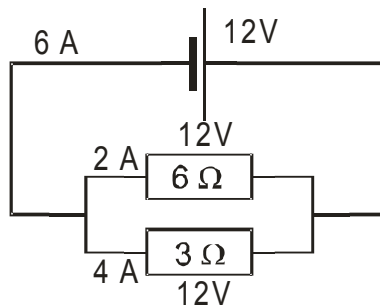
Zpět k původnímu obvodu, je paralelní $\Rightarrow U = U_1 = U_2$:



Dopočítám proudy přes odpory:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{6} \text{ A} = 2 \text{ A}$$

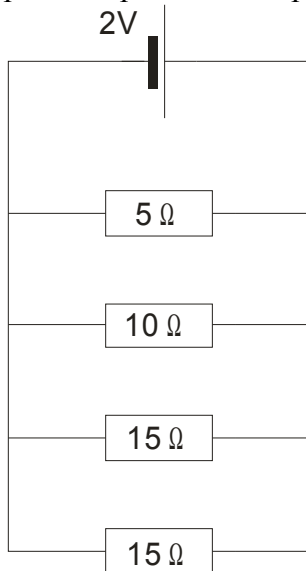
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{3} \text{ A} = 4 \text{ A}$$



Kontrola: musí platit: $I = I_1 + I_2$

$$I = I_1 + I_2 = 2 + 4 \text{ A} = 6 \text{ A} \text{ odpovídá.}$$

Př. 7: Spočti celkový odpor rezistorů zapojených v paralelním zapojení z předchozí hodiny. S pomocí společného odporu urči napětí a proud na všech součástkách.



Spočítám celkový odpor:

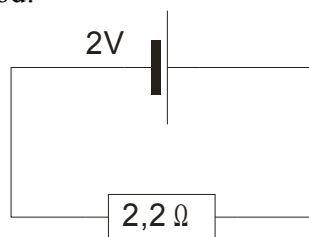
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{13}{30}$$

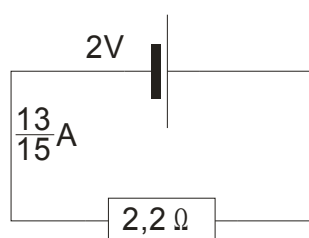
$$R = \frac{30}{13}$$

Získal jsem zjednodušený obvod:



spočtu proud $I = \frac{U}{R}$

$$I = \frac{2}{\frac{30}{13}} \text{ A} = \frac{26}{30} \text{ A} = \frac{13}{15} \text{ A}$$



napětí je všude stejné $U = 2 \text{ V}$

spočítám proud na jednotlivých odporech:

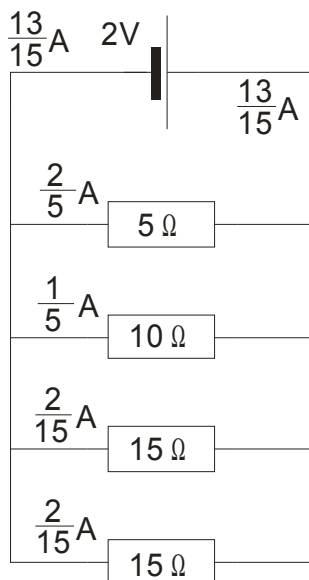
$$I = \frac{U}{R}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{2}{5} \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{2}{10} \text{ A} = \frac{1}{5} \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{U}{R_4} = \frac{2}{15} \text{ A}$$



Kontrola správnosti výsledku:

Součtu proudů přes všechny odpory se rovná proud přes zdroj:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = \frac{2}{5} + \frac{1}{5} + \frac{2}{15} + \frac{2}{15} \text{ A} = \frac{13}{15} \text{ A}$$

Shrnutí: Odpory sériově zapojených rezistorů se sčítají (celkový odpor je větší), u paralelně zapojených odporů se sčítají převrácené hodnoty (celkový odpor je menší).