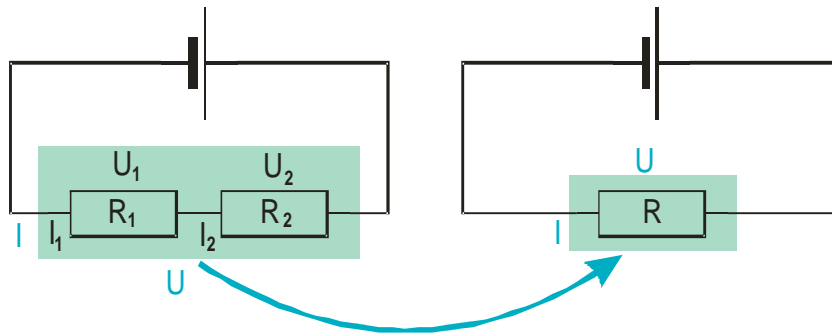


4.2.12 Spojování rezistorů I

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 jsme nahradili.

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: $U = I \cdot R$, dosadíme 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).

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

$R = R_1 + R_2$

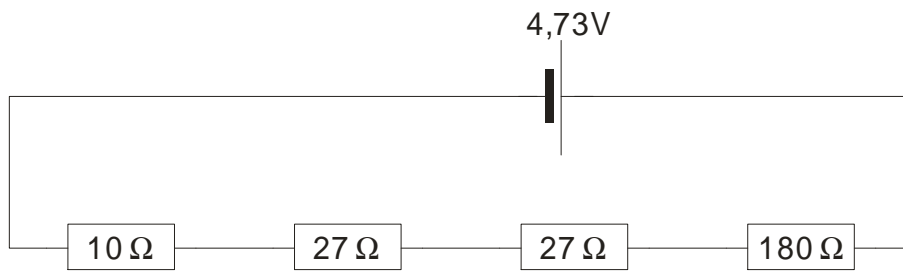
Dva sériově zapojené rezistory o odporech R_1 a R_2 můžeme nahradit jedním rezistorem o odporu $R = R_1 + R_2$.

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).

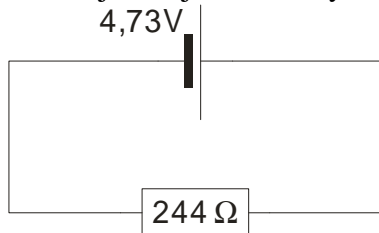
Př. 3: Spočti celkový odpor rezistorů zapojených v sériovém zapojení z hodiny 040206. S pomocí společného odporu urči napětí a proud na všech součástkách.



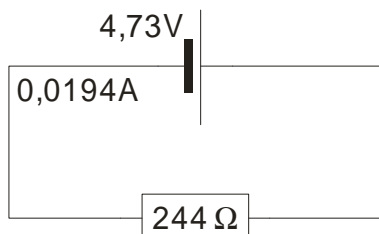
Určíme výsledný odpor: $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

$$R = 10 + 27 + 27 + 180 \Omega = 244 \Omega$$

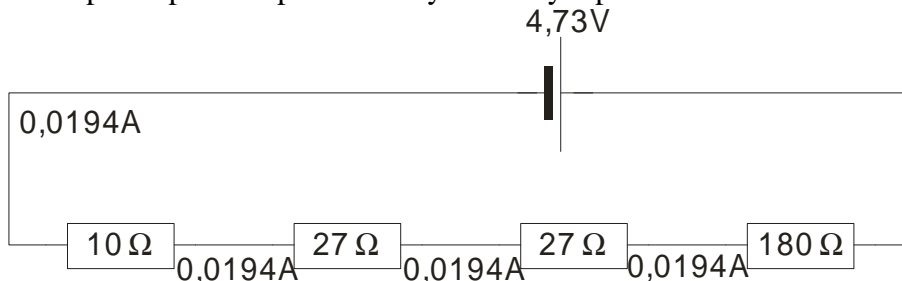
Získali jsme zjednodušený obvod:



Spočteme proud (všude stejný): $I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{4,73}{244} \text{ A} = 0,0194 \text{ A}$



Tento proud poteče i přes všechny rezistory v původním obvodu.



Spočítáme jednotlivá napětí:

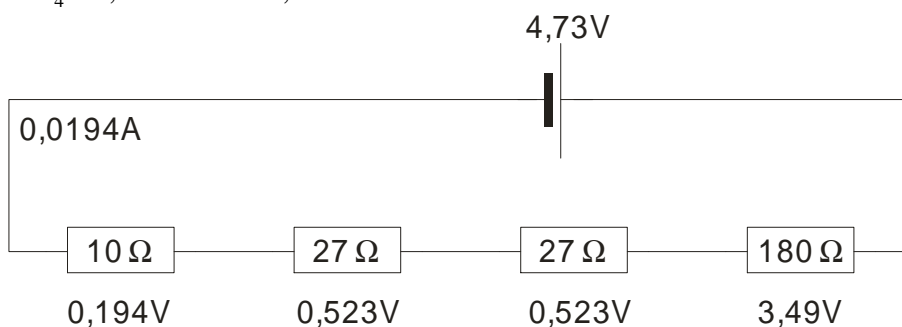
$$U = I \cdot R$$

$$U_1 = 0,0194 \cdot 10 = 0,194 \text{ V}$$

$$U_2 = 0,0194 \cdot 27 = 0,523 \text{ V}$$

$$U_3 = 0,0194 \cdot 27 = 0,523 \text{ V}$$

$$U_4 = 0,0194 \cdot 180 = 3,49 \text{ V}$$

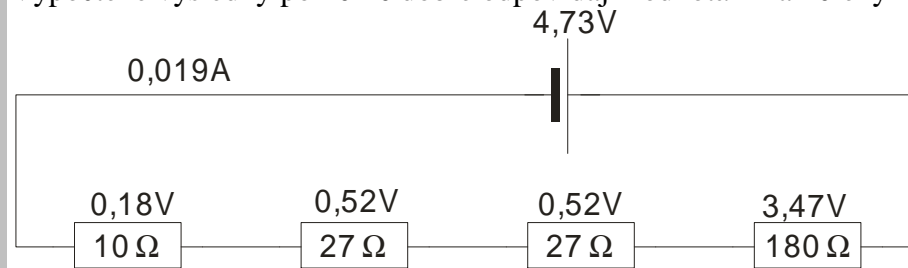


Kontrola správnosti výpočtu: Součet napětí na rezistorech se musí rovnat napětí na baterii.

$$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0,194 + 0,523 + 0,523 + 3,49 \text{ V} = 4,73 \text{ V}$$

Malá nepřesnost může být způsobena zaokrouhlením při výpočtech.

Vypočtené výsledky poměrně dobře odpovídají hodnotám naměřeným v hodině 040206.



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 $\Rightarrow U_z = \frac{U}{n} = \frac{230}{30} \text{ V} = 7,7 \text{ V}$.

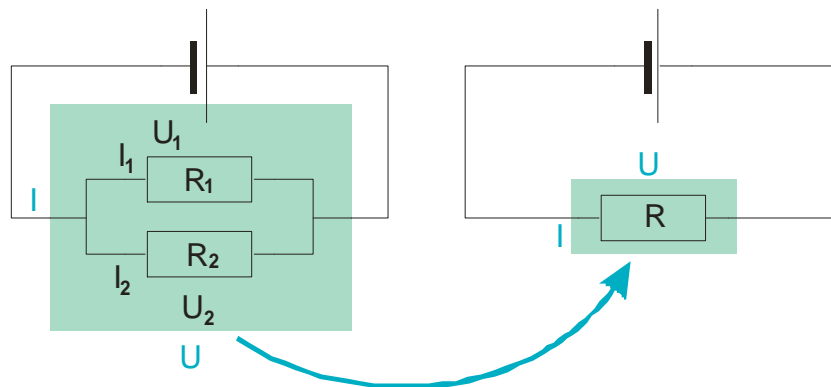
Pokud jedna žárovka shoří, přestanou svítit všechny (obvod se přeruší) \Rightarrow musíme obvod uzavřít drátkem nebo staniolem v objímce shořelé svíčky.

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 představují různé cesty mezi dvě stejnými místy \Rightarrow stejné napětí.

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

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

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

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

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

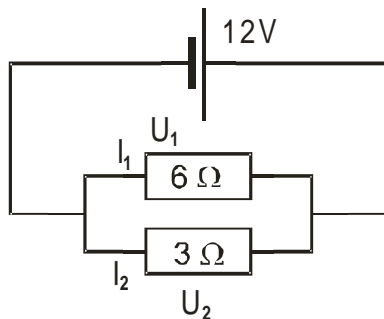
(Vzorec platí i pro libovolný větší počet paralelně zapojených odporů ve tvaru

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

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

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

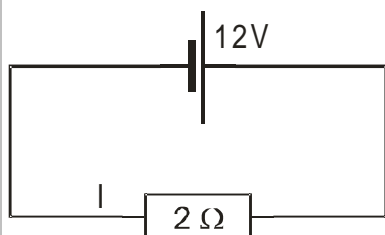
Př. 6: V obvodu jsou paralelně zapojeny dva rezistory o odporech 3Ω a 6Ω . Urči jejich celkový odpor a proud, který prochází obvodem, pokud jsou připojeny ke zdroji o napětí 12 V.



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

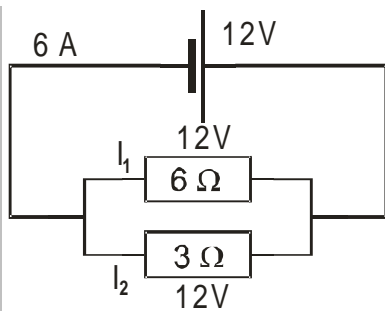
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$R = 2\Omega$$



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

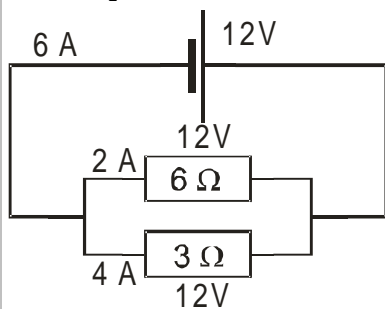
Zpět k původnímu obvodu, je paralelní $\Rightarrow U = U_1 = U_2$.



Dopočítáme proudy přes odpory.

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

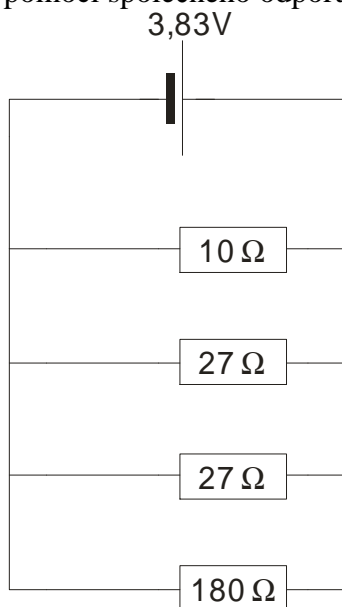
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{3} \text{ A} = 4 \text{ A}$$



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 hodiny 040206. S pomocí společného odporu urči napětí a proud na všech součástkách.



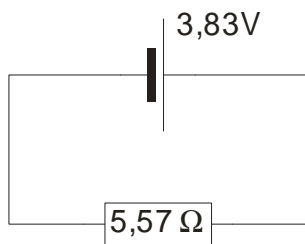
Spočítáme celkový odpor:

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

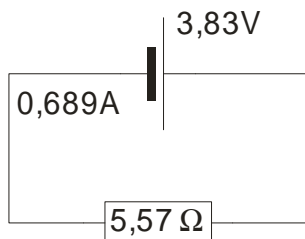
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{27} + \frac{1}{27} + \frac{1}{180}$$

$$R = 5,57 \Omega$$

Získali jsme zjednodušený obvod.



Spočteme proud: $I = \frac{U}{R} = \frac{3,83}{5,57} \text{ A} = 0,689 \text{ A}$.



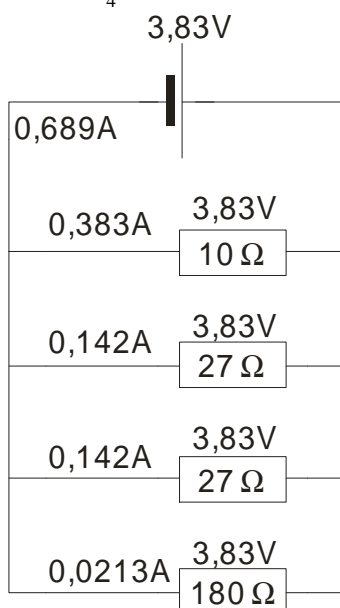
Napětí na všech odporech je stejné $U = 3,83 \text{ V}$ \Rightarrow spočteme proud na jednotlivých odporech.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{3,83}{10} \text{ A} = 0,383 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{3,83}{27} \text{ A} = 0,142 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{3,83}{27} \text{ A} = 0,142 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{U}{R_4} = \frac{3,83}{180} \text{ A} = 0,0213 \text{ A}$$

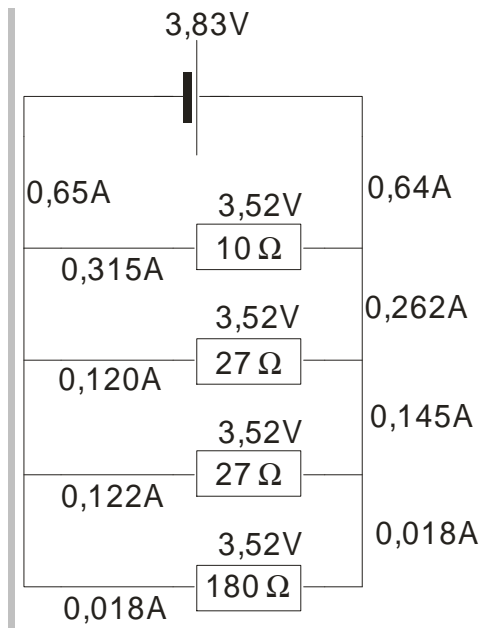


Kontrola správnosti výsledku: Součet proudů přes všechny odpory se rovná proudu přes zdroj.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0,383 + 0,142 + 0,142 + 0,0213 \text{ A} = 0,688 \text{ A}$$

Malá nepřesnost je způsobena zaokrouhlením při výpočtech.

Vypočtené výsledky poměrně dobře odpovídají hodnotám naměřeným v hodině 040206.



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