

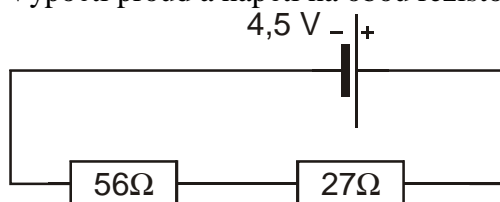
3.6.16 Sériové zapojení

Předpoklady: 030515

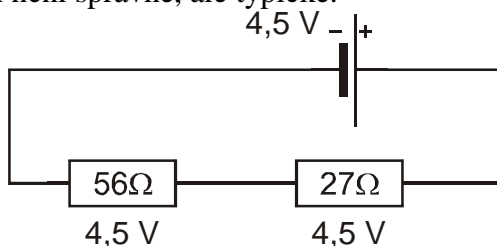
Pomůcky:

Pedagogická poznámka: Žáci na začátku hodiny neumí řešit sériové obvody. Přesto následující příklad zadávám. Jde o to, aby si uvědomili, že postupy, které se učí, se mohou používat pouze za určitých podmínek. Pokud je použijí mimo tyto podmínky, nezískají nic užitečného.

Př. 1: Vypočti proud a napětí na obou rezistorech zapojených v sériovém obvodu.



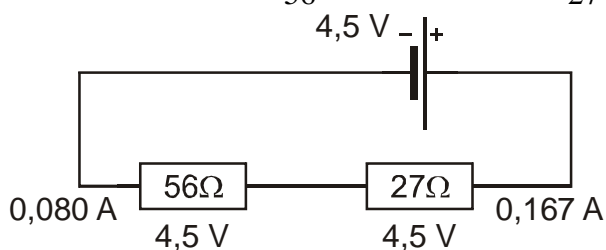
Následující řešení není správné, ale typické.



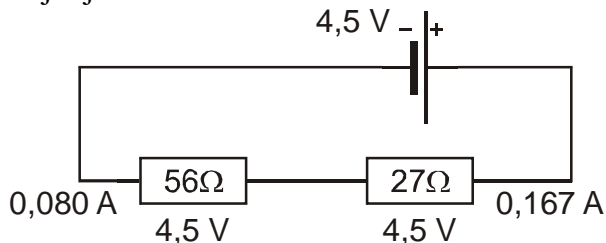
Doplňme napětí:

4,5 V 4,5 V

Uurčíme proudy: $I_1 = \frac{4,5}{56} \text{ A} \doteq 0,080 \text{ A}$, $I_2 = \frac{4,5}{27} \text{ A} \doteq 0,167 \text{ A}$



Př. 2: Najdi je možné řešení na obrázku ihned označit jako špatné.



Řešení nesplňuje základní pravidla pro proud a napětí:

- proud musí být v sériovém obvodu všude stejný (nikde se nevětví, ani neztrácí, teče dokola),

- napětí na odporech nemůže být 4,5 V jako na baterii. V sériovém obvodu se napětí baterie rozdělí na rezistory tak, aby součet napětí na rezistorech dal dohromady

Př. 3: Proč jsi dokázal vypočítat podobný příklad se dvěma paralelně zapojenými rezistory? Proč není možné stejným způsobem postupovat u sériového obvodu?

V paralelním obvodu je napětí na všech rezistorech stejné jako na baterii \Rightarrow mohli jsme spočítat proudy přes jednotlivé rezistory a jejich součtem jsme získali celkový proud baterií. U sériového obvodu nevíme, jak se napětí na rezistory rozdělí \Rightarrow nedokážeme spočítat ani proud, který přes ně prochází (jen víme, že musí být pro oba stejný). Naopak kdybychom zjistili, jaký proud přes obvod prochází, dokázali bychom spočítat napětí na rezistorech.

Dodatek: Poslední věta skrývá postup, jak příklad vyřešit pomocí soustavy rovnic (s čímž jsem se zatím nikdy nesešel a proto to ani nezmiňuji): $I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$ a $U_1 + U_2 = U$.

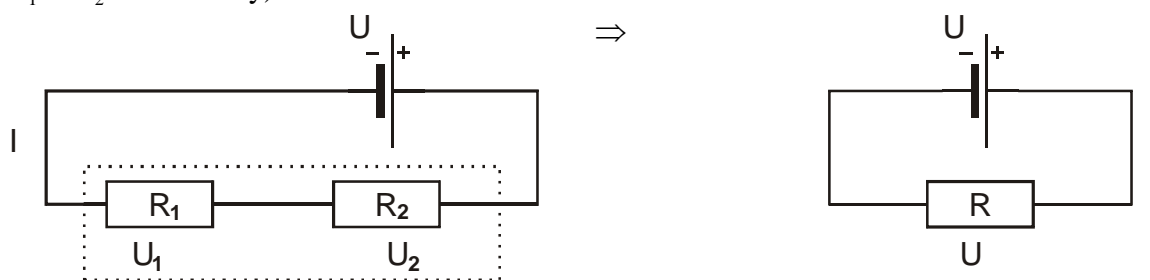
Př. 4: Odhadni velikost výsledného odporu dvou sériově zapojených rezistorů. Odhad zdůvodni.

Dva rezistory za sebou \Rightarrow dvě překážky \Rightarrow výsledný odpor je větší než odpor každého z rezistorů.

Dva rezistory za sebou \Rightarrow napětí se musí rozdělit na oba rezistory \Rightarrow na každém z rezistorů je menší napětí, než kdyby byl připojený samostatně \Rightarrow přes každý rezistor teče menší proud, než kdyby byl připojený samostatně \Rightarrow rezistory mají společně větší odpor než každý sám.

Zkusíme najít postup, který by umožnil spojit oba rezistory do jednoho (podobně jako jsme se naučili spojovat rezistory zapojené paralelně).

Nakreslíme si původní i zjednodušený obvod (Rezistor R se musí chovat stejně jako odpory R_1 a R_2 dohromady):



Napětí na baterii se rovná součtu napětí na rezistorech: $U = U_1 + U_2$.

Potřebujeme vztah pro odpory \Rightarrow vyjádříme napětí pomocí Ohmova zákona: $U = RI$, $U_1 = R_1I$, $U_2 = R_2I$ a dosadíme:

$$RI = R_1I + R_2I \quad /:I$$

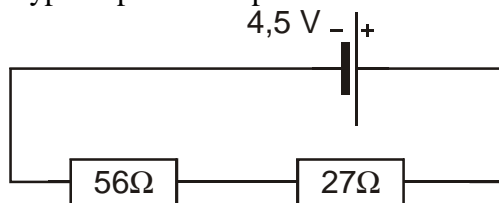
$$R = R_1 + R_2$$

Výsledek odpovídá našemu odhadu: celkový odpor sériově zapojených rezistorů je větší než odpor každého z nich (i tvar vzorce je přijatelný: proud se musí protlačit postupně přes obě překážky a proto je celkový odpor součtem obou odporů).

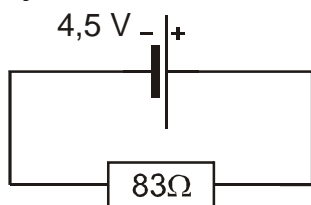
Př. 5: Odhadni vzorec pro výpočet celkového odporu tří sériově zapojených rezistorů.

V rovnic před zkrácením přibude další člen: $RI = R_1I + R_2I + R_3I \quad /:I \Rightarrow$ sečteme hodnoty všech tří odporů: $R = R_1 + R_2 + R_3$.

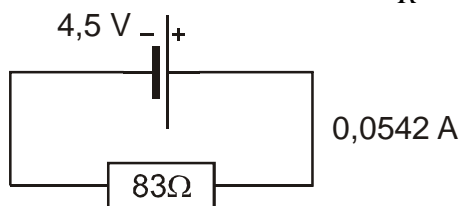
Př. 6: Vypočti proud a napětí na obou rezistorech zapojených v sériovém obvodu.



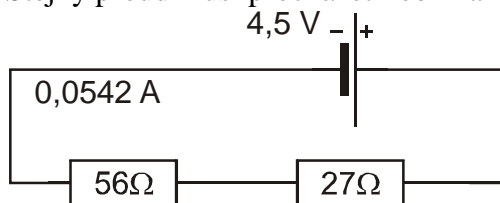
Zjednodušíme obvod na jeden rezistor: $R = R_1 + R_2 = 56 + 27 \Omega = 83 \Omega$.



Obvodem prochází proud $I = \frac{U}{R} = \frac{4,5}{83} \text{ A} = 0,0542 \text{ A}$.

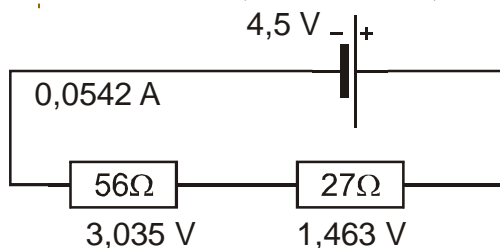


Stejný proud musí procházet i oběma rezistory v původním obvodu.



Můžeme spočítat napětí na obou rezistorech:

- $U = IR = 0,0542 \cdot 56 \text{ V} = 3,035 \text{ V}$,
- $U = IR = 0,0542 \cdot 27 \text{ V} = 1,463 \text{ V}$.



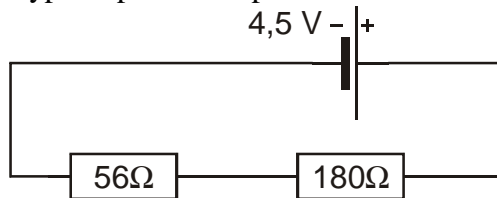
Zkontrolujeme, zda součet napětí na rezistorech odpovídá napětí na baterii:

$$3,035 + 1,463 \text{ V} = 4,498 \text{ V} \doteq 4,5 \text{ V}$$

Odpovídá i poměr napětí: přes dvakrát větší odpor protlačuje proud dvakrát větší napětí.

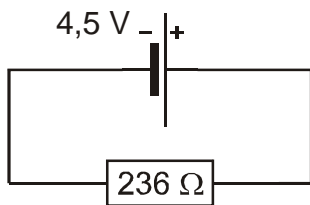
Pedagogická poznámka: Někteří žáci zaokrouhlují na jedinou platnou číslici, při kontrole součtem napětí tak získávají ztlačně horší shodu (vyžadují alespoň dvě platné číslice). Trvám na tom, aby si kreslili obrázky a spočítané hodnoty nepsali někam vedle (a označovali je pomocí indexů), ale zapisovali je přímo do obrázků a tak si zjednodušovali okamžitou kontrolu vypočítaných hodnot.

Př. 7: Vypočítí proud a napětí na obou rezistorech zapojených v sériovém obvodu.

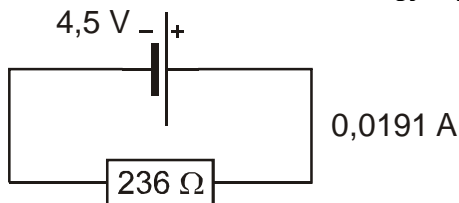


Postupujeme stejně jako u předchozího příkladu.

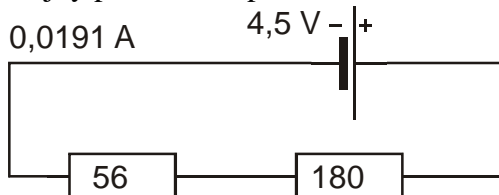
Zjednodušíme obvod na jeden rezistor: $R = R_1 + R_2 = 56 + 180 \Omega = 236 \Omega$.



Obvodem prochází proud $I = \frac{U}{R} = \frac{4,5}{236} \text{ A} = 0,0191 \text{ A}$.

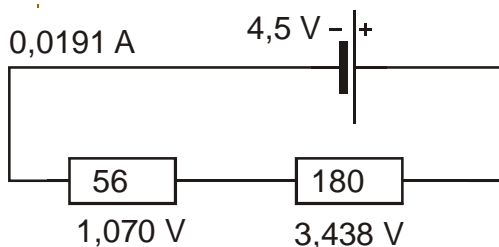


Stejný proud musí procházet i oběma rezistory v původním obvodu.



Můžeme spočítat napětí na obou rezistorech:

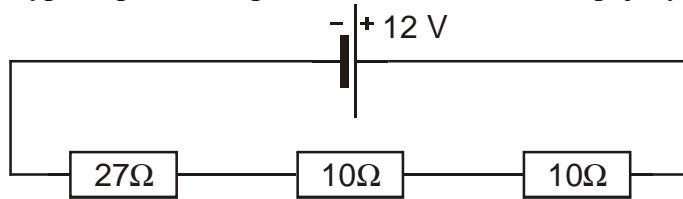
- $U = IR = 0,0191 \cdot 56 \text{ V} = 1,070 \text{ V}$,
- $U = IR = 0,0191 \cdot 180 \text{ V} = 3,438 \text{ V}$.



Zkontrolujeme, zda součet napětí na rezistorech odpovídá napětí na baterii:

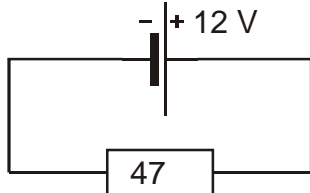
$$1,070 + 3,438 \text{ V} = 4,508 \text{ V} \doteq 4,5 \text{ V}$$

Př. 8: Vypočti proud a napětí na obou rezistorech zapojených v sériovém obvodu.

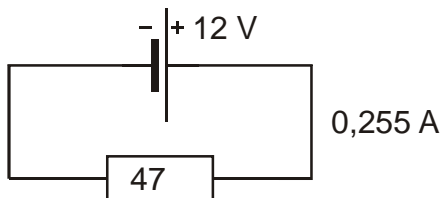


Opět postupujeme stejně jako u předchozího příkladu.

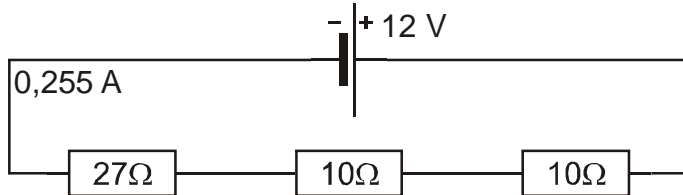
Zjednodušíme obvod na jeden rezistor: $R = R_1 + R_2 = 27 + 10 + 10 \Omega = 47 \Omega$.



Obvodem prochází proud $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{47} \text{ A} = 0,255 \text{ A}$.

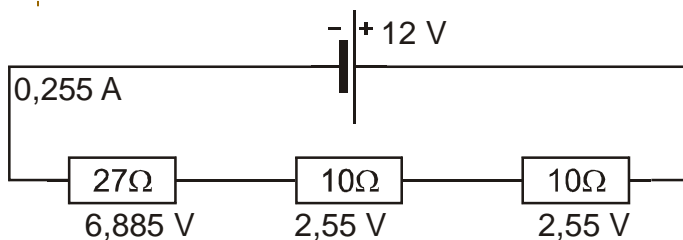


Stejný proud musí procházet i rezistory v původním obvodu.



Můžeme spočítat napětí na obou rezistorech:

- $U = IR = 0,255 \cdot 27 \text{ V} = 6,885 \text{ V}$,
- $U = IR = 0,255 \cdot 10 \text{ V} = 2,55 \text{ V}$.



Zkontrolujeme, zda součet napětí na rezistorech odpovídá napětí na baterii:

$$6,885 + 2,55 + 2,55 \text{ V} = 11,985 \text{ V} \doteq 12 \text{ V}$$

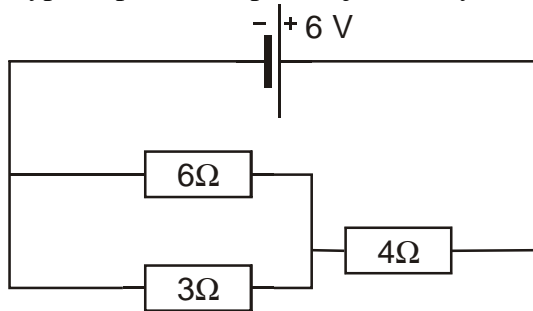
Př. 9: Střídavé napětí v síti má hodnotu 230 V, svíčky na vánočním osvětlení však vydrží pouze 6 V. Jak je to možné? Kolik svíček musí být v řetězu zapojeno, aby neshořely.

Pokud jsou svíčky zapojeny sériově, napětí se rozdělí (jako se rozdělilo v obvodech z dnešní hodiny) na jednotlivé svíčky a teprve součet těchto napětí dá 230 V (napětí sítě).

Počet žárovek: $\frac{230}{6} = 38,33 \Rightarrow$ v řetězu musí být 39 svíček.

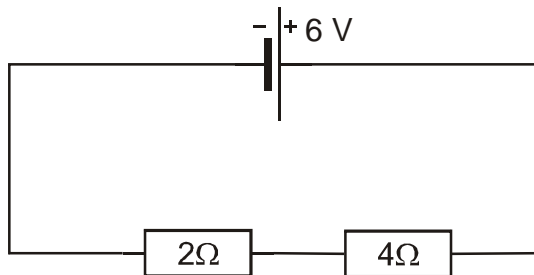
Pedagogická poznámka: Následující příklad je prvním kombinovaným obvodem. Většinou si stihneme jenom říct, jak by se příklad řešil a kontrolujeme až příští hodinu.

Př. 10: Vypočti proud a napětí na jednotlivých součástkách.

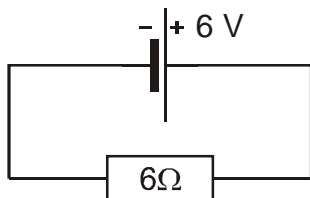


Obvod není ani sériový ani paralelní (ke dvěma paralelně zapojeným rezistorům $6\ \Omega$ a $3\ \Omega$ je sériově připojený rezistor $4\ \Omega$) \Rightarrow musíme ho zjednodušovat postupně.

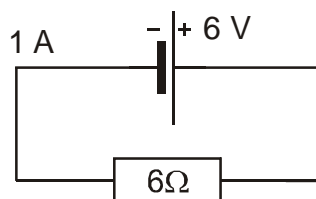
Spojíme paralelně zapojené rezistory: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = 2\ \Omega$.



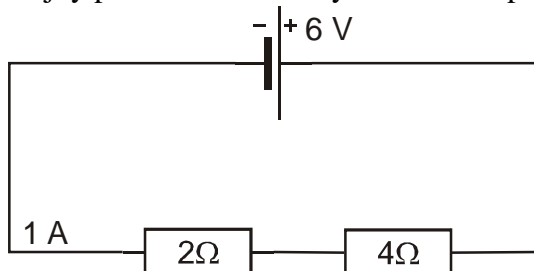
Spojíme sériově zapojené rezistory: $R = R_1 + R_2 = 2 + 4\ \Omega = 6\ \Omega$.



Spočteme proud celým obvodem: $I = \frac{U}{R} = \frac{6}{6}\ \text{A} = 1\ \text{A}$.

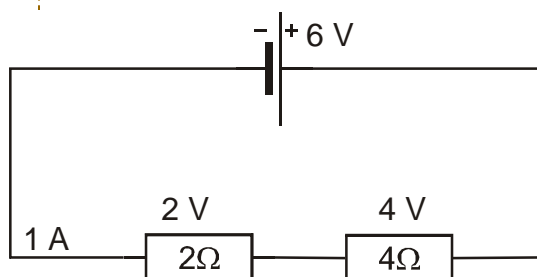


Stejný proud teče i sériovým obvodem před zjednodušením.



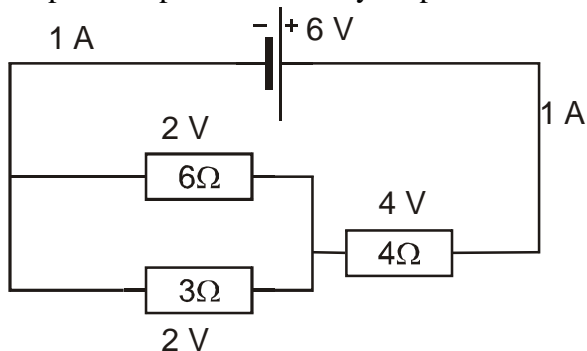
Můžeme spočítat napětí na paralelně zapojených odporech:

- $U = IR = 1 \cdot 2 \text{ V} = 2 \text{ V}$
- $U = IR = 1 \cdot 4 \text{ V} = 4 \text{ V}$



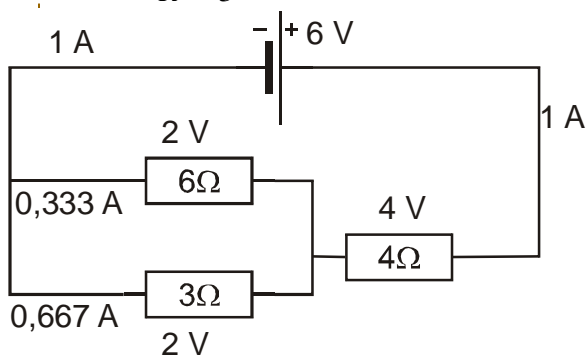
Zkontrolujeme zda součet napětí odpovídá hodnotě na baterii: $U = U_1 + U_2 = 2 \text{ V} + 4 \text{ V} = 6 \text{ V}$.

Přepíšeme spočtené hodnoty do původního obrázku.



Zbývá dopočítat proudy v paralelní části.

- $I = \frac{U}{R} = \frac{2}{6} \text{ A} = 0,333 \text{ A}$,
- $I = \frac{U}{R} = \frac{2}{3} \text{ A} = 0,667 \text{ A}$.



Zkontrolujeme zda součet proudů odpovídá: $I = I_1 + I_2 = 0,333 + 0,667 \text{ A} = 1 \text{ A}$.

Hotovo.

Shrnutí: V sériovém odporu se hodnoty odporů součástek sčítají $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$