



IEL – protokol k projektu

Jakub Hlava
xhlava52

21. prosince 2019

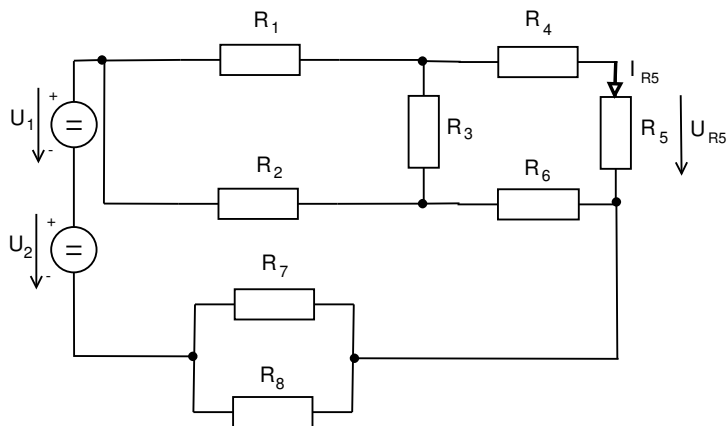
Obsah

1	Příklad 1	2
2	Příklad 2	6
3	Shrnutí výsledků	10

Příklad 1

Stanovte napětí U_{R5} a proud I_{R5} . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu.

sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]	R_7 [Ω]	R_8 [Ω]
H	135	80	680	600	260	310	575	870	355	265



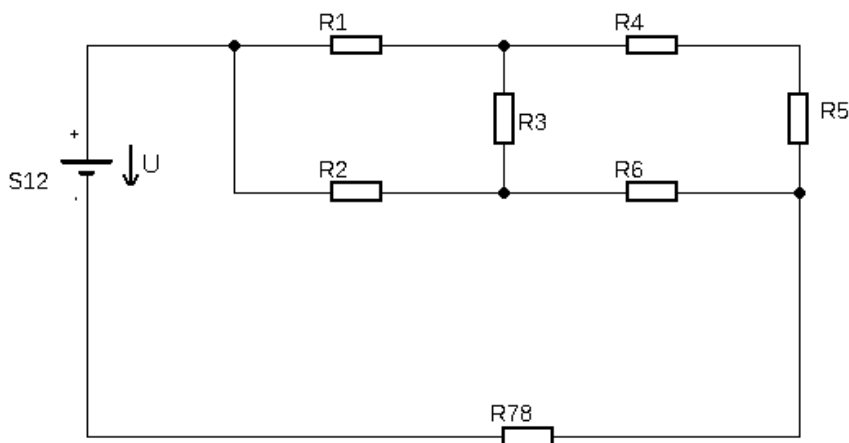
Zřejmě můžeme sečíst napětí zdrojů, protože jsou řazeny sériově a zjistit tak celkové napětí v obvodu.

$$U = U_1 + U_2 = 135 \text{ V} + 80 \text{ V} = 215 \text{ V}$$

Dále můžeme vypočítat paralelní kombinaci rezistorů R_7 a R_8 :

$$R_{78} = \frac{R_7 * R_8}{R_7 + R_8} = \frac{355 * 265}{355 + 265} = 151,7339 \Omega$$

Obvod bude nyní vypadat takto:



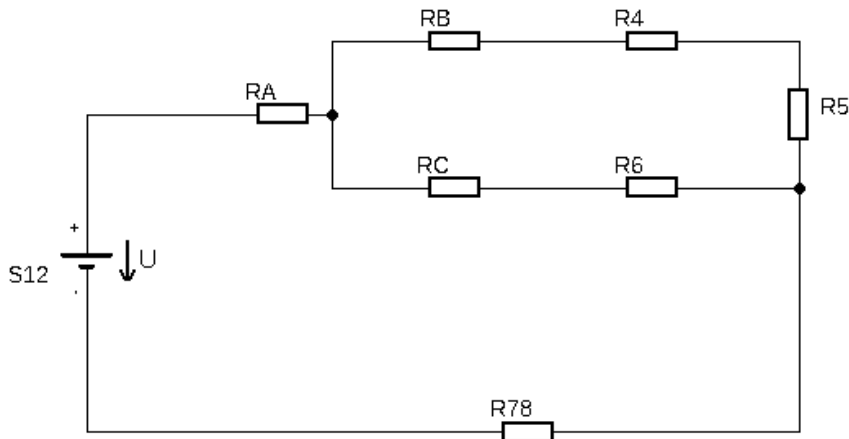
Nyní musíme rezistory R_1 , R_2 a R_3 převést z trojúhelníkového tvaru na hvězdu. Ekvivalentní rezistory vypočítáme následovně:

$$R_A = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{680 * 600}{680 + 600 + 260} = 264,9351 \Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{680 * 280}{680 + 600 + 260} = 114,8052 \Omega$$

$$R_C = \frac{R_2 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{600 * 260}{680 + 600 + 260} = 101,2987 \Omega$$

Tímto nám vznikne tento ekvivalentní obvod:

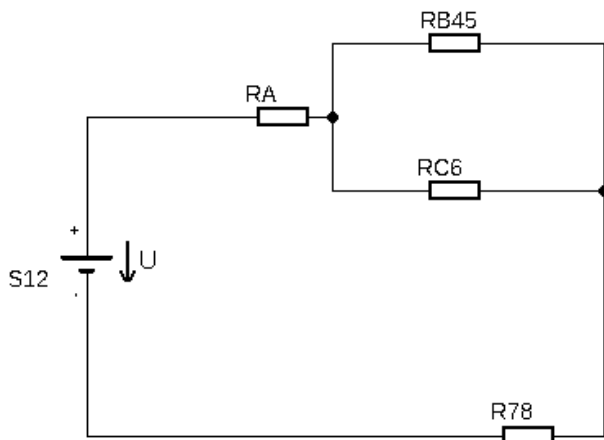


Zjednodušíme si serioparalelní zapojení větví na dva paralelní rezistory:

$$R_{B45} = R_B + R_4 + R_5 = 114,8052 + 310 + 575 = 999,8052 \Omega$$

$$R_{C6} = R_C + R_6 = 101,2987 + 870 = 971,2987 \Omega$$

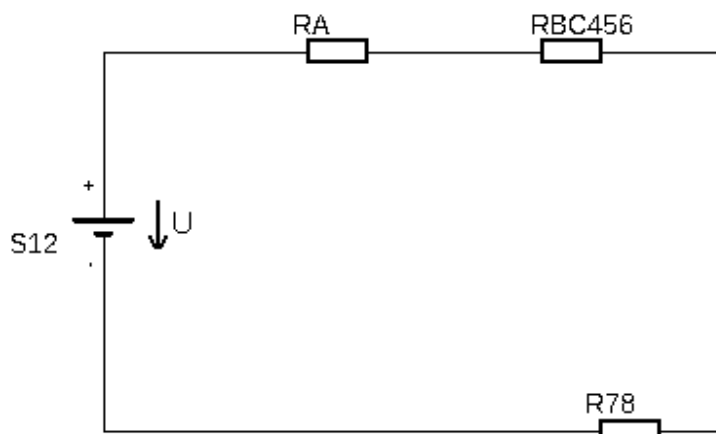
Vznikne nám obvod:



Vypočteme odpor paralelní kombinace nově vzniklých rezistorů:

$$R_{BC456} = \frac{R_{B45} * R_{C6}}{R_{B45} + R_{C6}} = \frac{999,8052 * 971,2987}{999,8052 + 971,2987} = 492,6729 \Omega$$

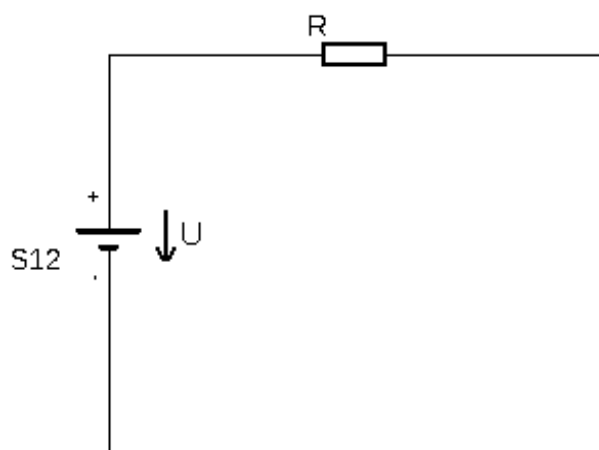
Zůstávají už jen 3 sériové rezistory:



Zjednodušíme obvod pouze na jeden rezistor sečtením těchto rezistorů zapojených do série:

$$R = R_A + R_{BC456} + R_{78} = 264,9351 + 492,6729 + 151,7339 = 909,3419 \, \Omega$$

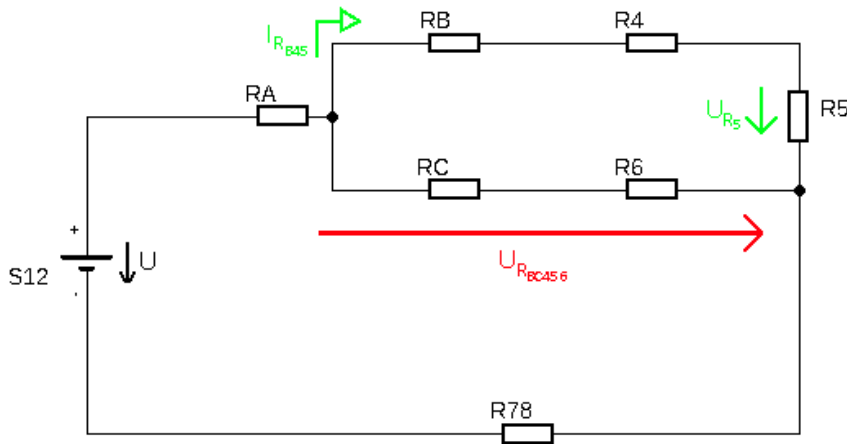
Finální ekvivalentní obvod:



Nyní můžeme vypočítat celkový proud obvodem podle Ohmova zákona:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{215}{909,3419} = 236,4347 \, mA$$

Nyní, se znalostí celkového proudu I a napětí U , je třeba se postupně dopracovat ke konkrétnímu napětí a proudu na rezistoru R_5 . Vráťme se ke 2. kroku zjednodušování a vypočítáme si napětí na serioparalelní kombinaci rezistorů R_B , R_C , R_4 , R_5 a R_6 :



Již víme, že kombinace těchto rezistorů má odpor $R_{BC456} = 492,6729 \Omega$. Napětí tedy vypočítáme podle Ohmova zákona:

$$U_{R_{BC456}} = I * R_{BC456} = 236,4347 * 10^{-3} * 492,6729 = 116,4850 V$$

Podle Ohmova zákona nyní můžeme určit proud větví R_{B45} :

$$I_{R_{B45}} = \frac{U_{R_{BC456}}}{R_{B45}} = \frac{116,4850 * 10^{-3}}{999,8052} = 116,5077 mA$$

A následně napětí přímo na rezistoru R_5 :

$$U_{R_5} = I_{R_{B45}} * R_5 = 116,5077 * 10^{-3} * 575 = 66,9919 V$$

Výsledné napětí a proud na rezistoru R_5 tedy je

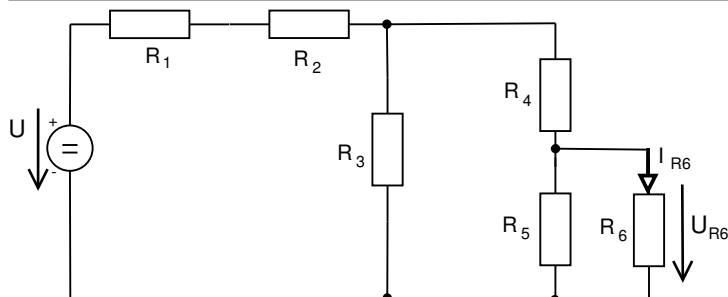
$$U_{R_5} = 66,9919 V$$

$$I_{R_5} = 116,5077 mA \approx 0,1165 A$$

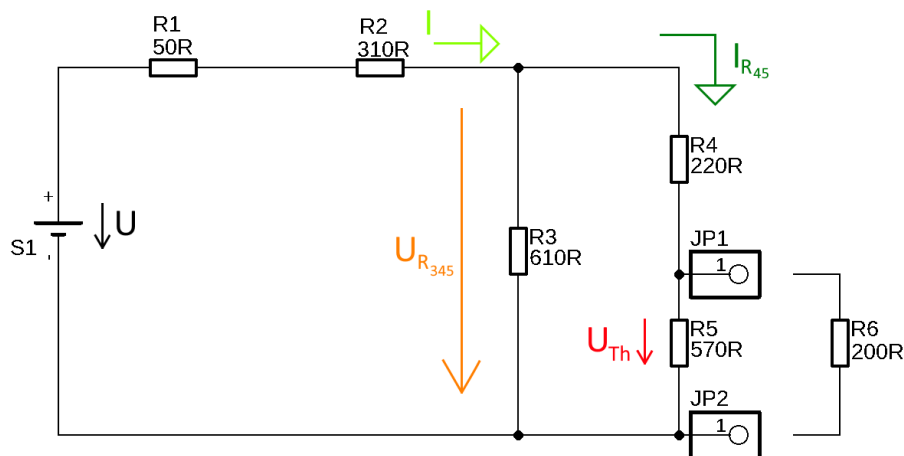
Příklad 2

Stanovte napětí U_{R6} a proud I_{R6} . Použijte metodu Théveninovy věty.

sk.	U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]
B	100	50	310	610	220	570	200



Pro potřeby výpočtu dle Théveninovy věty odpojíme zatěžovací rezistor, v našem případě označený R_6 , a postupně vypočítáme napětí naprázdno.



Nejprve zjistíme odpor celé paralelní kombinace R_3 , R_4 , R_5 (R_4 a R_5 jsou sériově spojeny, můžeme je tedy sečíst):

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 220 + 570 = 790 \, \Omega$$

$$R_{345} = \frac{R_3 * R_{45}}{R_3 + R_{45}} = \frac{610 * 790}{610 + 790} = 344,2143 \, \Omega$$

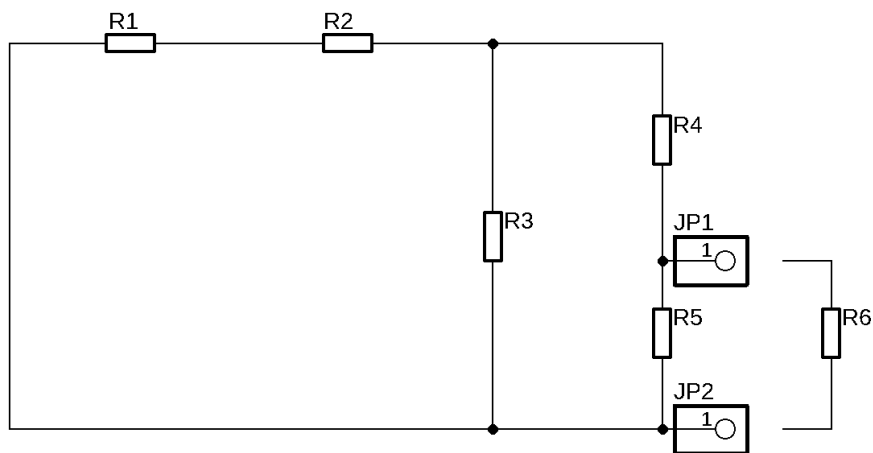
Poté dle Ohmova zákona určíme napětí na paralelní kombinaci R_{345} :

$$U_{R_{345}} = I * R_{345} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_{345}} * R_{345} = \frac{100}{50 + 310 + 344,2143} * 344,2143 = 48,8792 \, V$$

Napětí naprázdno podle Théveninovy věty (zde na rezistoru R_5 , ke kterému se paralelně připojuje zátěž) zjistíme pomocí Ohmova zákona:

$$U_{Th} = I_{R_{45}} * R_5 = \frac{U_{R_{345}}}{R_{45}} * R_5 = \frac{48,8792}{790} * 570 = 35,2673 \, V$$

Poté vyzkratujeme napájecí zdroj a vypočítáme ekvivalentní předřadný vnitřní odpor R_i zdroje podle Théveninovy věty:



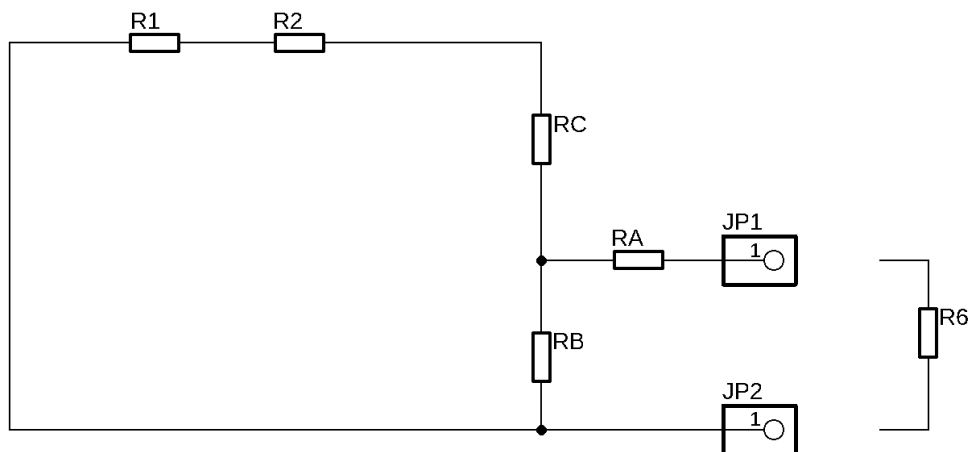
Nejprve musíme provést ekvivalentní úpravu trojúhelníkového zapojení rezistorů na hvězdu:

$$R_A = \frac{R_4 * R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{220 * 570}{610 + 220 + 570} = 89,5714 \, \Omega$$

$$R_B = \frac{R_3 * R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{610 * 570}{610 + 220 + 570} = 248,3571 \, \Omega$$

$$R_C = \frac{R_3 * R_4}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{610 * 220}{610 + 220 + 570} = 95,8571 \, \Omega$$

Vznikne nám následující obvod:

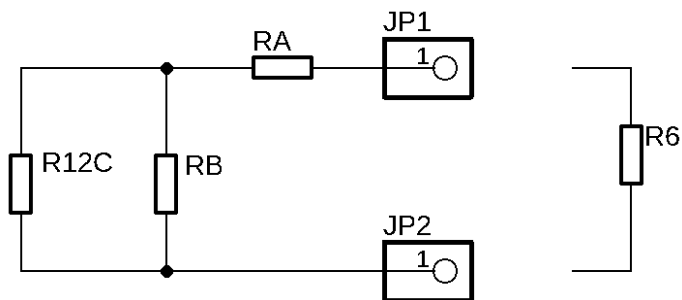


Vidíme, že rezistory R_B , R_C , R_1 a R_2 tvoří serioparalelní kombinaci.
Seriově zapojené rezistory sečteme a vypočítáme odpor paralelní kombinace:

$$R_{12C} = R_1 + R_2 + R_C = 50 + 310 + 95,8571 = 455,8571 \Omega$$

$$R_p = \frac{R_{12C} * R_B}{R_{12C} + R_B} = \frac{455,8571 * 248,3571}{455,8571 + 248,3571} = 160,7683 \Omega$$

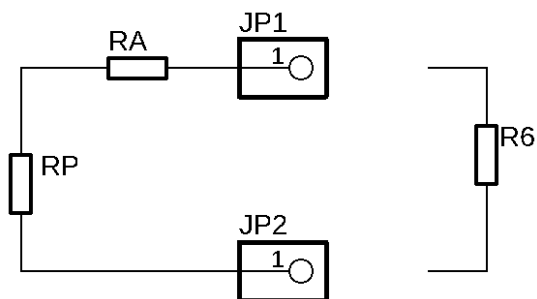
Takto vypadá mezikrok výše:



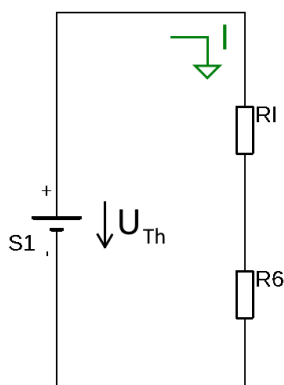
Na závěr sečteme nově vzniklé seriové zapojení rezistorů, čímž konečně získáme velikost odporu R_i :

$$R_i = R_A + R_p = 89,5714 + 160,7683 = 250,3397 \Omega$$

Výsledkem je toto zjednodušení:



Nyní k ekvivalentnímu ideálnímu zdroji s napětím U_{Th} a jeho vnitřnímu odporu R_i můžeme připojit zatěžovací rezistor R_6 :



Proud rezistorem R_6 ($I = I_{R6}$) zjistíme podle Ohmova zákona:

$$I = \frac{U_{Th}}{R_i + R_6} = \frac{35,2673}{250,3397 + 200} = 78,3127 \text{ mA} \approx 0,07831 \text{ A}$$

Z proudu a odporu zátěže zjistíme podle Ohmova zákona napětí na zátěži:

$$U_{R6} = I * R_6 = 78,3127 * 10^{-3} * 200 = 15,6625 \text{ V}$$

Shrnutí výsledků

Příklad	Skupina	Výsledky	
1	H	$U_{R5} = 66,9919\text{ V}$	$I_{R5} = 116,5077\text{ mA}$
2	B	$U_{R6} = 15,6625\text{ V}$	$I_{R6} = 78,3127\text{ mA}$