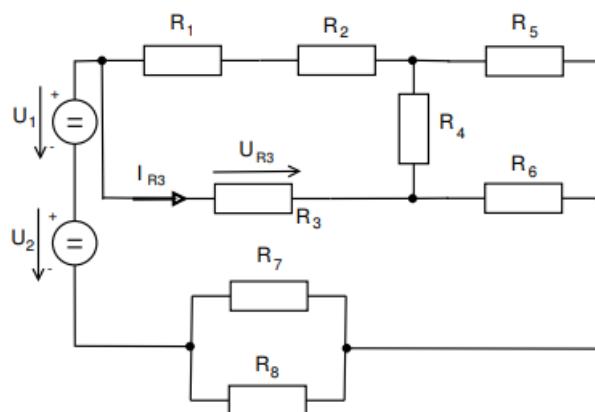


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA
INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ELEKTRONIKA PRO INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE
PROJEKT 2018/2019

1. Stanovte napětí U_{R3} a proud I_{R3} 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]
G	130	60	380	420	330	440	450	650	410	275



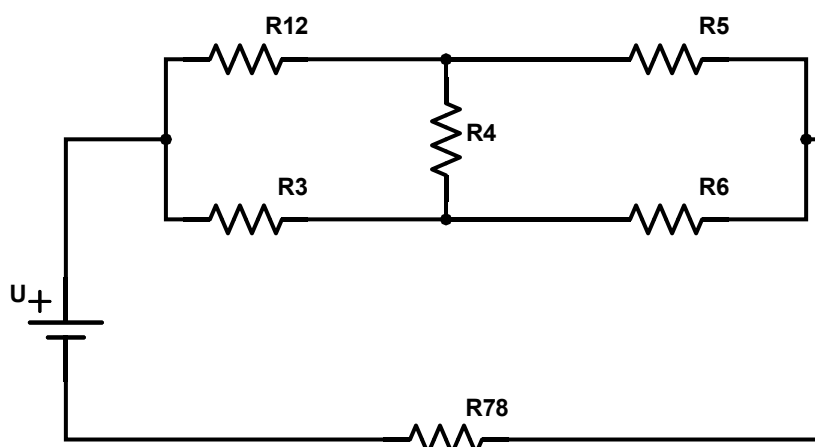
Jako první zjednodušíme obvod tak jak to jen jde:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 800 \, \Omega$$

$$R_{78} = \frac{R_7 \cdot R_8}{R_7 + R_8} = \frac{22550}{137} \, \Omega$$

Vypočítáme celkové napětí:

$$U = U_1 + U_2 = 130 + 60 = 190 \, V$$

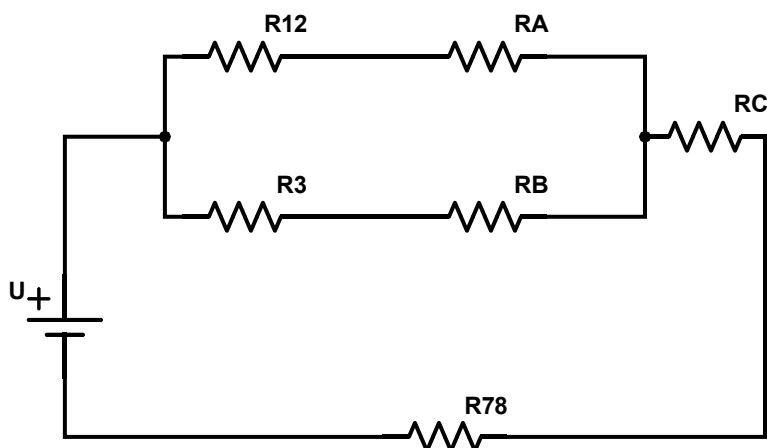


Pomocí transfigurace převedeme rezistory z trojúhelníku na hvězdu (R4, R5, R6):

$$R_A = \frac{R_4 * R_5}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{900}{7} \Omega$$

$$R_B = \frac{R_4 * R_6}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{1300}{7} \Omega$$

$$R_C = \frac{R_5 * R_6}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{14625}{77} \Omega$$



Ted' můžeme opět obvod zjednodušit:

$$R_{12A} = R_{12} + R_A = \frac{6500}{7} \Omega$$

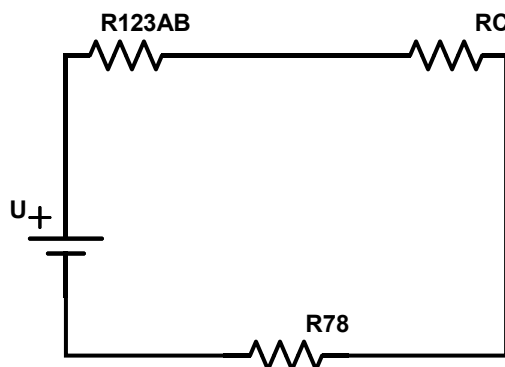
$$R_{3B} = R_3 + R_B = \frac{3610}{7} \Omega$$

$$R_{78C} = R_{78} + R_C = 354,5336051 \Omega$$

$$R_{123AB} = \frac{R_{12A} * R_{3B}}{R_{12A} + R_{3B}} = 331,5670482 \Omega$$

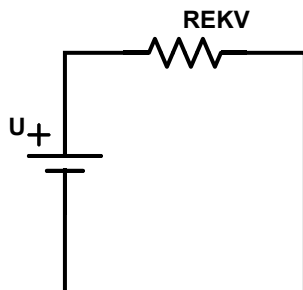
Sečteme všechny odpory a vyjde nám celkový odpor, pomocí kterého dopočítáme ostatní veličiny:

$$R_{ekv} = R_{12378ABC} = R_{123AB} + R_{78C} = 686,1006533 \Omega$$



Vypočítáme proud:

$$I = \frac{U}{R_{ekv}} = \frac{190}{686.1006533} = 0,2769272979 \text{ A}$$



Pomocí Ohmova zákona vyjádříme U_{123AB} :

$$U_{123AB} = R_{123AB} * I = 331,5670482 * 0,2769272979 \text{ A} = 91,8199673 \text{ V}$$

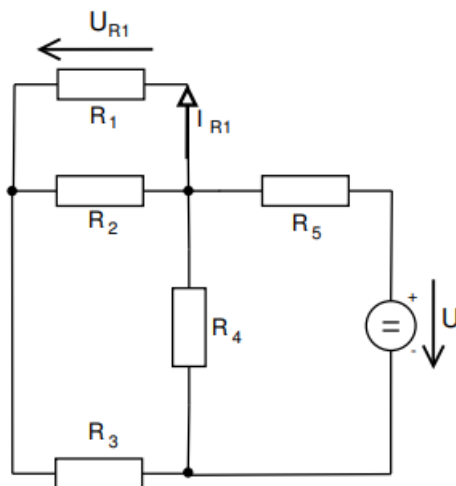
Víme, že ve větvích je stejné napětí (U_{123AB}). Pomocí tohoto napětí můžeme vypočítat proud, který prochází rezistorem R_{3B} , a tedy i R_3 a z toho potažmo vyjádřit napětí U_{R3} .

$$I_{R3B} = I_{RB} = I_{R3} = \frac{U_{123AB}}{R_{3B}} = \frac{91,81996673}{\frac{3610}{7}} = 0,1780442568 \text{ A}$$

$$U_{R3} = I_{R3} * R_3 = 0,1750442568 * 330 = 58,75460475 \text{ V}$$

2. Stanovte napětí U_{R1} a proud I_{R1} . Použijte metodu Théveninovy věty

Sk.	U_1 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
C	200	70	220	630	240	450



Jako první musíme vyzkratovat obvod a zjednodušíme ho:

$$R_{23} = 220 + 630 = 850 \, \Omega$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} * R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{850 * 240}{850 + 240} = \frac{20400}{109} \, \Omega$$

$$R_{2345} = R_{234} + R_5 = \frac{20400}{109} + 450 = \frac{69450}{109} \, \Omega$$

Nyní vypočítáme napětí a proudy:

$$I_1 = \frac{U}{R_{2345}} = \frac{200}{\frac{69450}{109}} = \frac{436}{1389} \, A$$

$$U_{R5} = I_1 * R_5 = \frac{436}{1389} * 450 = 141,2526998 \, V$$

$$U_{R4} = U - U_{R5} = 200 - 141,2526998 = \frac{27200}{463} \, V$$

$$I_2 = \frac{U_{R4}}{R_4} = \frac{\frac{27200}{463}}{240} = \frac{340}{1389} \, A$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = \frac{436}{1389} - \frac{340}{1389} = \frac{32}{463} \, A$$

Pak vypočítáme R_i a U_i :

$$R_i = \frac{\left(\frac{R_5 * R_4}{R_5 + R_4} + R_3\right) * R_2}{\left(\frac{R_5 * R_4}{R_5 + R_4} + R_3\right) + R_2} = \frac{\left(\frac{450 * 240}{450 + 240} + 630\right) * 220}{\left(\frac{450 * 240}{450 + 240} + 630\right) + 220} = 171,9136069 \, \Omega$$

$$U_i = R_2 * I_3 = 220 * \frac{32}{463} = \frac{7040}{463} \, V$$

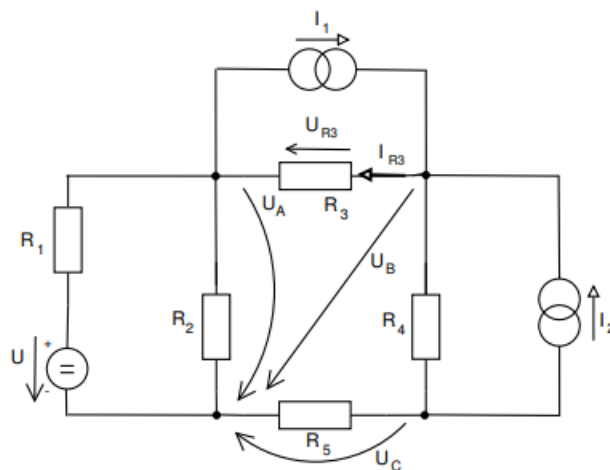
A díky tomu můžeme vypočítat U_{R1} a I_{R1} :

$$I_{R1} = \frac{U_i}{R_i + R_1} = \frac{\frac{7040}{463}}{171,9136069 + 70} = 0,06285377569 \, A$$

$$U_{R1} = I_{R1} * R_1 = 0,06285377569 * 70 = 4,399764299 \, V$$

3. Stanovte napětí U_{R3} a proud I_{R3} . Použijte metodu uzlových napětí (U_A , U_B , U_C).

Sk.	U [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
B	150	0,7	0,8	49	45	61	34	34



Pro jednotlivé uzly vytvoříme rovnice použijeme k tomu 1. Kirchhoffův zákon:

$$A: I_{R1} + I_{R3} - I_1 - I_{R2} = 0$$

$$B: I_1 + I_2 - I_{R3} - I_{R4} = 0$$

$$C: I_{R4} - I_{R5} - I_2 = 0$$

Vyjádříme proudy pomocí uzlových napětí a aby se nám lépe počítalo tak zavedeme tuhle substituci $P_x = \frac{1}{R_x}$:

$$I_{R1} = \frac{U - U_A}{R_1} = P_1 * (U - U_A)$$

$$I_{R2} = \frac{U_A}{R_2} = P_2 * (U_A)$$

$$I_{R3} = \frac{U_B - U_A}{R_3} = P_3 * (U_B - U_A)$$

$$I_{R4} = \frac{U_B - U_C}{R_4} = P_4 * (U_B - U_C)$$

$$I_{R5} = \frac{U_C}{R_5} = P_5 * (U_C)$$

Proudy dosadíme do rovnic:

$$P_1 * (U - U_A) + P_3 * (U_B - U_A) - I_1 - P_2 * U_A = 0$$

$$I_1 + I_2 - P_3 * (U_B - U_A) - P_4 * (U_B - U_C) = 0$$

$$P_4 * (U_B - U_C) - P_5 * (U_C) - I_2 = 0$$

Rovnice upravíme (vytkneme napětí na uzlech):

$$-U_A * (P_1 + P_2 + P_3) + U_B * P_3 + 0U_C = I_1 - P_1 * U$$

$$-U_A * (P_3) + U_B * (P_3 + P_4) - U_C * P_4 = I_1 + I_2$$

$$0U_A * (P_3) + U_B * (P_4) - U_C * (P_4 + P_5) = I_2$$

Dosadíme do matice určíme determinanty a vypočítáme U_A a U_B :

$$\left(\begin{array}{ccc|c} -0,059 & 0,0164 & 0 & -2,3612 \\ -0,0163 & 0,0458 & -0,0294 & 1,5 \\ 0 & 0,0294 & -0,0588 & 0,8 \end{array} \right)$$

Výpočty determinantu:

$$\begin{vmatrix} -0,059 & 0,0164 & 0 \\ -0,0163 & 0,0458 & -0,0294 \\ 0 & 0,0294 & -0,0588 \end{vmatrix} = Det = 9,2173704 * 10^{-5}$$

$$\begin{vmatrix} -2,3612 & 0,0164 & 0 \\ 1,5 & 0,0458 & -0,0294 \\ 0,8 & 0,0294 & -0,0588 \end{vmatrix} = Det_{AU} = 5,378631216 * 10^{-3}$$

$$\begin{vmatrix} -0,059 & -2,3612 & 0 \\ -0,0163 & 1,5 & -0,0294 \\ 0 & 0,8 & -0,0588 \end{vmatrix} = Det_{BU} = 6,079188528 * 10^{-3}$$

Výpočet U_A a U_B :

$$U_A = \frac{Det_{AU}}{Det} = \frac{5,378631216 * 10^{-3}}{9,2173704 * 10^{-5}} = 58,35320685 \text{ V}$$

$$U_B = \frac{Det_{BU}}{Det} = \frac{6,079188528 * 10^{-3}}{9,2173704 * 10^{-5}} = 65,95361002 \text{ V}$$

Můžeme dopočítat napětí U_{R3} a proud I_{R3} :

$$I_{R3} = \frac{U_B - U_A}{R_3} = \frac{65,95361002 - 58,35320685}{61} = 0,1245967733 \text{ A}$$

$$U_{R3} = U_B - U_A = 65,95361002 - 58,35320685 = 7,600403169 \text{ V}$$

Tabulka s výsledky

Př. 1	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]
G	130	60	380	420	330	440	450	650	410	275
Výsledky					U _{R3} = 58,7546 V, I _{R3} = 0,1780 A					
Př. 2	U ₁ [V]	R ₁ [Ω]	R ₂ [Ω]			R ₃ [Ω]	R ₄ [Ω]		R ₅ [Ω]	
C	200	70	220			630	240		450	
Výsledky					U _{R1} = 4,3997 V, I _{R1} = 0,0628 A					
Př. 3	U [V]	I ₁ [A]	I ₂ [A]	R ₁ [Ω]		R ₂ [Ω]	R ₃ [Ω]	R ₄ [Ω]	R ₅ [Ω]	
B	150	0,7	0,8	49		45	61	34	34	
Výsledky					U _{R3} = 7,6004 V, I _{R3} = 0,1245 A					