

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií

ELEKTRONIKA PRO INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE
2019/2020

Semestrální projekt

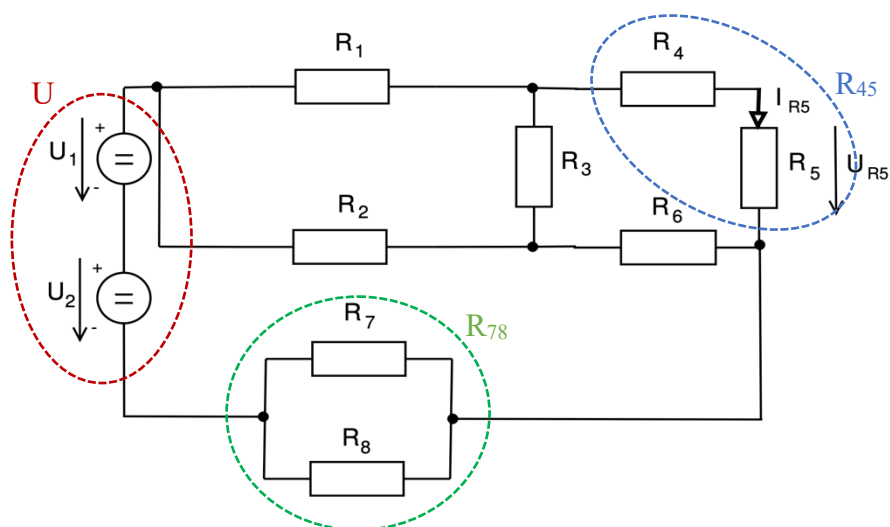
Zadání :

1	2	3	4	5
F	F	A	F	F

1.

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

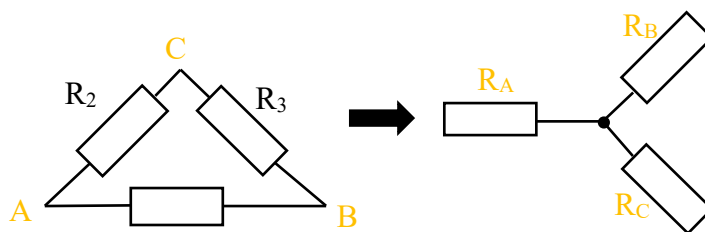
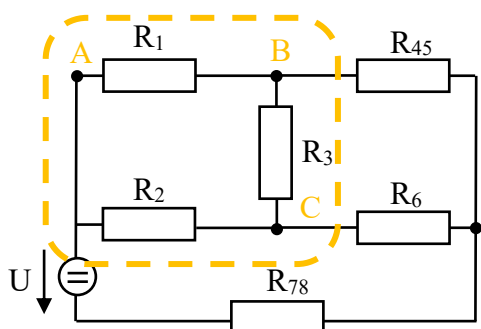
sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]	R_7 [Ω]	R_8 [Ω]
F	125	65	510	500	550	250	300	800	330	250



Sériově zapojené zdroje: $U = U_1 + U_2$
 $U = 125 + 65$
 $U = 190 \text{ V}$

Paralelně zapojené rezistory: $R_{78} = \frac{R_7 \cdot R_8}{R_7 + R_8}$
 $R_{78} = \frac{330 \cdot 250}{330 + 250}$
 $R_{78} = 142,2414 \Omega$

Sériově zapojené rezistory: $R_{45} = R_4 + R_5$
 $R_{45} = 250 + 300$
 $R_{45} = 550 \Omega$



Nyní použijeme úpravu trojúhelník – hvězda.

- Dopočítáme nové rezistory:

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

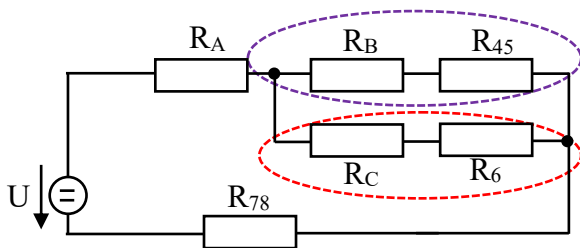
$$R_A = \frac{510 \cdot 500}{510 + 500 + 550}$$
 $R_A = 163,4615 \Omega$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_B = \frac{510 \cdot 550}{510 + 500 + 550}$$
 $R_B = 179,8077 \Omega$

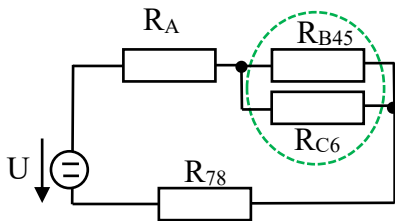
$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{500 \cdot 550}{510 + 500 + 550}$$
 $R_C = 176,2821 \Omega$

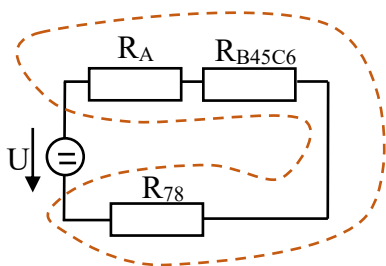


Sériově zapojené rezistory: $R_{B45} = R_B + R_{45}$
 $R_{B45} = 179,8077 + 550$
 $R_{B45} = \underline{\underline{729,8077 \Omega}}$

Sériově zapojené rezistory: $R_{C6} = R_C + R_6$
 $R_{C6} = 176,2821 + 800$
 $R_{C6} = \underline{\underline{976,2821 \Omega}}$



Paralelně zapojené rezistory: $R_{B45C6} = \frac{R_{B45} \cdot R_{C6}}{R_{B45} + R_{C6}}$
 $R_{B45C6} = \frac{729,8077 \cdot 976,2821}{729,8077 + 976,2821}$
 $R_{B45C6} = \underline{\underline{417,6206 \Omega}}$



Sériově zapojené rezistory: $R = R_A + R_{B45C6} + R_{78}$
 $R = 163,4615 + 417,6206 + 142,2414$
 $R = \underline{\underline{723,3235 \Omega}}$

Ohmův zákon: $I = \frac{U}{R}$
 $I = \frac{190}{723,3235}$
 $I = \underline{\underline{0,2627 A}}$

Napětí na rezistoru: $U_{B45C6} = R_{B45C6} \cdot I$
 $U_{B45C6} = 417,6206 \cdot 0,2627$
 $U_{B45C6} = \underline{\underline{109,7089 V}}$

Napětí na rezistoru R_{B45} je stejné jako na R_{B45C6} (paralelně zapojeny): $I_{B45} = \frac{U_{B45C6}}{R_{B45}}$
 $I_{B45} = \frac{109,7089}{729,8077}$
 $I_{B45} = \underline{\underline{0,1503 A}}$

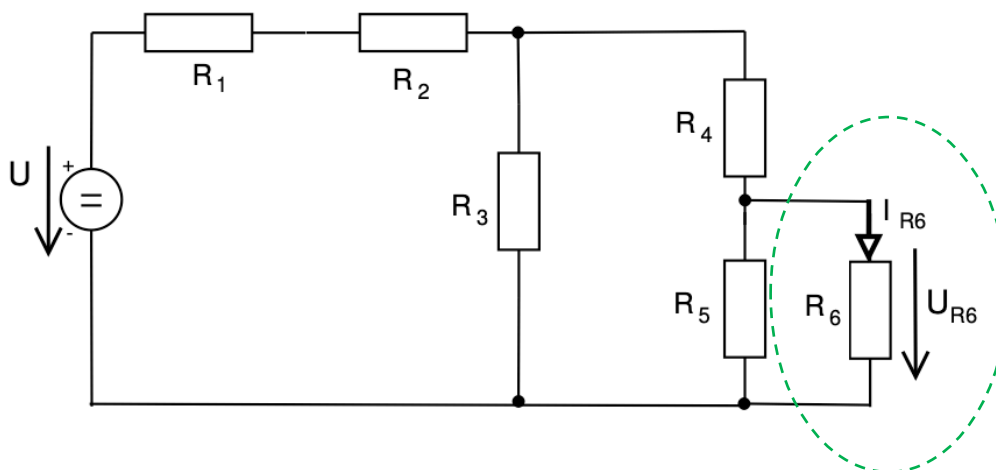
Proud na rezistorech R_B a R_{45} bude stejný jako na R_{B45} (sériově propojeny): $U_{45} = R_{45} \cdot I_{B45}$
 $U_{45} = 550 \cdot 0,1503$
 $U_{45} = \underline{\underline{82,665 V}}$

Proud na rezistorech R_4 a R_5 bude stejný jako na R_{45} (sériově propojeny): $U_5 = R_5 \cdot I_{B45}$
 $U_5 = 300 \cdot 0,1503$
 $U_5 = \underline{\underline{45,09 V}}$
 $I_5 = \underline{\underline{I_{B45}}}$

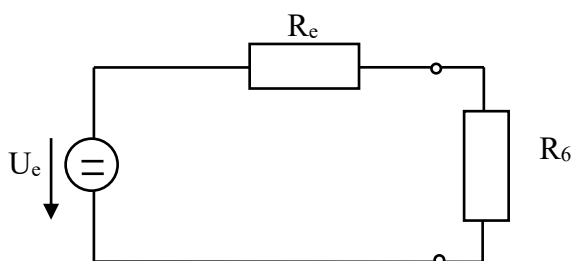
2.

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

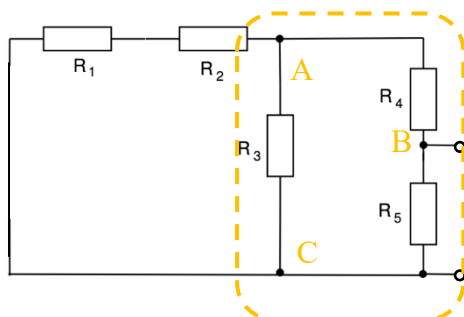
sk.	U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]
F	130	180	350	600	195	650	250



Jako první nahradíme obvod vlastním zdrojem U_e s odporem R_e .



Pro výpočet odporu zdroje nahradíme zkoumaný odpor otevřenými svorkami a odstraníme i zdroj.



Nyní použijeme úpravu trojúhelník – hvězda.

- Dopočítáme nové rezistory:

$$R_A = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4 + R_5}$$

$$R_A = \frac{600 \cdot 195}{600 + 195 + 650}$$

$$\underline{R_A = 80,9688 \, \Omega}$$

$$R_B = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

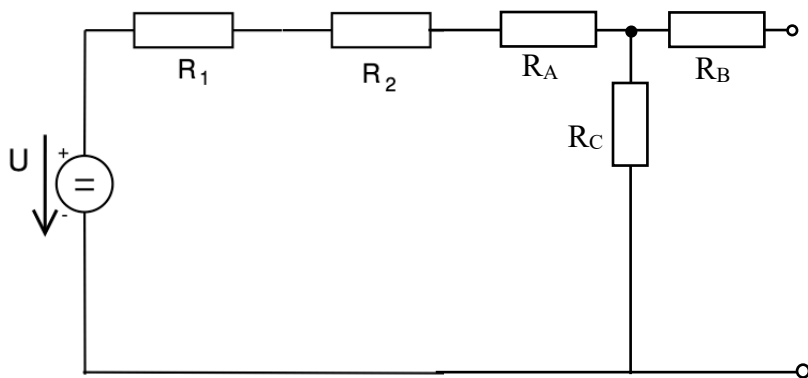
$$R_B = \frac{195 \cdot 650}{600 + 195 + 650}$$

$$\underline{R_B = 87,7163 \, \Omega}$$

$$R_C = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

$$R_C = \frac{600 \cdot 650}{600 + 195 + 650}$$

$$\underline{R_C = 269,8962 \, \Omega}$$

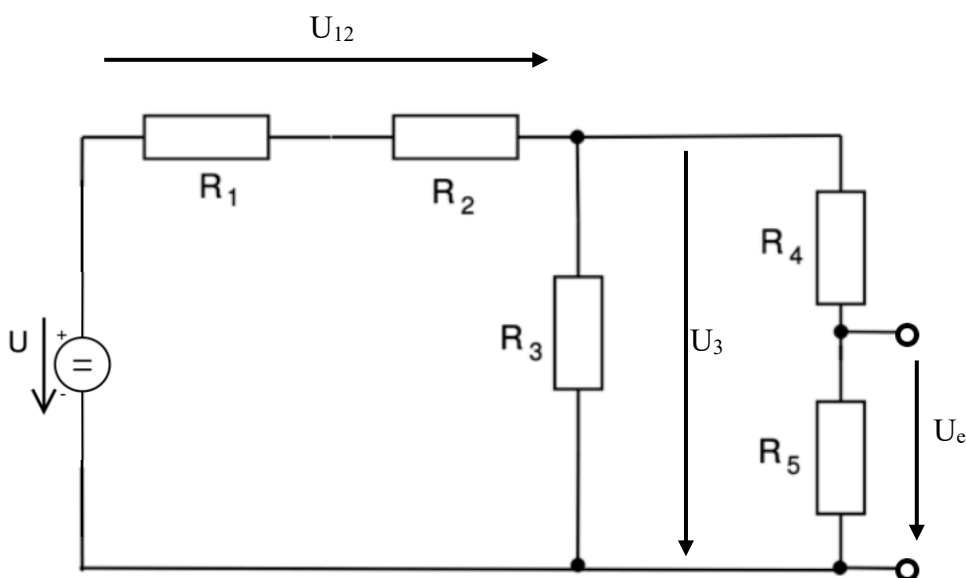


Nyní můžeme jednoduše dopočítat R_e

$$R_e = \frac{(R_1 + R_2 + R_A) * R_C}{R_1 + R_2 + R_A + R_C} + R_B$$

$$R_e = \frac{(180 + 350 + 80,9688) * 269,8962}{180 + 350 + 80,9688 + 269,8962} + 87,7163$$

$$\underline{\underline{R_e = 274,9166 \, \Omega}}$$



Nyní začneme zpětně počítat až k hledaným hodnotám:

$$R_{345} = \frac{(R_3 + R_4) * R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

$$R_{345} = \frac{(600 + 195) * 650}{600 + 195 + 650}$$

$$\underline{\underline{R_{345} = 357,6125 \, \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_{345}}$$

$$I = \frac{130}{180 + 350 + 357,6125}$$

$$I = 0,1465 \, A$$

$$U_{12} = (R_1 + R_2) * I$$

$$U_{12} = (180 + 350) * 0,1465$$

$$\underline{\underline{U_{12} = 77,645 \, V}}$$

$$U_3 = U - U_{12}$$

$$U_3 = 130 - 77,645$$

$$\underline{\underline{U_3 = 52,355 \, V}}$$

Ohmův zákon: $I_4 = \frac{U_3}{R_4 + R_5}$

$$I_4 = \frac{52,355}{195 + 650}$$

$$\underline{\underline{I_4 = 0,0620 \, A}}$$

$$U_e = R_5 * I_4$$

$$U_e = 650 * 0,0620$$

$$\underline{\underline{U_e = 40,3 \, V}}$$

$$\underline{\underline{U_e = U_{R6}}}$$

Ohmův zákon: $I_{R6} = \frac{U_e}{R_e + R_6}$

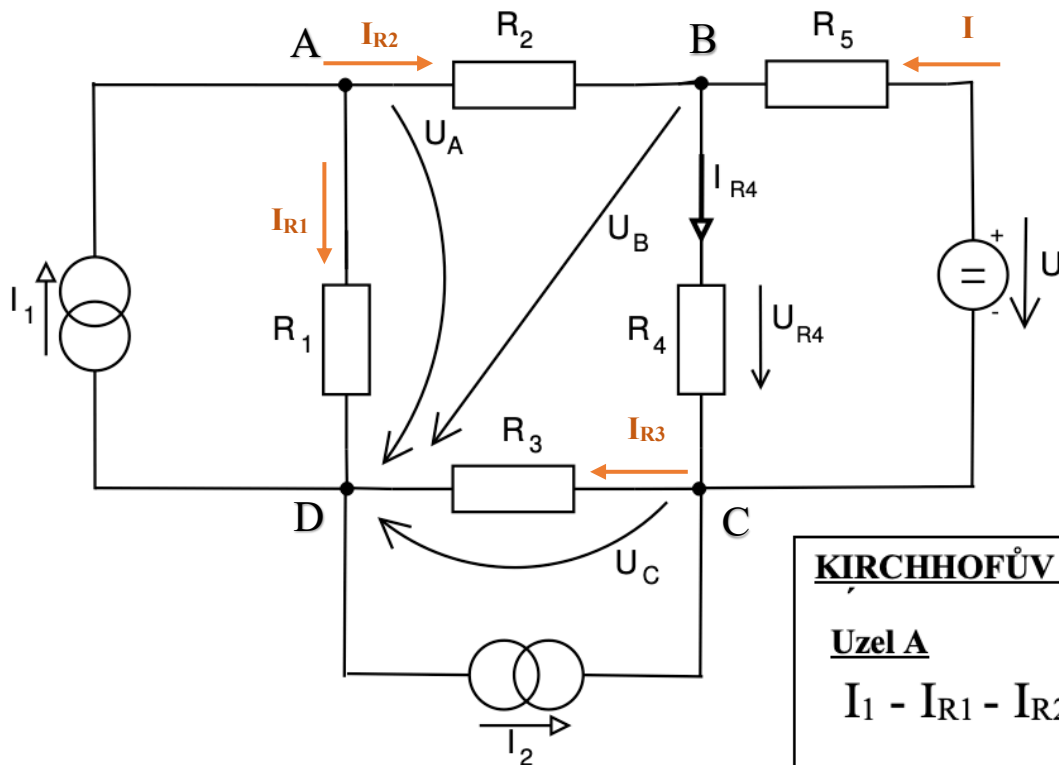
$$I_{R6} = \frac{40,3}{274,9166 + 250}$$

$$\underline{\underline{I_{R6} = 0,07677 \, A}}$$

3.

Stanovte napětí U_{R4} a proud I_{R4} . 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]
A	120	0.9	0.7	53	49	65	39	32



Vyjádříme, vzniknou nám 3 rovnice o 3 neznámých, kde neznáme jsou uzlová napětí

$$I_1 - \frac{U_A - U_B}{R_2} - \frac{U_A}{R_1} = 0$$

KIRCHHOFFŮV ZÁKON

Uzel A

$$I_1 - I_{R1} - I_{R2} = 0$$

Uzel B

$$I + I_{R2} - I_{R4} = 0$$

Uzel C

$$I_2 + I_{R4} - I - I_{R3} = 0$$

$$\frac{U - (U_B - U_C)}{R_5} + \frac{U_A - U_B}{R_2} - \frac{U_B - U_C}{R_4} = 0$$

$$I_2 + \frac{(U_B - U_C)}{R_4} + \frac{U - (U_B - U_C)}{R_5} - \frac{U_C}{R_3} = 0$$

$$0,9 - \frac{U_A - U_B}{49} - \frac{U_A}{53} = 0$$

*25 970
+ úprava

$$-1020U_A + 530U_B = -23373$$

$$U_A = \frac{7791}{340} + \frac{53}{102}U_B$$

$$\frac{120 - U_B + U_C}{32} + \frac{U_A - U_B}{49} - \frac{U_B - U_C}{39} = 0$$

*61 152
+ úprava

$$1248U_A - 4727U_B + 3479U_C = -229320$$

$$0,7 + \frac{(U_B - U_C)}{39} + \frac{120 - (U_B - U_C)}{32} - \frac{U_C}{65} = 0$$

*6240
+ úprava

$$355U_B - 451U_C = 19032$$

Nyní pomocí substituce dosadíme zvýrazněnou rovnici U_A do rovnice vycházející u uzlu B (oranžová).

$$1248\left(\frac{7791}{340} + \frac{53}{102}U_B\right) - 4727U_B + 3479U_C = -229320$$

Roznásobení
+ úprava

$$-346675U_B + 295715U_C = -21922992 \quad /*451$$

$$355U_B + 451U_C = 19032 \quad /*295715$$

Vzájemným vynásobením rovnic dosáhneme odstranění jedné neznámé, poté jen sečteme.

$$-51371600U_B = -4259221512$$

$$\underline{\underline{U_B = 82,91 \text{ V}}}$$

$$U_A = \frac{7791}{340} + \frac{53}{102} * 82,91$$

$$\underline{U_A = 65,9954 \text{ V}}$$

$$355 * 82,91 + 451 U_C = 19032$$

$$-451 U_C = 19032 - 355 * 82,91$$

$$\underline{U_C = 23,0622 \text{ V}}$$

$$U_{R4} = U_B - U_C$$

$$U_{R4} = 82,91 - 23,0622$$

$$\underline{U_{R4} = 59,8478 \text{ V}}$$

$$I_{R4} = \frac{U_{R4}}{R4}$$

$$I_{R4} = \frac{59,8478}{39}$$

$$\underline{I_{R4} = 1,5346 \text{ A}}$$

Řešení:

1.	2.	3.	4.	5.
$U_{R5} = 45,09 \text{ V}$ $I_{R5} = 0,1503 \text{ A}$	$U_{R6} = 40,3 \text{ V}$ $I_{R6} = 0,7677 \text{ A}$	$U_{R4} = 59,8478 \text{ V}$ $I_{R4} = 1,5346 \text{ A}$	-	-