

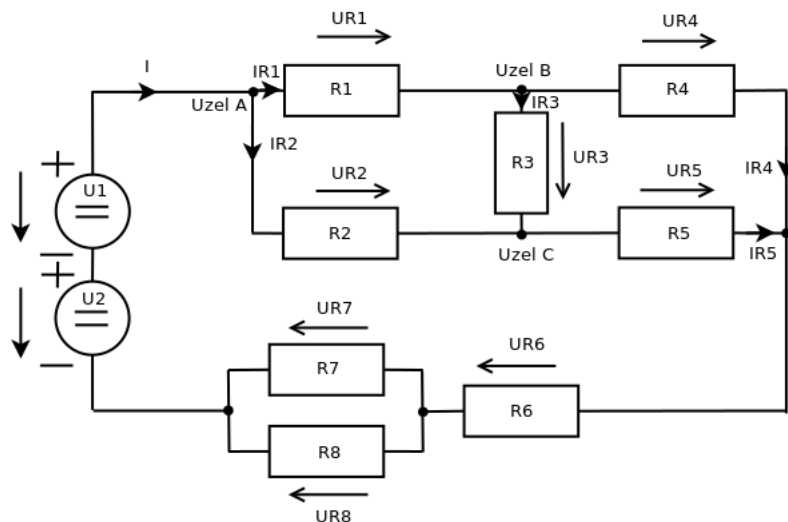
Semestrální projekt IEL 2016/2017

1. Listopadu 2016

Autor: Filip Kočica, xkocic01@fit.vutbr.cz
Fakulta informačních technologií
Vysoké učení technické v Brně

První úloha, Varianta F: Stanovte pomocí metody
zjednodušování U_{R8}, I_{R8}

U1[V]	U2[V]	R1[Ω]	R2[Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]	R5[Ω]	R6[Ω]	R7[Ω]	R8[Ω]
125	65	510	500	550	250	300	800	330	250



Výpočet dvou sériově zapojených zdrojů:

$$U = U_1 + U_2 = 125 + 65 = 190V$$

Výpočet dvou paralelně zapojených odporů:

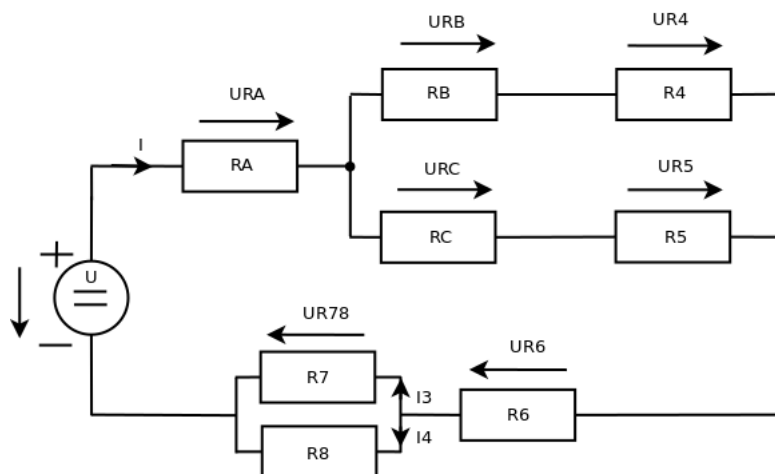
$$R_{78} = \frac{R_7 R_8}{R_7 + R_8} = \frac{330 * 250}{330 + 250} = 142.2414\Omega$$

Převod trojúhelník-hvězda:

$$R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{510 * 500}{510 + 500 + 550} = 163.4615\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{510 * 550}{510 + 500 + 550} = 179.8077\Omega$$

$$R_C = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{500 * 550}{510 + 500 + 550} = 176.2820\Omega$$

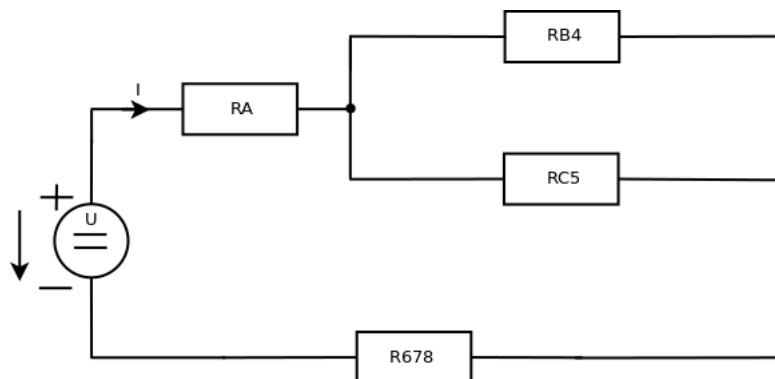


Součet sériově zapojených odporů:

$$R_{B4} = R_B + R_4 = 429.8077\Omega$$

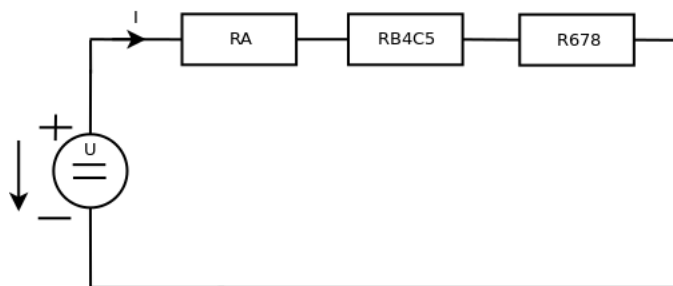
$$R_{C5} = R_C + R_5 = 476.2820\Omega$$

$$R_{678} = R_6 + R_{78} = 942.2414\Omega$$



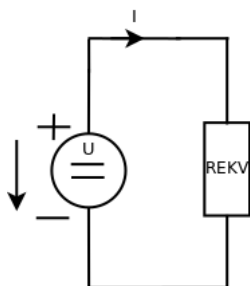
Součet paralelně zapojených odporů:

$$R_{B4C5} = \frac{R_{B4}R_{C5}}{R_{B4} + R_{C5}} = \frac{429.8077 * 476.282}{429.8077 + 476.282} = 225.9265\Omega$$



Součet sériově zapojených odporů:

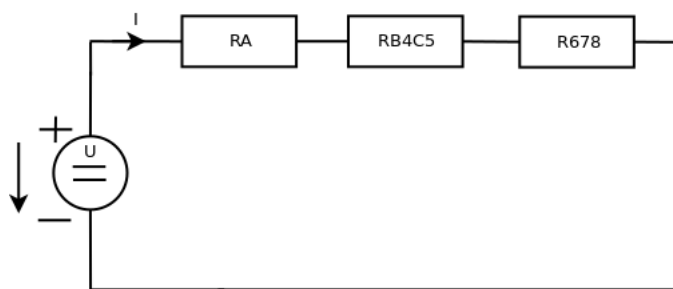
$$R_{EKV} = R_A + R_{B4C5} + R_{678} = 1331.6294\Omega$$



Výpočet proudu procházejícího obvodem:

$$I = \frac{U}{R_{EKV}} = 0.1427A$$

ROZŠÍŘENÍ



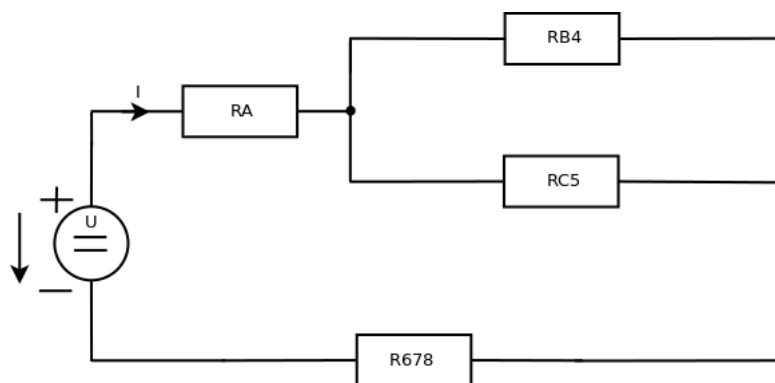
$$U_{RA} = R_A * I = 0.1427 * 163.4615 = 23.3260V$$

$$U_{R678} = R_{678} * I = 0.1427 * 942.2414 = 134.4578V$$

$$U_{RB4C5} = R_{B4C5} * I = 0.1427 * 225.9265 = 32.2397V$$

Kontrola pomocí II.KZ:

$$\begin{aligned}
 U - U_{RA} - U_{R678} - U_{RB4C5} &= 0 \\
 190 - 23.3260 - 134.4578 - 32.2397 &= 0 \\
 190 - 190 &= 0 \\
 0 &= 0
 \end{aligned}$$

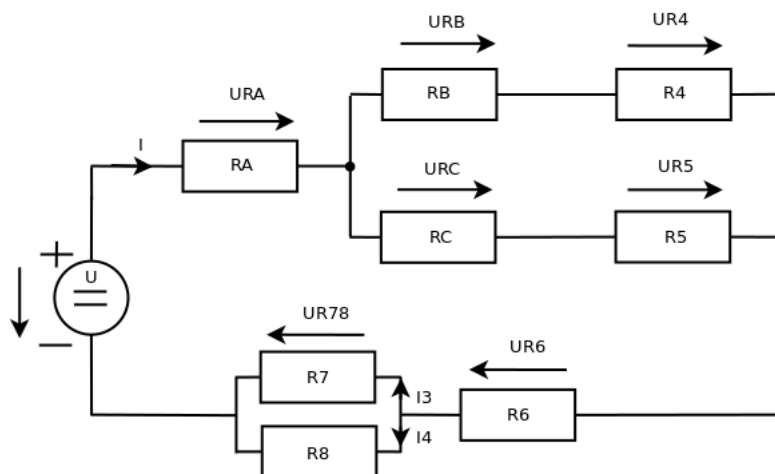


Výpočet proudů, které se větví do $R_{B4} - a - R_{C5}$

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{U_{RB4C5}}{R_{B4}} = \frac{32.2397}{429.8077} = 0.075A \\
 I_2 &= \frac{U_{RB4C5}}{R_{C5}} = \frac{32.2397}{476.2820} = 0.0677A
 \end{aligned}$$

Kontrola pomocí I.KZ:

$$\begin{aligned}
 I - I_1 - I_2 &= 0 \\
 0.1427 - 0.075 - 0.0677 &= 0 \\
 0 &= 0
 \end{aligned}$$



Výpočty úbytků napětí na jednotlivých odporech:

$$U_{RB} = I_1 * R_B = 0.075 * 179.8077 = 13.4856V$$

$$U_{R4} = I_1 * R_4 = 0.075 * 250 = 18.75V$$

$$U_{RC} = I_2 * R_C = 0.0677 * 176.2820 = 11.9343V$$

$$U_{R5} = I_2 * R_5 = 0.0677 * 300 = 20.31V$$

$$U_{R6} = I * R_6 = 0.1427 * 800 = 114.16V$$

$$U_{R78} = I * R_{78} = 0.1427 * 142.2414 = 20.2978V$$

Kontrola pomocí II.KZ (Na paralelně zapojených odporech je vždy stejné napětí):

$$U_{RB} + U_{R4} - U_{RB4C5} = 0$$

$$13.4856 + 18.75 - 32.2356 = 0$$

$$0 = 0$$

$$U_{RC} + U_{R5} - U_{RB4C5} = 0$$

$$20.31 + 11.9343 - 32.2356 = 0$$

$$0 = 0$$

$$U_{R678} - U_{R6} - U_{R78} = 0$$

$$134.4578 - 114.16 - 20.2978 = 0$$

$$0 = 0$$

Výpočet proudů větvičích se do $R_7 - a - R_8$

$$I_3 = \frac{U_{R78}}{R_7} = \frac{20.2978}{330} = 0.0615A$$

$$I_4 = \frac{U_{R78}}{R_8} = \frac{20.2978}{250} = 0.0812A$$

Kontrola pomocí I.KZ

$$I - I_3 - I_4 = 0$$

$$0.1427 - 0.0615 - 0.0812 = 0$$

$$0 = 0$$

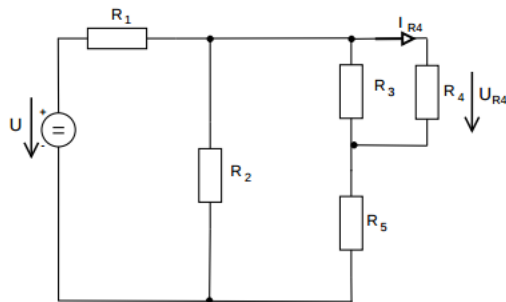
Hledané $I_{R8} - a - U_{R8}$

$$I_{R8} = I_4 = 0.0812A$$

$$U_{R8} = I_{R8} * R_8 = 250 * 0.0812 = 20.3V$$

Druhá úloha, Varianta D: Stanovte pomocí Theveninova
teorému U_{R4}, I_{R4}

U[V]	R1[Ω]	R2[Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]	R5[Ω]
150	200	660	200	550	330



$$R_{35} = R_3 + R_5 = 200 + 330 = 530\Omega$$

$$R_{235} = \frac{R_2 R_{35}}{R_2 + R_{35}} = \frac{660 * 530}{660 + 530} = 293.9496\Omega$$

$$R_{1235} = R_1 + R_{235} = 200 + 293.9496 = 493.9496\Omega$$

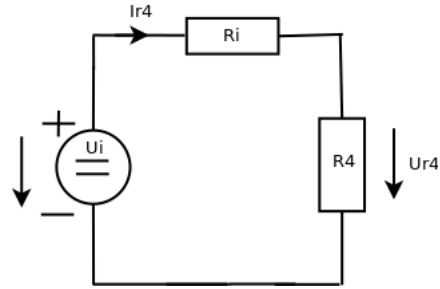
$$I_1 = \frac{U}{R_{1235}} = \frac{150}{493.9496} = 0.3037A$$

$$U_{R1} = R_1 * I_1 = 0.3037 * 200 = 60.74V$$

$$U_{R2} = U - U_{R1} = 150 - 60.74 = 89.26V$$

$$I_2 = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{89.26}{660} = 0.1352A$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0.3037 - 0.1352 = 0.1685A$$



$$U_i = I_3 * R_3 = 200 * 0.1685 = 33.7V$$

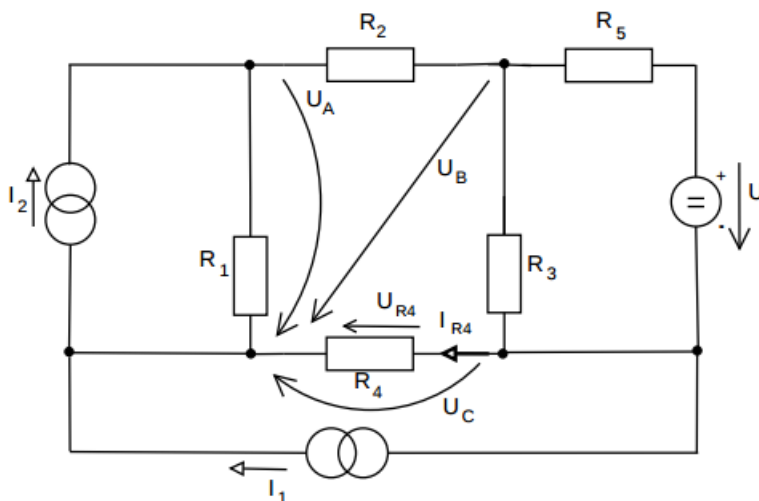
$$R_i = \frac{[(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) + R_5] * R_3}{[(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) + R_5] + R_3} = \frac{(153.4884 + 330) * 200}{153.4884 + 330 + 200} = \frac{96697.68}{683.4884} = 141.4767\Omega$$

$$I_{R4} = \frac{U_i}{R_i + R_4} = \frac{33.7}{141.4767 + 550} = 0.0487A$$

$$U_{R4} = R_4 * I_{R4} = 550 * 0.0487 = 26.785V$$

Třetí úloha, Varianta D: Stanovte pomocí metody
uzlových napětí U_{R4}, I_{R4}

U[V]	I1[A]	I2[A]	R1[Ω]	R2[Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]	R5[Ω]
115	0.6	0.9	50	38	48	37	28



Sestavíme rovnice pro uzly A, B, C.

$$A : I_2 - I_{R1} + I_{R2} = 0$$

$$B : I_{R5} - I_{R3} - I_{R2} = 0$$

$$C : I_{R3} - I_{R5} - I_{R4} = 0$$

Pomocí II. Kirchhofova zákona sestavíme rovnice pro proudy:

$$R_1 * I_{R1} - U_A = 0 \rightarrow I_{R1} = \frac{U_A}{R_1}$$

$$R_2 * I_{R2} + U_B - U_A = 0 \rightarrow I_{R2} = \frac{U_A - U_B}{R_2}$$

$$R_3 * I_{R3} + U_C - U_B = 0 \rightarrow I_{R3} = \frac{U_B - U_C}{R_3}$$

$$R_4 * I_{R4} - U_C = 0 \rightarrow I_{R4} = \frac{U_C}{R_4}$$

$$R_5 * I_{R5} + U_3 + U_B - U_C = 0 \rightarrow I_{R5} = \frac{U_C - U_B - U_3}{R_5}$$

Čtvrtá úloha, Varianta F: Pro napájecí napětí platí:

$$u_1 = U_1 * \sin(2\pi ft)$$

$$u_2 = U_2 * \sin(2\pi ft)$$

Ve vztahu pro napětí

$$u_{C1} = U_{C1} * \sin(2\pi ft + C1)$$

stanovte pomocí metody smyčkových proudů

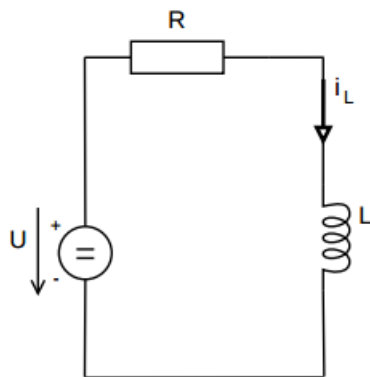
$$|U_{C1}|, \phi_{C1}$$

U[V]	I1[A]	I2[A]	R1[Ω]	R2[Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]	R5[Ω]
115	0.6	0.9	50	38	48	37	28

Pátá úloha, Varianta D: Sestavte diferenciální rovnici popisující chování obvodu na obrázku, dále ji upravte dosazením hodnot parametrů. Vypočítejte analytické řešení $i_L = f(t)$.

Provedte kontrolu výpočtu dosazením do sestavené diferenciální rovnice.

U[V]	L[H]	R[Ω]	$i_L(0)[A]$
50	5	25	6



$$i'_L = \frac{1}{L} * u_L$$

$$i_L * R + u_L - U = 0$$

$$i'_L = \frac{1}{L} * (U - R * i_L)$$

$$i'_L = \frac{1}{5} * (50 - 25 * i_L)$$

$$i'_L = 10 - 5 * i_L$$

$$i_L' + 5 * i_L = 10$$

I. Počáteční podmínka:

$$i_L(0) = 6$$

II. Očekávané řešení:

$$i_L(t) = L(t) * e^{\lambda t}$$

III. Výpočet lambdy:

$$\lambda + 5 = 0$$

$$\lambda = -5$$

IV. Dosazení do rovnice:

$$i_L(t) = L(t) * e^{-5t}$$

Vyrobíme i_L' :

$$i_L' = L(t)' * e^{-5t} + L(t) * e^{-5t} * (-5)$$

Dosadíme do rovnice:

$$L(t)' * e^{-5t} - 5 * (L(t) * e^{-5t}) + 5 * (L(t) * e^{-5t}) = 10$$

$$L(t)' = 10 / e^{-5t}$$

$$L(t)' = 10 * e^{5t} / \int$$

$$L(t) + K_1 = 2 * e^{5t} + K_2$$

$$L(t) = 2 * e^{5t} + K$$

Dosadím do rovnice:

$$i_L = L(t) * e^{-5t}$$

$$i_L = (2 * e^{5t} + K) * e^{-5t}$$

$$i_L = 2 * e^{5t-5t} + K * e^{-5t}$$

$$i_L = 2 + K * e^{-5t}$$

$$6 = 2 + K * e^{-5*0}$$

$$6 - 2 = K * 1$$

$$K = 4$$

$$i_L = 2 + 4 * e^{-5t}$$

Zkoušky:

$$1. i_L(0) = 2 + 4 * e^{-5*0}$$

$$6 = 6 \Rightarrow \textit{Splněno}$$

$$2. i'_L + 5 * i_L = 10$$

$$i'_L = -20e^{-5t}$$

$$-20 * e^{-5t} + 5 * (2 + 4 * e^{-5t}) = 10$$

$$10 = 10 \Rightarrow \textit{Splněno}$$

Souhrn výsledků

Příklad č.	Varianta	Výsledek
1	F	$I_{R8} = 0.0812A, U_{R8} = 20.3V$
2	D	$I_{R4} = 0.0487A, U_{R4} = 26.785V$
3	D	$I_{R4} = A, U_{R4} = V$
4	F	$— U_{C1} =, \phi_{C1} =$
5	D	$i_L = 2 + 4 * e^{-5t}$