

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta informačních technologií

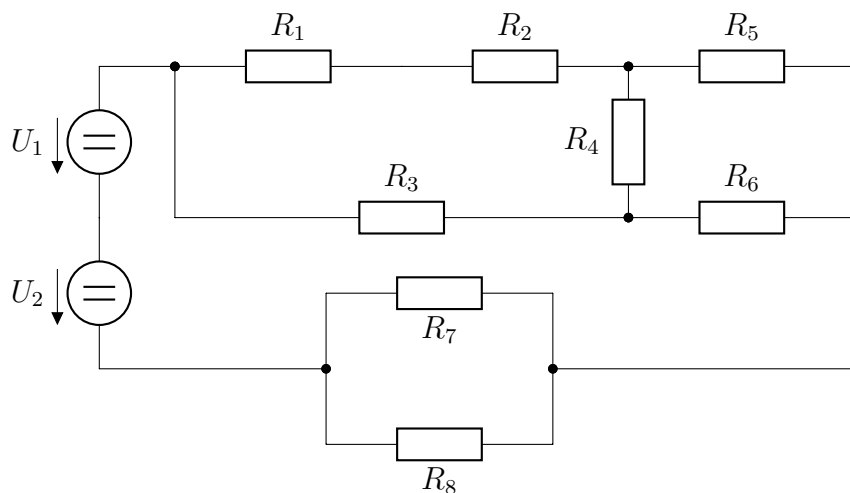
Elektronika pre informačné technológie 2018/2019

## Semestrálny projekt

1.

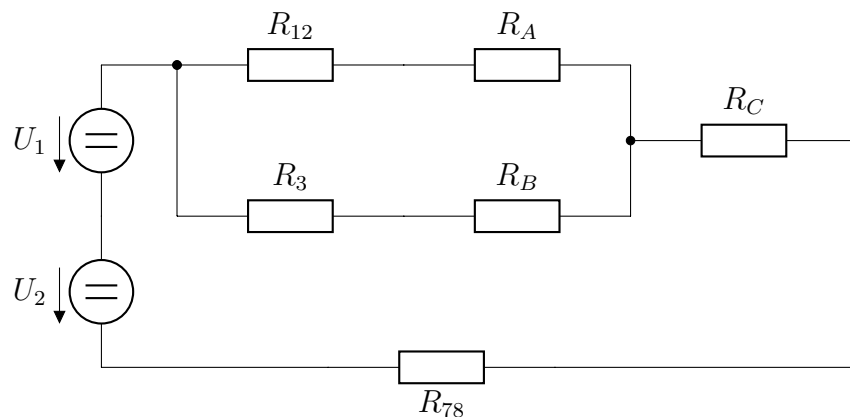
Zadanie: Stanovte  $U_{R_3}$  a  $I_{R_3}$ . Použite metódu postupného zjednodušovania obvodu

sk.	$U_1[V]$	$U_2[V]$	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$R_4[\Omega]$	$R_5[\Omega]$	$R_6[\Omega]$	$R_7[\Omega]$	$R_8[\Omega]$
D	105	85	420	980	330	280	310	710	240	200



Riešenie metódou postupného zjednodušovania

Označíme si uzly pre transfiguráciu (trojuholník  $\Rightarrow$  hviezda):



Prevedieme transfiguráciu a spojenie  $R_1$  a  $R_2$ :

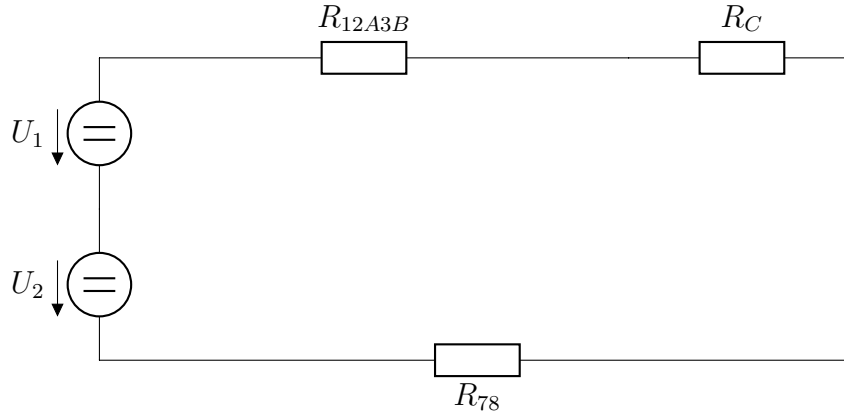
$$\begin{aligned}
 R_{12} &= R_1 + R_2 = 420 + 980 = 1400 \\
 R_A &= \frac{R_4 * R_5}{R_4 + R_6 + R_5} = \frac{280 * 310}{280 + 710 + 310} = \frac{863}{13} \Omega \\
 R_B &= \frac{R_4 * R_6}{R_4 + R_6 + R_5} = \frac{280 * 710}{280 + 710 + 310} = \frac{1988}{13} \Omega \\
 R_C &= \frac{R_6 * R_5}{R_4 + R_6 + R_5} = \frac{710 * 310}{280 + 710 + 310} = \frac{2201}{13} \Omega
 \end{aligned}$$

Sériové spojenie  $R_{12}$  s  $R_A$  a  $R_3$  s  $R_B$  a Paralelne spojenie  $R_7$  s  $R_8$

$$R_{12A} = R_{12} + R_A = 1400 + \frac{863}{13} = \frac{19063}{13} \Omega$$

$$R_{3B} = R_3 + R_B = 330 + \frac{1988}{13} = \frac{6278}{13} \Omega$$

$$R_{78} = \frac{R_7 * R_8}{R_7 + R_8} = \frac{240 * 200}{240 + 200} = \frac{1200}{11} \Omega$$



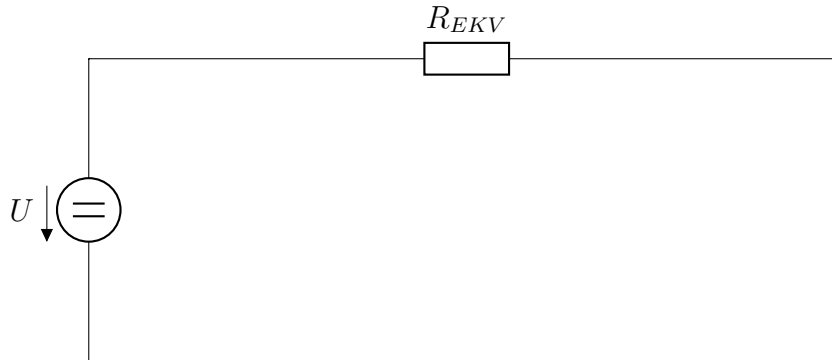
Paralelne spojenie  $R_{12A}$  s  $R_{3B}$  a spojenie zdrojov napätia

$$R_{123AB} = \frac{R_{12A} * R_{3B}}{R_{12A} + R_{3B}} = \frac{\frac{19063}{13} * \frac{6278}{13}}{\frac{19063}{13} + \frac{6278}{13}} = 363,2833 \Omega$$

$$U_{12} = U_1 + U_2 = 105 + 85 = 190V$$

Sériové spojenie  $R_{123AB}$  s  $R_{78}$  s  $R_C$

$$R_{EKV} = R_{123AB} + R_{78} + R_C = 363,2833 + \frac{1200}{11} + \frac{2201}{13} = 641,6819 \Omega$$



Celkový prúd  $I$ :

$$I = \frac{U}{R_{EKV}} = \frac{190}{641,6819} = 0,2961A$$

Teraz môžeme späťne dopočítať prúd a napätie na rezistore  $R_3$

$$U_{123AB} = I * R_{123AB} = 0,2961 * 363,2833 = 107,5682V$$

$$I_{R3} \equiv I_{RB} \equiv I_{R3B} = \frac{U_{123AB}}{R_{3B}} = \frac{107,5682}{\frac{6278}{13}} = 0,22274A$$

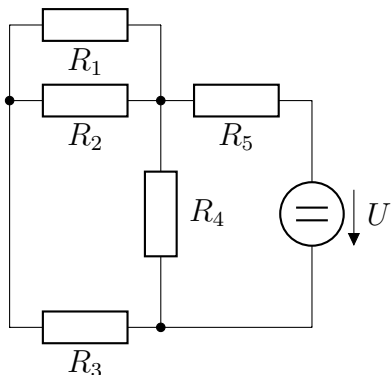
$$U_{R3} = I * R_3 = 0,2227 * 330 = 73,5055V$$

## 2.

Zadanie:

Stanovte  $U_{R_1}$  a  $I_{R_1}$ . Použijte metódu Théveninovej vety.

sk.	U [V]	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$R_4[\Omega]$	$R_5[\Omega]$
C	200	70	220	630	240	450



Použijeme metódu Théveninovej vety

Vypočítame si prvú smyčku :

$$-450I_1 - 240I_2 + 200 = 0$$

$$-45I_1 - 24I_2 + 20 = 0$$

Vypočítame si druhú smyčku :

$$-220(I_1 - I_2) - 630(I_1 - I_2) + 240I_2 = 0$$

$$-220I_1 + 220I_2 - 630I_1 + 630I_2 + 240I_2 = 0$$

$$-850I_1 + 1090I_2 = 0$$

$$-85I_1 + 109I_2 = 0$$

Zistíme  $I_2$ :

$$45I_1 + 24I_2 = 20$$

$$-85I_1 + 109I_2 = 0$$

$$3825I_1 + 2040I_2 = 1700$$

$$-3825I_1 + 4905I_2 = 0$$

$$6945I_2 = 1700$$

$$I_2 = 0,2448A$$

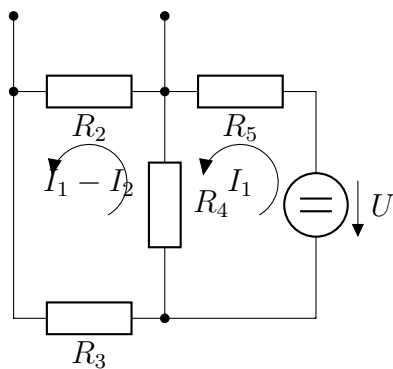
Výpočet  $I_1$ :

$$45I_1 + 24 * 0,2448 = 20$$

$$45I_1 + 5,8752 = 20$$

$$45I_1 = 14,1248$$

$$I_1 = 0,3139A$$



Odstránime cielený rezistor a počítame ďalej

Výpočet  $V_{th}$ :

$$-V_{th} + 220(I_1 - I_2) = 0$$

$$V_{th} = 220(I_1 - I_2)$$

$$V_{th} = 220 * 0,0691$$

$$V_{th} = 15,202V$$

Zjednodušíme obvod:

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

$$R_{345} = \frac{18090}{23}$$

$$R_{th} = \frac{\frac{18090}{23} * 220}{\frac{18090}{23} + 220}$$

$$R_{th} = 171,9136\Omega$$

Vypočítame prúd I:

$$I_{R1} = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_l}$$

$$I_{R1} = 0,0628A$$

A ako posledné vypočítame napätie U:

$$U_{R1} = R * I$$

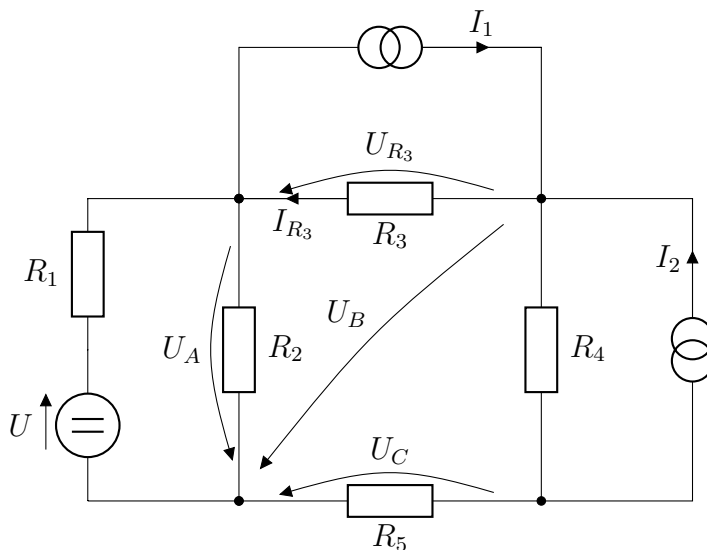
$$U_{R1} = 4,396V$$

### 3.

Zadanie:

Stanovte napätie  $U_{R_3}$  a prúd  $I_{R_3}$ . Použite metódu uzlových napätí ( $U_A, U_B, U_C$ )

sk.	$U$ [V]	$I_1$ [A]	$I_2$ [A]	$R_1$ [ $\Omega$ ]	$R_2$ [ $\Omega$ ]	$R_3$ [ $\Omega$ ]	$R_4$ [ $\Omega$ ]	$R_5$ [ $\Omega$ ]
B	150	0.7	0.8	49	45	61	34	34



Označíme si jednotlivé uzly a zapíšeme rovnicu pre každý uzol

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

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

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

Vyjadríme si prúdy na odporoch podľa ohmovho zákona

$$A : -I_1 + \frac{U - U_A}{R_1} + \frac{U_B - U_A}{R_3} - \frac{U_A}{R_2} = 0$$

$$B : I_1 - \frac{U_B - U_A}{R_3} + I_2 - \frac{U_B - U_C}{R_4} = 0$$

$$C : -I_2 - \frac{U_C}{R_5} + \frac{U_B - U_C}{R_4} = 0$$

Dosadíme si čísla do rovníc

$$A : -0,7 + \frac{150 - U_A}{49} + \frac{U_B - U_A}{61} - \frac{U_A}{45} = 0$$

$$B : 0,7 - \frac{U_B - U_A}{61} + 0,8 - \frac{U_B - U_C}{34} = 0$$

$$C : -0,8 - \frac{U_C}{34} + \frac{U_B - U_C}{34} = 0$$

Po odstránení zlomkov a sčítaní rovnakých neznámych dostaneme výsledne rovnice v tvare

$$A : 7939U_A - 2205U_B = 317596,5$$

$$B : 34U_A - 95U_B + 61U_C = -3111$$

$$C : U_B - 2U_C = 27,2$$

Po výpočte 3 rovníc o 3 neznámych Cramerovým pravidlom dostaneme výsledné hodnoty

$$U_A = 58,3750$$

$$U_B = 66,1418$$

$$U_C = 19,4709$$

Vieme, že  $U_{R3} = U_B - U_A$  takže

$$U_{R3} = 7,7688V$$

A ako posledné vypočítame  $I_{R3}$

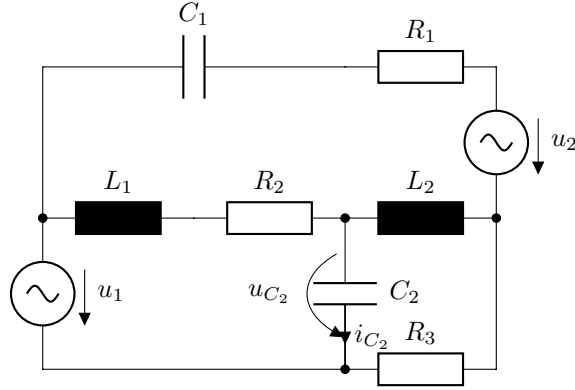
$$I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_3}$$

$$I_{R3} = 0,1273A$$

4.

Pre napájacie napätie platí:  $U_1 = U_1 * \sin(2\pi ft)$ ,  $u_2 = U_2 * \sin(2\pi ft)$ . Vo vzťahu pre napätie  $u_{c2} = U_{c2} * \sin(2\pi ft + \lambda_{c2})$  určte  $|U_{c2}|$  a  $\lambda_{c2}$ . Použite metódu smyčkových prúdov.

sk.	$U_1[V]$	$U_2[V]$	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_1[mH]$	$L_2[mH]$	$C_1[\mu F]$	$C_2[\mu F]$	$f[Hz]$
D	45	50	13	15	13	180	90	210	75	85



Vyjadríme si impedanciu cievok a kondenzátorov

$$Z_{c1} = -\frac{j}{\omega * C_1}$$

$$Z_{c1} = -8,9127j\Omega$$

$$Z_{c2} = -\frac{j}{\omega * C_2}$$

$$Z_{c2} = -24,9377j\Omega$$

$$Z_{L1} = j * \omega * L_1$$

$$Z_{L1} = 96,1327j\Omega$$

$$Z_{L2} = j * \omega * L_2$$

$$Z_{L2} = 48,0664j\Omega$$

$$U_1 = U_1 * \sin(2\pi f \frac{\pi}{2\omega})$$

$$U_1 = U_1 * \sin(90)$$

Zostavíme Rovnice pre smyčky

$$A : -U_1 + I_A * Z_{L1} + I_A * R_2 + I_A * Z_{c2} - I_B * R_2 - I_B * Z_{L1} - I_C * Z_{c2} = 0$$

$$B : U_2 + I_B * Z_{L2} + I_B * R_2 + I_B * Z_{L1} + I_B * Z_{c1} + I_B * R_1 - I_A * Z_{L1} - I_A * R_2 - I_C * Z_{L2} = 0$$

$$C : I_C * R_3 + I_C * Z_{c2} + I_C * Z_{L2} - I_A * Z_{c2} - I_B * Z_{L2} = 0$$

Napätie na zdroji dáme na druhú stranu a vyjmeme  $I_A, I_B, I_C$  pred zátvorku a usporiadame

$$I_A(Z_{L1} + R_2 + Z_{c2}) - I_B(R_2 + Z_{L1}) - I_C(Z_{c2}) = U_1$$

$$-I_A(Z_{L1} - R_2) + I_B(Z_{L2} + R_2 + Z_{L1} + Z_{c1} + R_1) - I_C(Z_{L2}) = -U_2$$

$$-I_A(Z_{c2}) - I_B(Z_{c2}) + I_C(R_3 + Z_{c2} + Z_{L2}) = 0$$

Zostavíme maticu a vypočítame  $I_A, I_C, I_{c2}$



$$\begin{pmatrix} 15 + 71,195j & -(15 + 96,1327j) & 24,9377j \\ -(15 + 96,1327j) & 28 + 135,2864j & -48,0664j \\ 24,9377j & -48,0664j & 13 + 23,1287j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 45 \\ -50 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$I_A = 0,5563 - 0,9889j$$

$$I_C = -0,4135 + 0,3571j$$

$$I_{c2} = I_A - I_C = 0,9698 - 1,346j$$

Vypočítame  $|U_{c2}|$  a  $\varphi_{c2}$

$$U_{c2} = I_{c2} * Z_{c2} = (0,9698 - 1,346j) * (-24,9377j) = -33.5661 - 24.6634j$$

$$|U_{c2}| = \sqrt{(33.5661)^2 + (24,4389)^2} = 41,5205V$$

$$\varphi_{c2} = -\arctg\left(\frac{ImgU_{c2}}{ReU_{c2}}\right) * \frac{\pi}{180} = -\arctg\left(\frac{33.5661}{24.4389}\right) * \frac{\pi}{180} = -0,01643rad$$

## Výsledky

Př.	Sk.	Výsledky
1	D	$U_{R_3} = 73,5055V, I_{R_3} = 0,2227A$
2	C	$U_{R_1} = 4,396V, I_{R_1} = 0,0628A$
3	B	$U_{R_3} = 7,7688V, I_{R_3} = 0,1273A$
4	D	$ U_{C_2}  = 41,5205V, \varphi_{C_2} = -0,01643rad$
5	C	??