

Téoria obvodov

Semestrálny projekt

21. decembra 2014

Autor: Viktor Jančík, xjanci09@stud.fit.vutbr.cz
Fakulta Informačních Technologí
Vysoké Učení Technické v Brně

Obsah

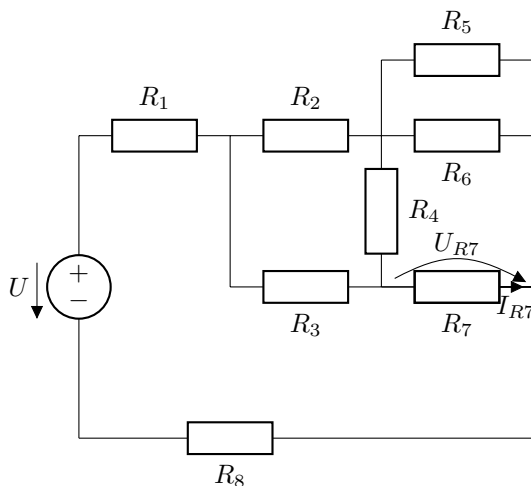
1	Príklad 1	2
1.1	Zadanie	2
1.2	Riešenie	2
1.3	Výsledky	2
2	Príklad 2	3
2.1	Zadanie	3
2.2	Riešenie	3
2.3	Výsledky	4
3	Príklad 3	4
3.1	Zadanie	4
3.2	Riešenie	4
3.3	Výsledky	5
4	Príklad 4	5
4.1	Zadanie	5
4.2	Riešenie	5
4.3	Výsledky	6
5	Príklad 5	6
5.1	Zadanie	6
5.2	Riešenie	6
5.3	Výsledky	6
6	Príklad 6	6
6.1	Zadanie	6
6.2	Riešenie	7
6.3	Výsledky	7

1 Príklad 1

1.1 Zadanie

Stanovte napätie U_{R7} a prúd I_{R7} . Použite metódu postupného zjednodušovania obvodu.

sk.	U [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]
D	105	420	980	330	280	310	710	240	200



1.2 Riešenie

Transformácia R_2 , R_3 a R_4 na R_{23} , R_{24} a R_{34} :

$$R_{23} = \frac{R_2 * R_3}{R_2 + R_3 + R_4} \quad R_{24} = \frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_3 + R_4} \quad R_{34} = \frac{R_3 * R_4}{R_2 + R_3 + R_4}$$

Spojenie R_5 a R_6 :

$$R_{5,6} = \frac{R_5 * R_6}{R_5 + R_6}$$

Celkový odpor obvodu:

$$R = R_1 + R_{23} + \frac{(R_{24} + R_{5,6}) * (R_{34} + R_7)}{R_{24} + R_{5,6} + R_{34} + R_7} + R_8$$

Celkový prúd v obvode:

$$I = \frac{U}{R}$$

Prúd na vetve s resistormi R_{34} a R_7 :

$$I_{R7} = \frac{R_{24} + R_{5,6}}{R_{24} + R_{5,6} + R_{34} + R_7} * I$$

Napätie na resistore R_7 :

$$U_{R7} = I_{R7} * R_7$$

1.3 Výsledky

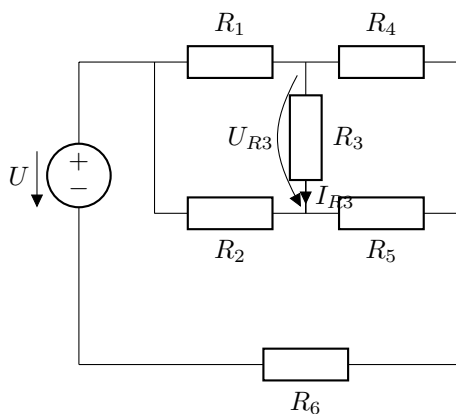
$$I_{R7} = 0.0599A \quad U_{R7} = 14.3708V$$

2 Príklad 2

2.1 Zadanie

Stanovte napätie U_{R3} a prúd I_{R3} . Použite metódu Theveninovej vety.

sk.	U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]
A	50	525	620	210	530	130	150



2.2 Riešenie

Transformácia R_1 , R_4 a R_6 na R_{14} , R_{16} a R_{46} :

$$R_{14} = \frac{R_1 * R_4}{R_1 + R_4 + R_6} \quad R_{16} = \frac{R_1 * R_6}{R_1 + R_4 + R_6} \quad R_{46} = \frac{R_4 * R_6}{R_1 + R_4 + R_6}$$

Theveninov ekvivalentný odpor na svorkách odporu R_3 :

$$R_i = R_{14} + \frac{(R_{16} + R_2) * (R_{46} + R_5)}{R_{16} + R_2 + R_{46} + R_5}$$

Celkový odpor obvodu bez odporu R_3 :

$$R = \frac{(R_1 + R_4) * (R_2 + R_5)}{R_1 + R_4 + R_2 + R_5} + R_6$$

Celkový prúd v obvode bez odporu R_3 :

$$I = \frac{U}{R}$$

Prúdy na vetvách s odpormi R_1 , R_4 a R_2 , R_5 :

$$I_{R_1, R_4} = \frac{U}{R_1 + R_4} \quad I_{R_2, R_5} = \frac{U}{R_2 + R_5}$$

Theveninové ekvivalentné napätie obvodu na svorkách rezistora R_3 :

$$U_i = U_{R_2} - U_{R_1} = I_{R_2, R_5} * R_2 - I_{R_1, R_4} * R_1$$

Prúd, ktorý prechádza rezistorom R_3 :

$$I_{R3} = \frac{U_i}{R_i + R_3}$$

Napätie na rezistore R_3 :

$$U_{R3} = I_{R3} * R_3$$

2.3 Výsledky

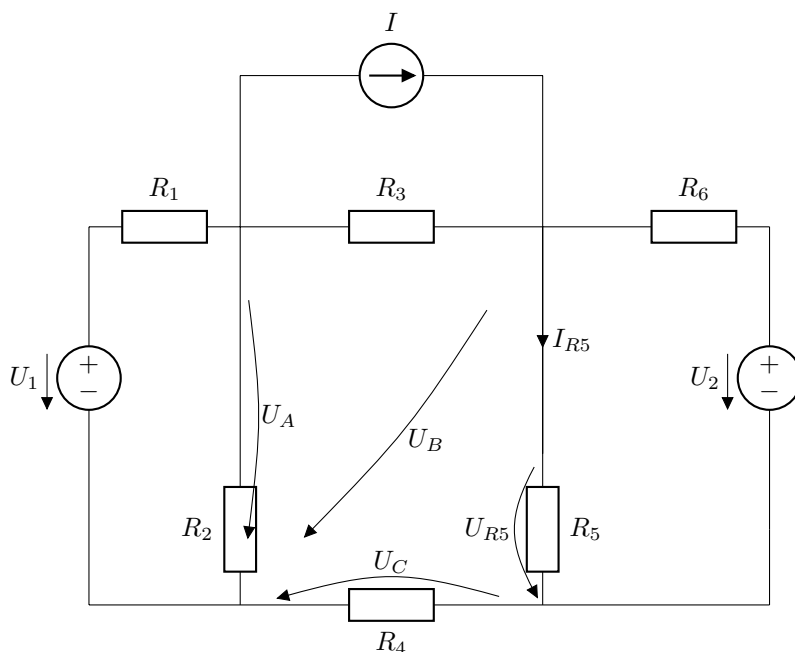
$$I_{R3} = 0.0207 A \quad U_{R3} = 4.3385 V$$

3 Príklad 3

3.1 Zadanie

Stanovte napätie U_{R5} a prúd I_{R5} . Použite metódu uzlových napätí (U_A , U_B , U_C).

sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	I [A]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]	R_6 [Ω]
G	160	105	0.45	460	410	535	330	290	210



3.2 Riešenie

Rovnice pre uzly A, B a C (sústava troch rovníc s troma neznámymi):

$$A : \quad \frac{U_1 - U_A}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_A - U_B}{R_3} + I$$

$$B : \quad \frac{U_B - U_C}{R_5} = \frac{U_A - U_B}{R_3} + \frac{U_C + U_2 - U_B}{R_6} + I$$

$$C : \quad \frac{U_B - U_C}{R_5} = \frac{U_C}{R_4} + \frac{U_C + U_2 - U_B}{R_6}$$

Napätie na rezistore R_5 :

$$U_{R5} = U_B - U_C$$

Prúd na rezistore R_5 :

$$I_{R5} = \frac{U_{R5}}{R_5}$$

3.3 Výsledky

$$U_{R5} = 86.7310V \quad I_{R5} = 0.2991A$$

4 Príklad 4

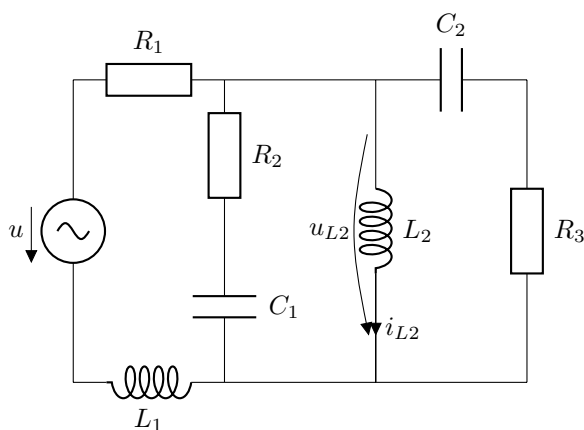
4.1 Zadanie

Pre napájacie napätie platí: $u = U * \sin(2\pi ft)$.

Vo vzťahu pre napätie $u_{L_2} = U_{L_2} * \sin(2\pi ft + \varphi_{L_2})$ určte $|U_{L_2}|$ a φ_{L_2} . Použite metódu zjednodušovania obvodov.

Pozn: Pomocný "smer šípky napájacieho zdroja platí pre špeciálny časový okamih ($t = \frac{\pi}{2\omega}$)."

sk.	U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	C_1 [μ F]	C_2 [μ F]	f [Hz]
D	50	190	180	220	420	270	120	205	90



4.2 Riešenie

Impedancia R_1 , R_2 , R_3 , L_1 , L_2 , C_1 a C_2 :

$$Z_{R1} = R_1 \quad Z_{R2} = R_2 \quad Z_{R3} = R_3$$

$$Z_{L1} = \omega L_1 j = 2\pi f L_1 j \quad Z_{L2} = \omega L_2 j = 2\pi f L_2 j \quad Z_{C1} = -\frac{1}{\omega C_1} j = -\frac{1}{2\pi f C_1} j \quad Z_{C2} = -\frac{1}{\omega C_2} j = -\frac{1}{2\pi f C_2} j$$

Celková impedancia obvodu:

$$Z = Z_{R1} + \frac{\frac{Z_{L2}(Z_{C2}+Z_{R3})}{Z_{L2}+Z_{C2}+Z_{R3}}(Z_{R2}+Z_{C1})}{\frac{Z_{L2}(Z_{C2}+Z_{R3})}{Z_{L2}+Z_{C2}+Z_{R3}}+Z_{R2}+Z_{C1}}+Z_{L1}$$

Celkový prúd v obvode:

$$I = \frac{U}{Z}$$

Komplexné napätie U_{L2} :

$$U_{L2} = Z_{C1,C2,R2,R3,L2} * I = \frac{\frac{Z_{L2}(Z_{C2}+Z_{R3})}{Z_{L2}+Z_{C2}+Z_{R3}}(Z_{R2}+Z_{C1})}{\frac{Z_{L2}(Z_{C2}+Z_{R3})}{Z_{L2}+Z_{C2}+Z_{R3}}+Z_{R2}+Z_{C1}} * I$$

Reálna amplitúda komplexného napätia U_{L2} :

$$|U_{L2}| = \sqrt[2]{\text{Real}(U_{L2})^2 + \text{Imaginary}(U_{L2})^2}$$

Fáza komplexného napätia U_{L2} :

$$\varphi_{L2} = \arctan \frac{\text{Imaginary}(U_{L2})}{\text{Real}(U_{L2})}$$

4.3 Výsledky

$$|U_{L2}| = 11.1160V \quad \varphi_{L2} = -0.2848\text{rad}$$

5 Príklad 5

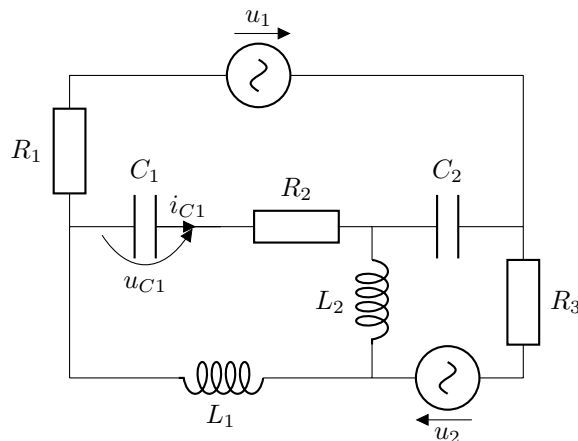
5.1 Zadanie

Pre napájacie napätie platí: $u_1 = U_1 * \sin(2\pi ft)$, $u_2 = U_2 * \sin(2\pi ft)$

Vo vzťahu pre napätie $u_{C1} = U_{C1} * \sin(2\pi ft + \varphi_{C1})$ určte $|U_{C1}|$ a φ_{C1} . Použite metódu "smyčkových" prúdov.

Pozn: Pomocný "smery šípok napájacieho zdroja platí pre špeciálny časový okamih ($t = \frac{\pi}{2\omega}$)."

sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	C_1 [μ F]	C_2 [μ F]	f [Hz]
A	35	55	125	140	180	120	100	200	105	70



5.2 Riešenie

5.3 Výsledky

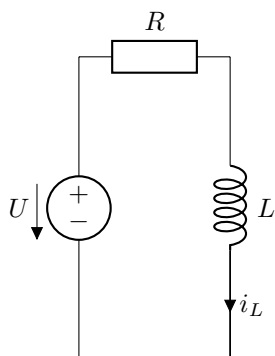
6 Príklad 6

6.1 Zadanie

Zostavte diferenciálnu rovnicu popisujúcu chovanie obvodu na obrázku, ďalej ju upravte dosadením hodnôt parametrov. Vypočítajte analytické riešenie $i_L = f(t)$. Vykonajte kontrolu výpočtov dosadením

do zostavenej diferenciálnej rovnice.

sk.	U [V]	L [H]	R [Ω]	$i_L(0)$ [A]
G	7	45	25	3



6.2 Riešenie

6.3 Výsledky