



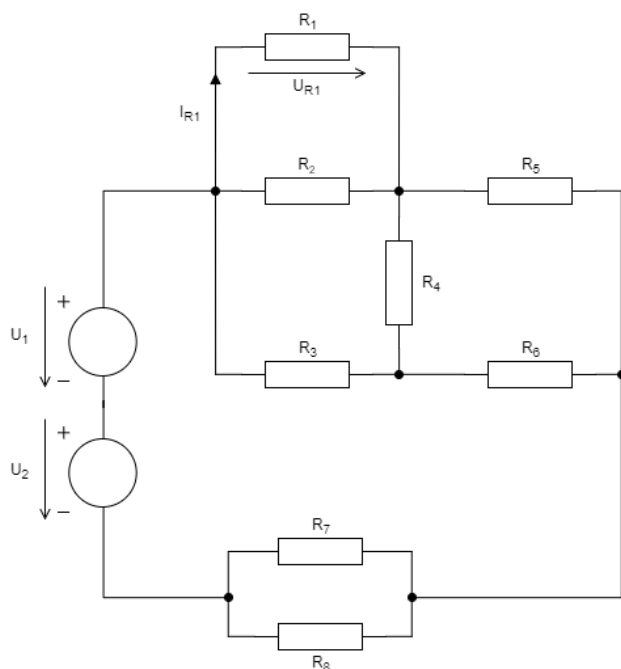
Elektronika pro informační technologie
2017/2018

Semestrální projekt

Autor: Alex Sporní, xsporn01@stud.fit.vutbr.cz
Fakulta Informačných Technologií
Vysoké Učení Technické v Brně
20. December 2017

1. Stanovte napětí U_{R1} a proud I_{R1} . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu. (2 body)

Sk.	U_1 [V]	U_2 [V]	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$R_4[\Omega]$	$R_5[\Omega]$	$R_6[\Omega]$	$R_7[\Omega]$	$R_8[\Omega]$
E	115	55	485	660	100	340	575	815	255	225



Postup:

Príklad číslo 1 sme riešili pomocou metódy postupného zjednodušovania, ako už vyplynulo zo zadania. Rezistory som postupne zjednodušoval až som dospel k výslednému odporu R_{EKV} , na základe ktorého som mohol počítať ďalšie prúdy a napätia.

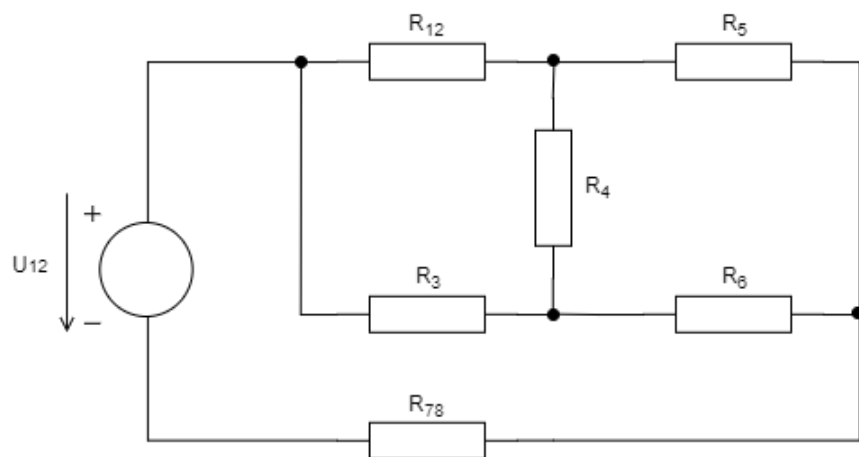
1. Krok: Zapojenie si postupne zjednodušíme:

- Rezistory R_7 a $R_8 \rightarrow$ paralelne
- Rezistory R_1 a $R_2 \rightarrow$ paralelne
- Napäťové zdroje majú rovnakú orientáciu z čoho vyplýva že ich môžeme sčítať $U_1 + U_2$

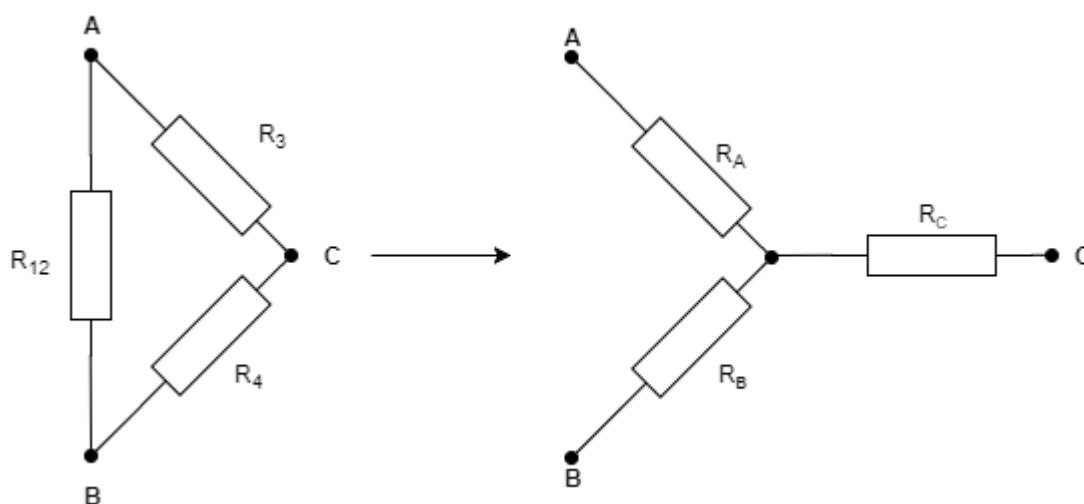
$$R_{78} = \frac{R_7 * R_8}{R_7 + R_8} = \frac{225 * 255}{225 + 255} = 119,53125 \Omega$$

$$R_{12} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{485 * 660}{485 + 660} = 279,5633 \Omega$$

$$U_{12} = U_1 + U_2 = 115 + 55 = 170 V$$



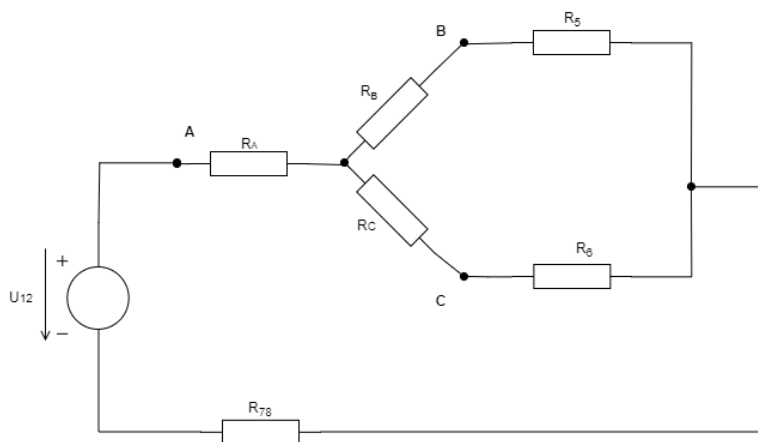
2. Krok: Ako môžeme zo zapojenia vidieť rezistory R_{12} , R_3 a R_4 vieme zapojiť do hviezdy aby sa nám počítanie zjednodušilo



$$R_A = \frac{R_{12} * R_3}{R_{12} + R_3 + R_4} = \frac{279,5633 * 100}{279,5633 + 100 + 340} = 38,8518 \, \Omega$$

$$R_B = \frac{R_{12} * R_4}{R_{12} + R_3 + R_4} = \frac{279,5633 * 340}{279,5633 + 100 + 340} = 132,0961 \, \Omega$$

$$R_C = \frac{R_3 * R_4}{R_{12} + R_3 + R_4} = \frac{100 * 340}{279,5633 + 100 + 340} = 47,2508 \, \Omega$$



3. Krok: Spojíme rezistory zapojené do série

- Rezistory R_B a $R_5 \rightarrow$ sériovo
- Rezistory R_C a $R_6 \rightarrow$ sériovo

$$R_{B5} = R_B + R_5$$

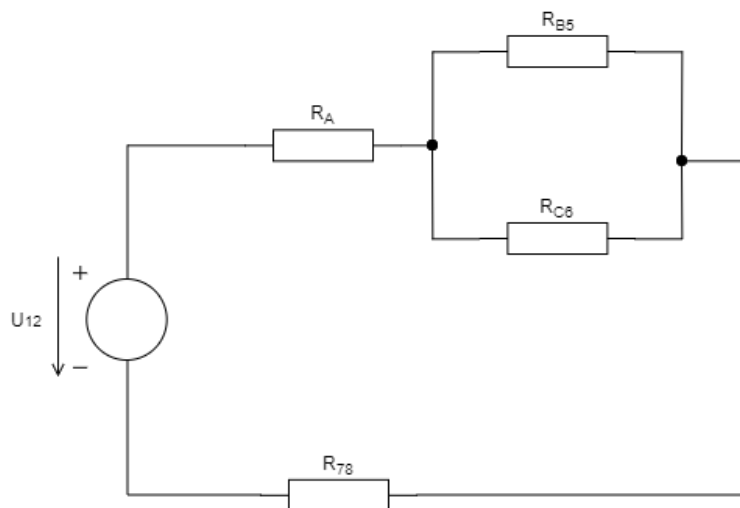
$$R_{B5} = 132,0961 + 575$$

$$R_{B5} = 707,096\Omega$$

$$R_{C6} = R_C + R_6$$

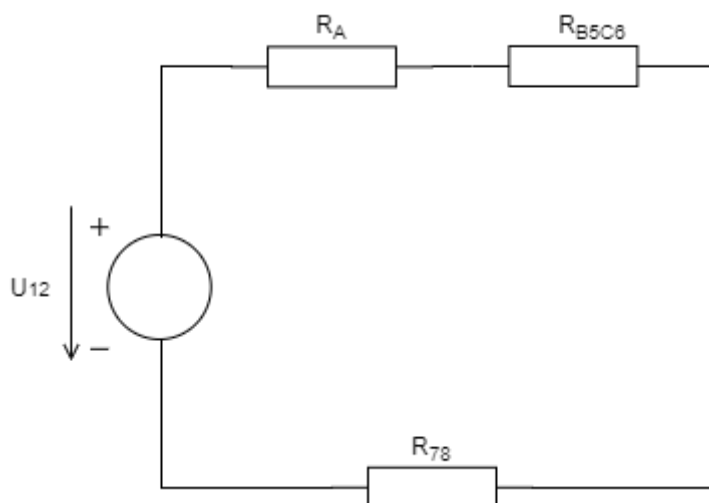
$$R_{C6} = 47,2508 + 815$$

$$R_{C6} = 862,2508\Omega$$



4. Krok: Spojíme rezistory R_{B5} a R_{C6} paralelne

$$R_{B5C6} = \frac{R_{B5} * R_{C6}}{R_{B5} + R_{C6}} = \frac{707,0961 * 862,2508}{707,0961 + 862,2508} = 388,5018\Omega$$

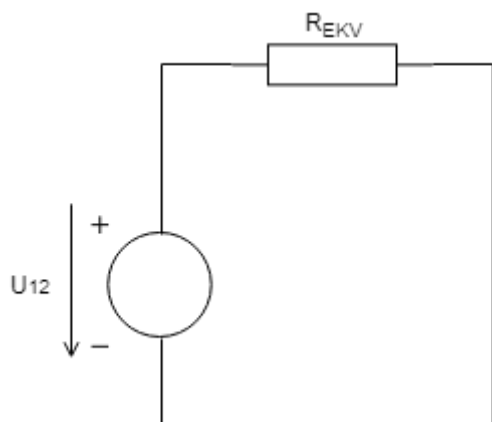


5. Krok: Spojíme zvyšné rezistory sériovo a novo vzniknutý rezistor si označíme R_{EKV}

$$R_{EKV} = R_A + R_{B5C6} + R_{78}$$

$$R_{EKV} = 38,8518 + 388,5018 + 119,53125$$

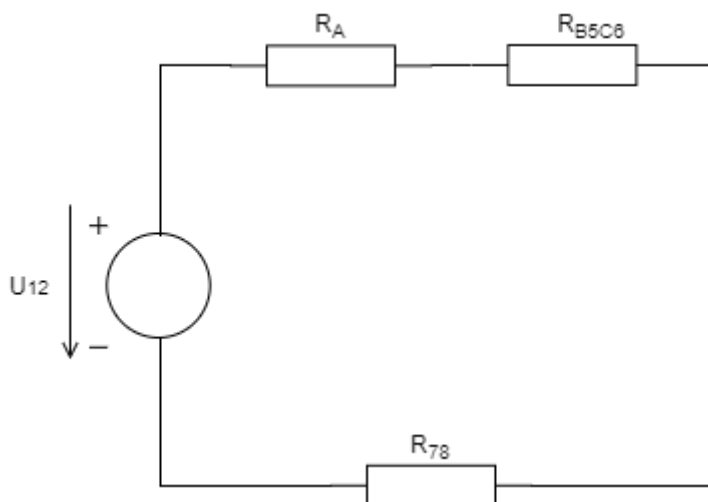
$$R_{EKV} = 546,88485 \, \Omega$$



6. Krok: Na základe výsledného odporu R_{EKV} vieme vypočítať celkový prúd v obvode.

$$I = \frac{U_{12}}{R_{EKV}} = \frac{170}{546,88485} = 0,31085A$$

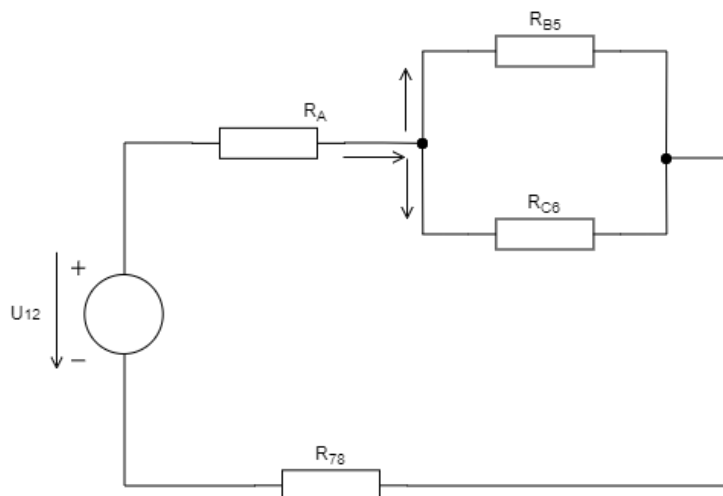
7. Krok: Následne sa vraciame po obvode a počítame hľadané veličiny



$$U_{RA} = R_A * I = 38,8518 * 0,31085 = 12,0770 \text{ V}$$

$$U_{R78} = R_{78} * I = 119,53125 * 0,31085 = 37,156289 \text{ V}$$

$$U_{RB5C6} = R_{B5C6} * I = 388,5018 * 0,31085 = 120,76578 \text{ V}$$

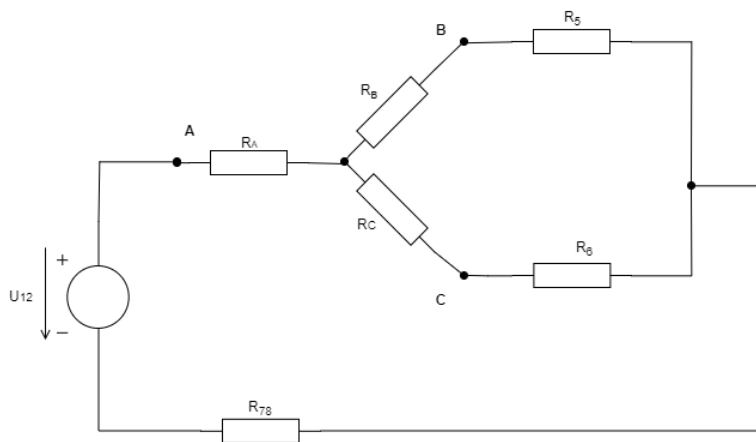


$$I_{RA} = \frac{U_{RA}}{R_A} = \frac{12,0770}{38,8518} = 0,31085 \text{ A}$$

$$I_{RB5} = \frac{U_{RB5C6}}{R_{B5}} = \frac{120,76578}{707,0961} = 0,17079 \text{ A}$$

$$I_{RC6} = \frac{U_{RB5C6}}{R_{C6}} = \frac{120,76578}{862,2508} = 0,14005 \text{ A}$$

$$I_{R78} = \frac{U_{R78}}{R_{78}} = \frac{37,156289}{119,53125} = 0,31085 \text{ A}$$

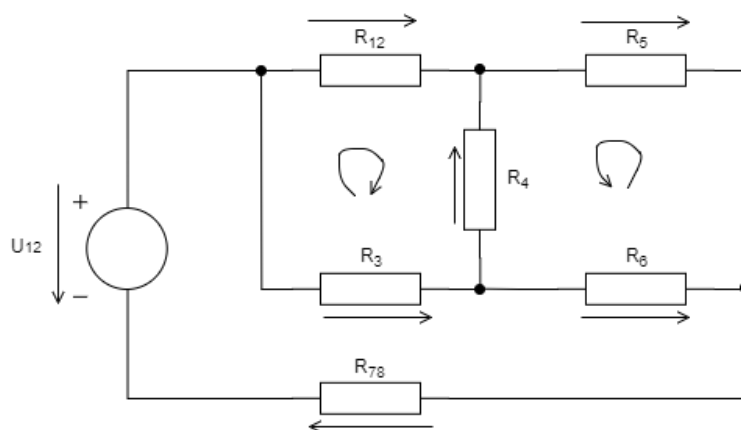


$$U_{RB} = R_B \cdot I_{RB5} = 132,0961 \cdot 0,17079 = 22,5607 \text{ V}$$

$$U_{RC} = R_C \cdot I_{RC6} = 47,2508 \cdot 0,14006 = 6,6179 \text{ V}$$

$$U_{R5} = R_5 \cdot I_{RB5} = 575 \cdot 0,17079 = 98,20425 \text{ V}$$

$$U_{R6} = R_6 \cdot I_{RC6} = 815 \cdot 0,14006 = 114,1489 \text{ V}$$



Pomocou II. K.z si vyjadríme hľadané napätia U_{R3} , U_{R4} a U_{R12}

$$U_{R5} - U_{R6} + U_{R4} = 0$$

$$U_{R4} = U_{R6} - U_{R5}$$

$$U_{R4} = 114,1489 - 98,20425$$

$$U_{R4} = 15,94465 \text{ V}$$

$$U_{R3} + U_{R6} + U_{R78} - U_{12} = 0$$

$$U_{R3} = U_{12} - U_{R6} - U_{R78}$$

$$U_{R3} = 170 - 114,1489 - 37,156289$$

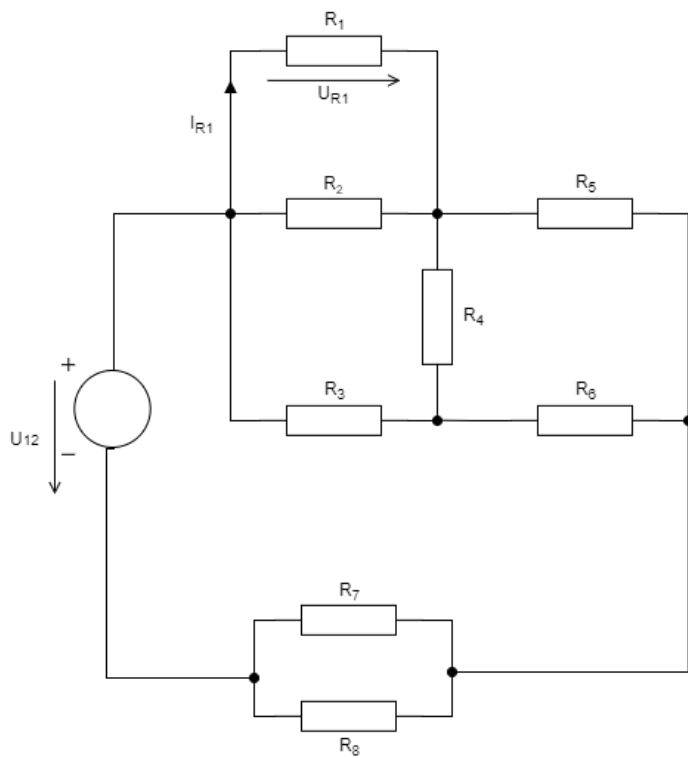
$$U_{R3} = 18,6948 \text{ V}$$

$$U_{12} - U_{R4} - U_{R3} = 0$$

$$U_{12} = U_{R4} + U_{R3}$$

$$U_{12} = 15,94465 + 18,6948$$

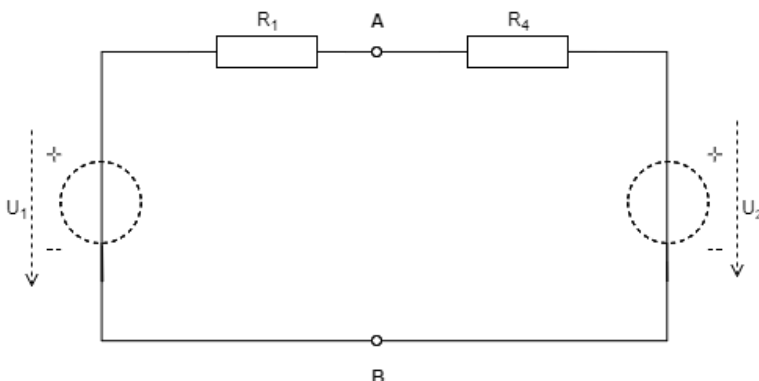
$$U_{12} = 34,6394 \text{ V}$$



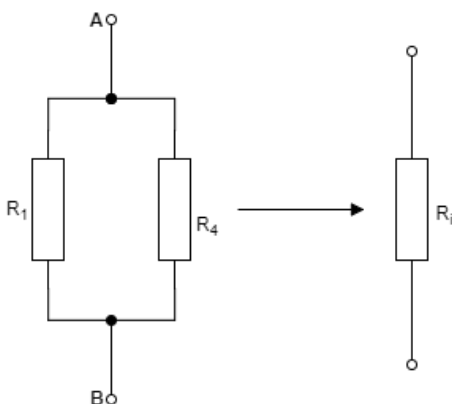
$$I_{R1} = \frac{U_{R12}}{R_1} = \frac{34,6394}{485} = 0,07142 \text{ A}$$

$$U_{R12} = U_{R1} \quad U_{R1} = 34,6394 \text{ V}$$

3. Krok: Prekreslíme si obvod bez R_{23} a následne ho skratujeme vynechaním napät'ových zdrojov, tento krok nám pomôže k získaniu hodnoty R_i

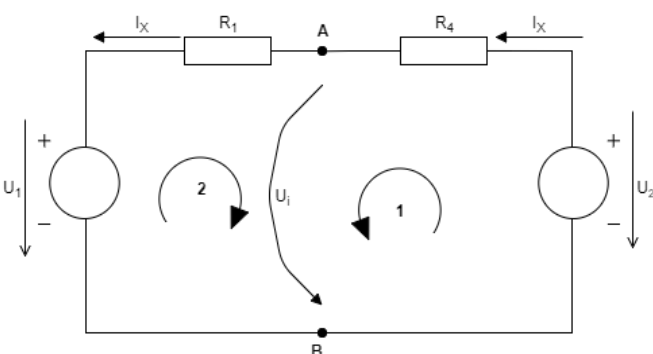


Z obrázku vidíme že odpory R_1 a R_2 sú paralelne zapojené preto ich vieme spojiť, z čoho nám následne vznikne R_i



$$R_i = \frac{R_1 * R_4}{R_1 + R_4} = \frac{335 * 600}{335 + 600} = 214,9732\Omega$$

4. Krok: Na zistenie napätia U_i si zavoláme na pomoc metódu smyčkových prúdov, zostavíme si 2 smyčky a to nasledovne.



Smyčka 1 = označuje smyčku pre celý obvod
Smyčka 2 = označuje smyčku s U_i (výpočet U_i)

1. Smyčka: Vypočítame celkový prúd v obvode (I_X)

$$R_1 * I_X + U_1 - U_2 + R_4 * I_X = 0$$

$$I_X * (R_1 + R_4) + U_1 - U_2 = 0$$

$$I_X = \frac{U_2 - U_1}{R_1 + R_4} \quad \text{PZ: } U = U_2 - U_1, \quad R_{EKV} = R_1 + R_4$$

$$I_X = \frac{150 - 250}{335 + 600} = -0,1069 \text{ A}$$

2. Smyčka: Vypočítame si napätie U_i pomocou prúdu I_x

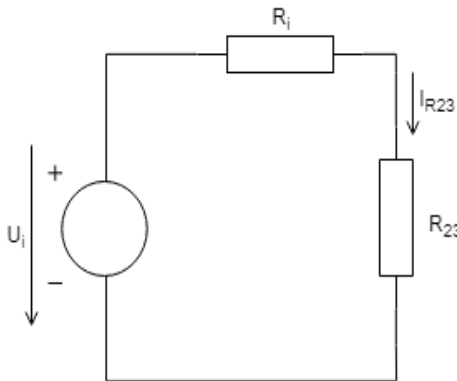
$$U_i - U_1 - R_1 * I_x = 0$$

$$-U_i = -250 - 335 * (-0,1069)$$

$$-U_i = -214,1885$$

$$U_i = 214,1885 \text{ V}$$

5. Krok: Keďže už poznáme U_i a R_i vieme sa vrátiť späť k nášmu ekvivalentnému obvodu.



$$I_{R23} = \frac{U_i}{R_i + R_{23}} = \frac{214,1885}{214,9732 + 176,0057} = 0,5478 \text{ A}$$

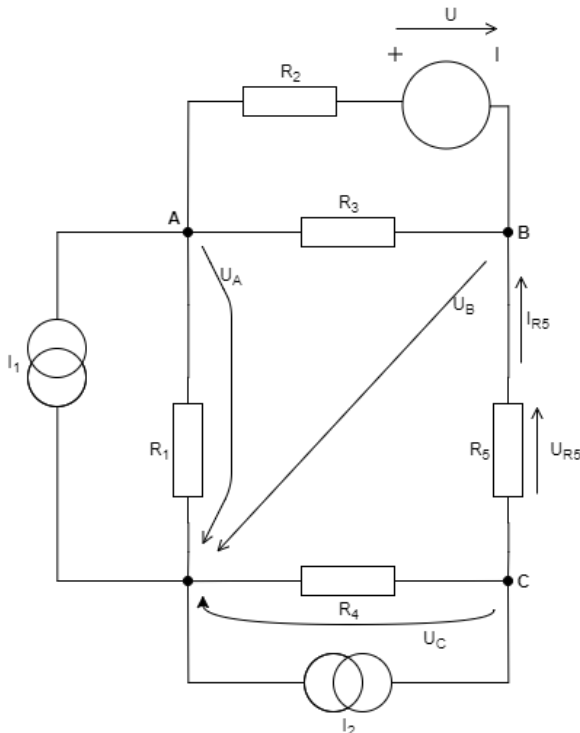
$$U_{R23} = R_{23} * I_{R23} = 176,0057 * 0,5478 = 96,4159 \text{ V}$$

$$I_{R3} = \frac{U_{R23}}{R_3} = \frac{96,4159}{245} = 0,3935 \text{ A}$$

$$U_{R23} = U_{R3} = 96,4159 \text{ V}$$

3. Stanovte napätí U_{R5} a prúd I_{R5} . Použite metodu uzlových napätí (U_A , U_B , U_C) (2 body).

Sk.	U [V]	I1 [A]	I2 [A]	R1 [Ω]	R2 [Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]	R5 [Ω]
H	130	0,95	0,50	47	39	58	28	25



Podľa I. Kirch. zákona zostavíme rovnice pre uzly A, B a C a to nasledovne:

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

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

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

Zavedieme si substitúciu $G_X = \frac{1}{R_X}$ a vyjadríme si jednotlivé prúdy pomocou uzlových napätí.

$$I_{R1} * R_1 - U_A = 0 \rightarrow I_{R1} = \frac{U_A}{R_1} = G_1 * U_A$$

$$I_{R2} * R_2 + U_A - U_B = 0 \rightarrow I_{R2} = \frac{U + U_B - U_A}{R_2} = G_2 * (U + U_B - U_A)$$

$$I_{R3} * R_3 + U_B - U_A = 0 \rightarrow I_{R3} = \frac{U_A - U_B}{R_3} = G_3 * (U_A - U_B)$$

$$I_{R4} * R_4 - U_C = 0 \rightarrow I_{R4} = \frac{U_C}{R_4} = G_4 * U_C$$

$$I_{R5} * R_5 + U_B - U_C = 0 \rightarrow I_{R5} = \frac{U_C - U_B}{R_5} = G_5 * (U_C - U_B)$$

Dosadíme jednotlivé prúdy do pripravených rovníc:

$$I_1 + G_2 * (U + U_B - U_A) - G_1 * U_A - G_3 * (U_A - U_B) = 0$$

$$G_3 * (U_A - U_B) + G_5 * (U_C - U_B) - G_2 * (U + U_B - U_A) = 0$$

$$I_2 - G_5 * (U_C - U_B) - G_4 * U_C = 0$$

Upravíme rovnice:

$$I_1 + G_2 * U + G_2 * U_B - G_2 * U_A - G_1 * U_A - G_3 * U_A + G_3 * U_B = 0$$

$$G_3 * U_A - G_3 * U_B + G_5 * U_C - G_5 * U_B - G_2 * U - G_2 * U_B + G_2 * U_A = 0$$

$$I_2 - G_5 * U_C + G_5 * U_B - G_4 * U_C = 0$$

$$U_A * (-G_2 - G_1 - G_3) + U_B * (G_2 + G_3) + 0U_C = -I_1 - G_2 * U$$

$$U_A * (G_3 + G_2) + U_B * (-G_3 - G_5 - G_2) + G_5 * U_C = G_2 * U$$

$$0U_A + U_B * G_5 + U_C * (-G_4 - G_5) = -I_2$$

Dosadíme si číselné hodnoty:

$$U_A * \left(-\frac{1}{39} - \frac{1}{47} - \frac{1}{58}\right) + U_B * \left(\frac{1}{39} + \frac{1}{58}\right) + 0U_C = -0,95 - \frac{1}{39} * 130$$

$$U_A * \left(\frac{1}{58} + \frac{1}{39}\right) + U_B * \left(-\frac{1}{58} - \frac{1}{25} - \frac{1}{39}\right) + U_C * \frac{1}{25} = \frac{1}{39} * 130$$

$$0U_A + U_B * \frac{1}{25} + U_C * \left(-\frac{1}{28} - \frac{1}{25}\right) = -0,5$$

Vypočítame:

$$-0,06416U_A + 0,04288U_B + 0U_C = -4,28333$$

$$0,04288U_A - 0,08288U_B + 0,04U_C = 3,3333\bar{3}$$

$$0U_A + 0,04U_B - 0,07571U_C = -0,5$$

Zapíšeme v podobe rozšírenej matice, cramerovým pravidlom vypočítame uzlové napätia U_A , U_B a U_C :

$$A = \begin{pmatrix} -0,06416 & 0,04288 & 0 & \vdots & -4,28333 \\ 0,04288 & -0,08288 & 0,04 & \vdots & 3,3333\bar{3} \\ 0 & 0,04 & -0,07571 & \vdots & -0,5 \end{pmatrix}$$

$$\det A = \begin{vmatrix} -0,06416 & 0,04288 & 0 \\ 0,04288 & -0,08288 & 0,04 \\ 0 & 0,04 & -0,07571 \end{vmatrix} = -0,00016073 = -1,6073 * 10^{-4}$$

$$\det U_A = \begin{vmatrix} -4,28333 & 0,04288 & 0 \\ 3,3333\bar{3} & -0,08288 & 0,04 \\ -0,5 & 0,04 & -0,07571 \end{vmatrix} = -0,01006 = -1,006 * 10^{-2}$$

$$U_A = \det \frac{U_A}{A} = 62,58943 \text{ V}$$

$$\det U_B = \begin{vmatrix} -0,06416 & -4,28333 & 0 \\ 0,04288 & 3,3333\bar{3} & 0,04 \\ 0 & -0,5 & -0,07571 \end{vmatrix} = 0,00100303 = 1,00303 * 10^{-3}$$

$$U_B = \det \frac{U_B}{A} = -6,24046 \text{ V}$$

$$\det U_C = \begin{vmatrix} -0,06416 & 0,04288 & -4,28333 \\ 0,04288 & -0,08288 & 3,3333\bar{3} \\ 0 & 0,04 & -0,5 \end{vmatrix} = -0,000531553 = 5,31553 * 10^{-4}$$

$$U_C = \det \frac{U_C}{A} = 3,30711 \text{ V}$$

Hľadané hodnoty I_{R5} a U_{R5} sú:

$$I_{R5} = \frac{U_C - U_B}{R_5} = \frac{3,30711 - (-6,24046)}{25} = 0,3819028 \text{ A} = 0,3819 \text{ A}$$

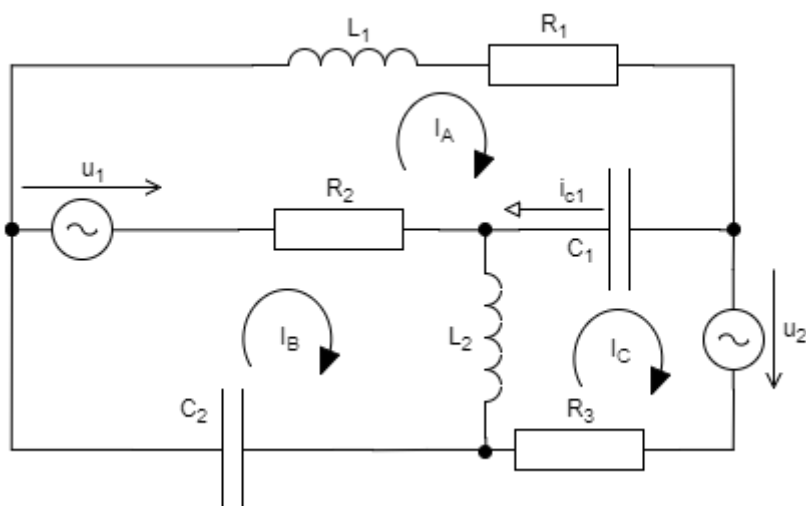
$$U_{R5} = I_{R5} * R_5 = 9,54757 \text{ V} = 9,5476 \text{ V}$$

4. Pro napájecí napětí platí: $u_1 = U * \sin(2\pi ft)$, $u_2 = U_2 * \sin(2\pi ft)$. Ve vztahu pro napětí $u_{C1} = U_{C1} * \sin(2\pi ft + \varphi_{C1})$, Určte $|U_{C1}|$ a φ_{C1} .

Použijte metodu smyčkových proudů.

Pozn: Pomocné „směry šipek napájecích zdrojů platí pro speciální časový okamžik $(t = \frac{\pi}{2\omega})$.“

sk.	$U_1[V]$	$U_2[V]$	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_1[mH]$	$L_2[mH]$	$C_1[\mu F]$	$C_2[\mu F]$	$F[Hz]$
E	50	30	14	13	14	130	60	100	65	90



Vypočítame si uhlovú rýchlosť ω :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi * 90 = 565,4867 \text{ rad} * \text{s}^{-1}$$

Vypočítame impedanciu:

$$Z_{L1} = j\omega L_1 = 565,48678 * 0,13 * j = 73,5133j\Omega$$

$$Z_{L2} = j\omega L_2 = 565,48678 * 0,06 * j = 33,9292j\Omega$$

$$Z_{C1} = -\frac{1}{\omega * C_1}j = -\frac{1}{565,48678 * 0,0001}j = -17,6839j\Omega$$

$$Z_{C2} = -\frac{1}{\omega * C_2}j = -\frac{1}{565,48678 * 0,000065}j = -27,206j\Omega$$

Podľa II: K. zákona zostavíme rovnice pre napätie v smyčkách a zavedieme smyčkové prúdy I_A, I_B a I_C

$$I_A: Z_{L1} * I_A + R_1 * I_A + Z_{C1} * (I_A - I_C) + R_2 * (I_A - I_B) - U_1 = 0$$

$$I_B: U_1 + R_2 * (I_B - I_A) + Z_{L2} * (I_B - I_C) + Z_{C2} * I_B = 0$$

$$I_C: R_3 * I_C + Z_{L2} * (I_C - I_B) + Z_{C1} * (I_C - I_A) + U_2 = 0$$

Upravíme rovnice:

$$Z_{L1} * I_A + R_1 * I_A + Z_{C1} * I_A - Z_{C1} * I_C + R_2 * I_A - R_2 * I_B - U_1 = 0$$

$$U_1 + R_2 * I_B - R_2 * I_A + Z_{L2} * I_B - Z_{L2} * I_C + Z_{C2} * I_B = 0$$

$$R_3 * I_C + Z_{L2} * I_C + Z_{L2} * I_B + Z_{C1} * I_C - Z_{C1} * I_A + U_2 = 0$$

$$I_A * (Z_{L1} + R_1 + Z_{C1} + R_2) - I_B * R_2 - I_C * Z_{C1} - U_1 = 0$$

$$-I_A * R_2 + I_B * (R_2 + Z_{L2} + Z_{C2}) - I_C * Z_{L2} + U_1 = 0$$

$$-I_A * Z_{C1} - I_B * Z_{L2} + I_C (R_3 + Z_{L2} + Z_{C1}) + U_2 = 0$$

Finálna úprava pred dosadením číselných hodnôt:

$$I_A * (Z_{L1} + R_1 + Z_{C1} + R_2) - I_B * R_2 - I_C * Z_{C1} = U_1$$

$$-I_A * R_2 + I_B * (R_2 + Z_{L2} + Z_{C2}) - I_C * Z_{L2} = -U_1$$

$$-I_A * Z_{C1} - I_B * Z_{L2} + I_C (R_3 + Z_{L2} + Z_{C1}) = -U_2$$

Dosadíme číselné hodnoty:

$$I_A * (73,5133j + 14 - 17,6839j + 13) - I_B * 13 - I_C * -(17,6839)j = 50$$

$$-I_A * 13 + I_B * (13 + 33,9292j - 27,206j) - I_C * 33,9292j = -50$$

$$-I_A * (-17,6839)j - I_B * 33,9292j + I_C * (14 + 33,9292j - 17,6839j) = -30$$

Zapíšeme si v podobe rozšírenej matice, cramerovým pravidlom vypočítame smyčkový prúd I_C :

$$A = \begin{pmatrix} 27 + 55,8294j & -13 & 17,6839j & \vdots & 50 \\ -13 & 13 + 6,7232j & -33,9292j & \vdots & -50 \\ 17,6839 & -33,9292j & 14 + 16,2453j & \vdots & -30 \end{pmatrix}$$

$$\det A = \begin{vmatrix} 27 + 55,8294j & -13 & 17,6839j \\ -13 & 13 + 6,7232j & -33,9292j \\ 17,6839 & -33,9292j & 14 + 16,2453j \end{vmatrix} = 2101,06411 + 7934,01799j$$

$$\det I_A = \begin{vmatrix} 50 & -13 & 17,6839j \\ -50 & 13 + 6,7232j & -33,9292j \\ -30 & -33,9292j & 14 + 16,2453j \end{vmatrix} = 18531,70970 - 1629,427j$$

$$I_A = \det \frac{I_A}{A} = -0,01469 - 0,24446j$$

$$\det I_C = \begin{vmatrix} 27 + 55,8294j & -13 & 50 \\ -13 & 13 + 6,7232j & -50 \\ 17,6839 & -33,9292j & -30 \end{vmatrix} = 106457,53041 - 50969,698j$$

$$I_C = \det \frac{I_C}{A} = -0,63196 - 1,41946j$$

Zo získaných hodnôt vypočítame hľadané hodnoty $|U_{C1}|$ a φ_{C1} :

$$U_{C1} = Z_{C1} * (I_A - I_C) = -17,6839j * (0,6173 + 1,175j) = 20,7786 - 10,9163jV$$

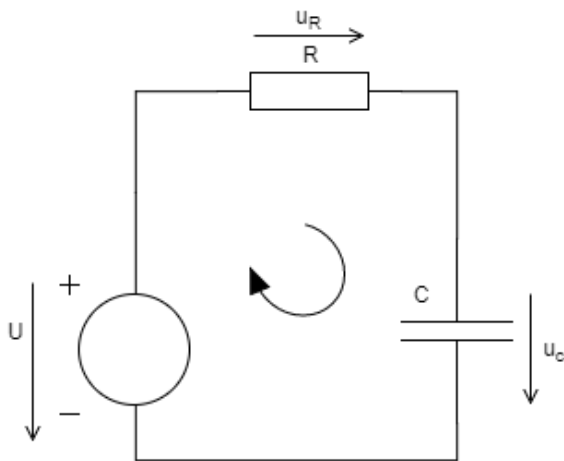
$$|U_{C1}| = \sqrt{20,7786^2 - 10,9163^2} = 23,4716 V$$

$$\varphi_{C1} = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im} U_{C1}}{\text{Re} U_{C1}} \right)$$

$$\varphi_{C1} = \tan^{-1} \left(\frac{-10,9163}{20,7786} \right) = -0,483731237 = -0,4837 \text{ rad}$$

5. Sestavte diferenciálnú rovnicu popisujúcu chovanie obvodu na obrázku, ďalej ju upravte dosadením hodnôt parametrov. Vypočítajte analytické riešenie $u_C = f(t)$. Proved'te kontrolu výpočtu dosadením do sestavenej diferenciálnej rovnice.

sk.	U [V]	C [F]	R [Ω]	$u_C(0)$ [V]
E	80	30	40	5



Podľa II. K. zákona zostavíme rovnice pre napätie v smyčke a vyjadríme vzťah popisujúci prúd.

$$0 = u_R + u_C - u$$

$$\text{Vyjadríme si: } I = \frac{u_R}{R} \rightarrow u_R = I * R$$

$$0 = IR + u_C - u$$

$$u - u_C = IR \rightarrow I = \frac{u - u_C}{R}$$

Známe hodnoty dosadíme do axiomu, ktorý platí pre daný obvod, a upravíme:

$$u'_C = \frac{i_C}{C} ; u_C(0) = 5V$$

$$i_C = \frac{u - u_C}{R} \text{ Dosadíme } i_C \text{ do prvej rovnice čo nám dá } \rightarrow \frac{\frac{u - u_C}{R}}{\frac{C}{1}} = \frac{u - u_C}{R * C}$$

$$u'_C = \frac{u}{RC} - \frac{u_C}{RC}$$

$$u'_C + \frac{u_C}{RC} = \frac{u}{RC}$$

$$u'_C + \frac{u_C}{40 * 30} = \frac{80}{40 * 30}$$

$$u'_C + \frac{1}{1200} u_C = \frac{1}{15}$$

Všeobecný tvar riešenia:

$$u_C(t) = k(t)e^{\lambda t}$$

Vypočítame λ z charakteristickej rovnice:

$$\lambda + \frac{1}{R * C} = 0$$

$$\lambda = - \frac{1}{40 * 30}$$

$$\lambda = - \frac{1}{1200}$$

Známe hodnoty dosadíme do všeobecného tvaru riešenia a zderivujeme:

$$u_C(t) = k(t)e^{-\frac{1}{1200}t}$$

$$u'_C(t) = k'(t)e^{-\frac{t}{1200}} + k(t)e^{-\frac{t}{1200}} * \left(-\frac{1}{1200}\right)$$

Finálny tvar derivácie:

$$u'_C(t) = k'(t)e^{-\frac{t}{1200}} - \frac{k(t)}{1200} * e^{-\frac{t}{1200}}$$

Známe hodnoty dosadíme do rovnice popisujúcu obvod:

$$k'(t)e^{-\frac{t}{1200}} - \frac{k(t)}{1200}e^{-\frac{t}{1200}} + \frac{1}{1200} \left[k(t)e^{-\frac{t}{1200}} \right] = \frac{1}{15}$$

$$k'(t)e^{-\frac{t}{1200}} - \frac{k(t)}{1200}e^{-\frac{t}{1200}} + \frac{k(t)}{1200}e^{-\frac{t}{1200}} = \frac{1}{15}$$

$$k'(t)e^{-\frac{t}{1200}} = \frac{1}{15}$$

Vyjadríme $k(t)$:

$$k'(t) = \frac{\frac{1}{15}}{e^{-\frac{t}{1200}}}$$

$$k'(t) = \frac{e^{\frac{t}{1200}}}{15}$$

$$\int k'(t) dt = \int \frac{1}{15} e^{\frac{t}{1200}} dt$$

$$k(t) = \frac{1}{15} \int e^{\frac{t}{1200}} dt$$

$$\text{Substitúcia: } \frac{t}{1200} = u \quad dt = 1200 du$$

$$k(t) = \frac{1}{15} \int e^u 1200 du$$

$$k(t) = 80 \int e^u du = 80e^u + k$$

$$k(t) = 80e^{\frac{t}{1200}} + k$$

Dosadíme si $k(t)$ do očakávaného riešenia

$$u_C(t) = \left(80e^{\frac{t}{1200}} + k\right) e^{-\frac{t}{1200}}$$

$$u_C(t) = 80e^{\frac{t}{1200} - \frac{t}{1200}} + ke^{-\frac{t}{1200}}$$

$$u_C(t) = 80 + ke^{-\frac{t}{1200}}$$

Vieme že $u_C(0) = 5$ a to dosadíme do rovnice

$$5 = 80 + ke^{-\frac{0}{1200}}$$

$$5 = 80 + k \rightarrow k = -75$$

Hľadané riešenie je:

$$u_C(t) = 80 - 75e^{-\frac{t}{1200}}$$

Pre overenie hľadaného riešenia dosadíme do rovnice popisujúcu obvod:

$$u'_C + \frac{u_C}{1200} = \frac{1}{15}$$

$$-75 \left(e^{-\frac{t}{1200}} \right) * \left(-\frac{1}{1200} \right) + \frac{80}{1200} - \frac{75 * e^{-\frac{t}{1200}}}{1200} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{75}{1200} e^{-\frac{t}{1200}} + \frac{80}{1200} - \frac{75}{1200} e^{-\frac{t}{1200}} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{15}$$

$$\mathbb{L} = \mathbb{P}$$

Príklad	Zadanie	Výsledok	
1.	E	$I_{R1} = 0,0714 \text{ A}$	$U_{R1} = 34,6394 \text{ V}$
2	E	$I_{R3} = 0,3935 \text{ A}$	$U_{R3} = 96,4159 \text{ V}$
3	H	$I_{R5} = 0,3819 \text{ A}$	$U_{R5} = 9,5476 \text{ V}$
4	E	$ U_{C1} = 23,4716 \text{ V}$	$\varphi_{C1} = -0,4837 \text{ rad}$
5	E	$u_C(t) = 80 - 75e^{-\frac{t}{1200}}$	