

Elektronika pro informační technologie 2015/2016

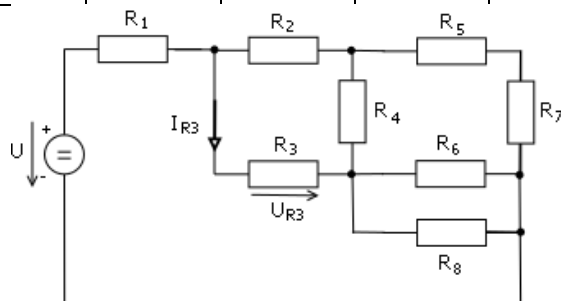
Semestrální projekt

Príklad 1, Varianta E

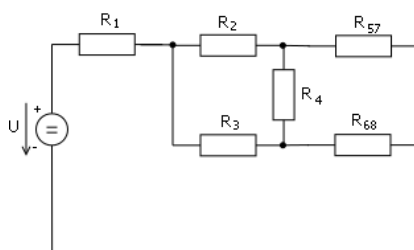
Stanovte napätie U_{R3} a prúd I_{R3} . Použite metódu postupného zjednodušovania obvodu.

Zadané hodnoty:

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]
115	485	660	100	340	575	815	255	225



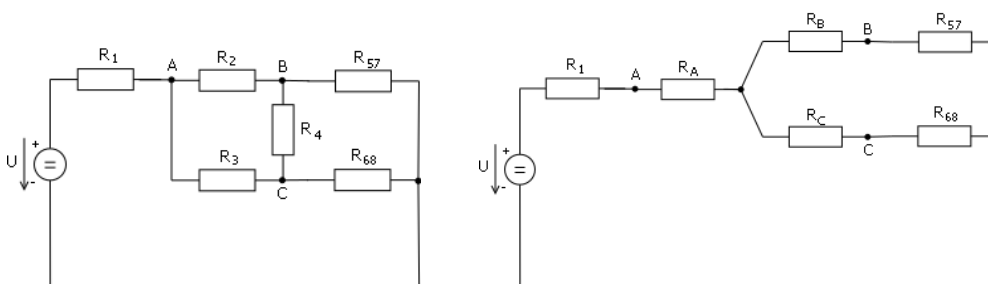
- 1.) V sérii zapojené rezistory R_5 a R_7 zjednotíme, paralelne zapojené rezistory R_6 a R_8 zjednotíme.



$$R_{57} = R_5 + R_7 = 575 + 255 = 830\Omega$$

$$R_{68} = \frac{R_6 \cdot R_8}{R_6 + R_8} = \frac{815 \cdot 225}{815 + 225} = \frac{183375}{1040} \doteq 176,3221\Omega$$

- 2.) Obvod transformujeme na hviezdu, a vypočítame R_A , R_B , R_C .

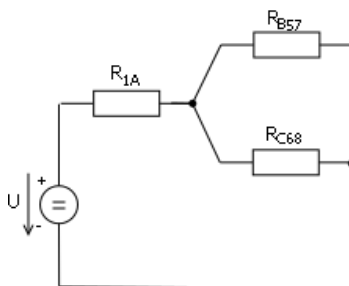


$$R_A = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{660 \cdot 100}{660 + 100 + 340} = 60\Omega$$

$$R_B = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{660 \cdot 340}{660 + 100 + 340} = 204\Omega$$

$$R_C = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{100 \cdot 340}{660 + 100 + 340} \doteq 30,9091\Omega$$

3.) V sérii zapojené rezistory R_1 a R_A , R_B a R_{57} , R_C a R_{68} zjednotíme.

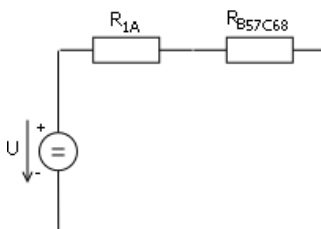


$$R_{1A} = R_1 + R_A = 485 + 60 = 545\Omega$$

$$R_{B57} = R_B + R_{57} = 204 + 830 = 1034\Omega$$

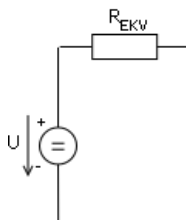
$$R_{C68} = R_C + R_{68} = 30,9091 + 176,3221 = 207,2312\Omega$$

4.) Paralelne zapojené rezistory R_{B57} a R_{C68} zjednotíme.



$$R_{B57C68} = \frac{R_{B57} \cdot R_{C68}}{R_{B57} + R_{C68}} = \frac{1034 \cdot 207,2312}{1034 + 207,2312} = \frac{214277,0608}{1241,2312} \doteq 172,6327\Omega$$

5.) Sériovo zapojené rezistory R_{1A} a R_{B57C68} zjednotíme. Výsledkom je hľadaný R_{EKV} .

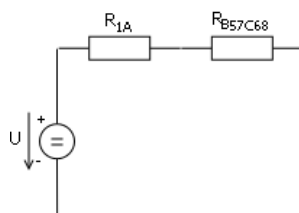


$$R_{EKV} = R_{1A} + R_{B57C68} = 545 + 172,6327 = 717,6327\Omega$$

6.) Pomocou Ohmovho zákona vypočítame celkový prúd.

$$I = \frac{U}{R_{EKV}} = \frac{115}{717,6327} \doteq 0,1602A$$

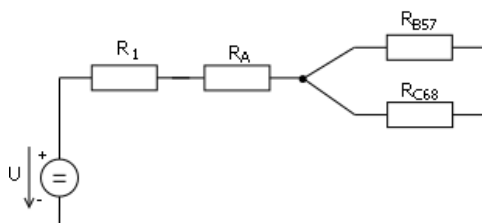
7.) Celkový prúd prechádza odporom ktoré sú v sérii zapojené R_{1A} a R_{B57C68} a z toho vieme vypočítať napätie na týchto odporoch.



$$U_{R_{1A}} = R_{1A} \cdot I = 545 \cdot 0,1602 = 87,309V$$

$$U_{R_{B57C68}} = R_{B57C68} \cdot I = 172,6327 \cdot 0,1602 = 27,6558V$$

- 8.) Celkový prúd prechádza cez rezistory R_1 a R_A pretože sú v sérii zapojené. Vieme vypočítať napätie na rezistoroch R_1 a R_A . Napätie na paralelne zapojených rezistoroch R_{B57} a R_{C68} je rovnaké ktoré vieme určiť z napätia na R_{B57C68} . Vieme vypočítať prúd prechádzajúci cez rezistory R_{B57} a R_{C68} .



$$U_{R_1} = R_1 \cdot I = 485 \cdot 0,1602 = 77,697V$$

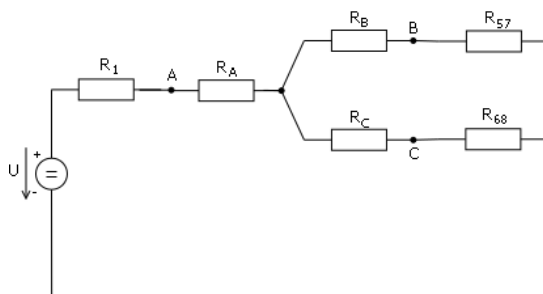
$$U_{R_A} = R_A \cdot I = 60 \cdot 0,1602 = 9,612V$$

$$U_{R_{B57C68}} = U_{R_{B57}} = U_{R_{C68}}$$

$$I_{R_{B57}} = \frac{U_{R_{B57}}}{R_{B57}} = \frac{27,6558}{1034} = 0,0267A$$

$$I_{R_{C68}} = \frac{U_{R_{C68}}}{R_{C68}} = \frac{27,6558}{207,2312} = 0,1335A$$

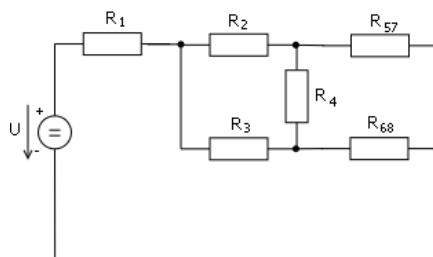
- 9.) Keďže poznáme prúd ktorý prechádza cez rezistory R_{B57} a R_{C68} , vieme vypočítať napätie na rezistoroch R_C a R_{68} .



$$U_{R_C} = R_C \cdot I_{R_{C68}} = 30,9091 \cdot 0,1335 \doteq 4,1264V$$

$$U_{R_{68}} = R_{68} \cdot I_{R_{C68}} = 207,2312 \cdot 0,1335 \doteq 23,539V$$

- 10.) Napätie na rezistoroch ktoré sú paralelne zapojené je rovnaké. Vieme určiť napätie na R_8 .



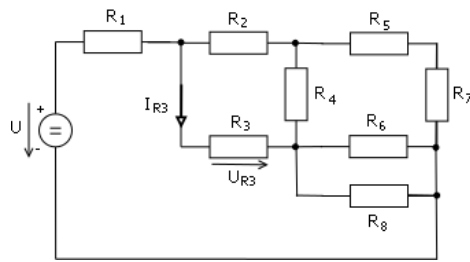
$$U_{R_{68}} = U_{R_8} = U_{R_6}$$

$$U_{R_8} = 23,539V$$

- 11.) Vieme vypočítať prúd prechádzajúci rezistorom R_8 .

$$I_{R_8} = \frac{U_{R_8}}{R_8} = \frac{23,539}{225} = 0,1046A$$

12.) Z druhého Kirchhoffovho zákona vieme vypočítať napätie na R_3 .



$$U = U_{R_1} + U_{R_3} + U_{R_8}$$

$$U_{R_3} = U - U_{R_1} - U_{R_8}$$

$$U_{R_3} = 115 - 77,697 - 23,535$$

$$\mathbf{U_{R_3} = 13,768V}$$

13.) Pomocou Ohmovho zákona vieme vypočítať prúd prechádzajúci na R_3 .

$$I_{R_3} = \frac{U_{R_3}}{R_3} = \frac{13,768}{100} = 0,13768A$$

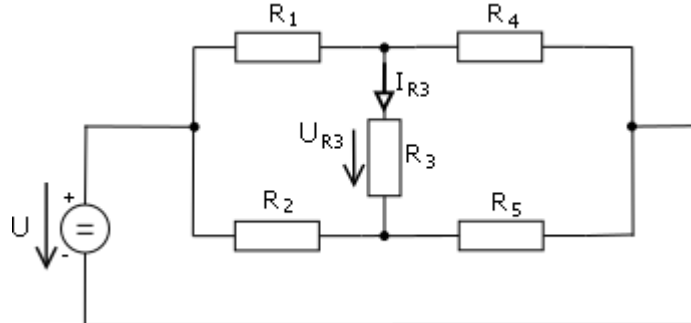
$$\mathbf{I_{R_3} = 0,13768A}$$

Príklad 2, Varianta D

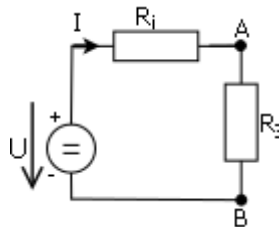
Stanovte napätie U_{R3} a prúd I_{R3} . Použite metódu Theveninovej vety.

Zadané hodnoty:

U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
150	200	660	200	550	330

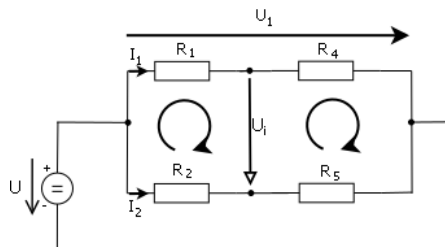


1.) Obvod podľa Theveninovej vety vyzerá nasledovne.



$$I = \frac{U_i}{R_i + R_3}$$

2.) Odvodíme si rovnicu pre U_i . Využijeme druhý Kirchhoffov zákon.



$$U - U_1 = 0 \Rightarrow U_1 = U$$

$$U_1 = U_{R1} + U_{R4} = U_{R2} + U_{R5}$$

3.) Vytvoríme si rovnicu pomocou druhého Kirchhoffovho zákona z ľavej a pravej slučky.

$$U_{R1} + U_i - U_{R2} = 0$$

$$U_{R4} - U_{R5} - U_i = 0$$

4.) Využijeme jednu z rovníc z ktorej si vyjadríme U_i .

$$U_i = U_{R2} - U_{R1}$$

5.) Musíme si odvodiť rovnicu pre napätie na odporoch R_2 a R_1 .

$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_2$$

- 6.) Hodnoty R_1 a R_2 poznáme. I_1 a I_2 nepoznáme, musíme si odvodiť rovnice ktoré potom dosadíme za I_1 a I_2 .

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1 + R_4}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_2 + R_5}$$

- 7.) U_1 sme si už vypočítali tak len dosadíme.

$$U_1 = U$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_4}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_2 + R_5}$$

- 8.) Dosadíme.

$$U_{R_1} = R_1 \cdot I_1$$

$$U_{R_2} = R_2 \cdot I_2$$

$$U_{R_1} = R_1 \cdot \frac{U}{R_1 + R_4}$$

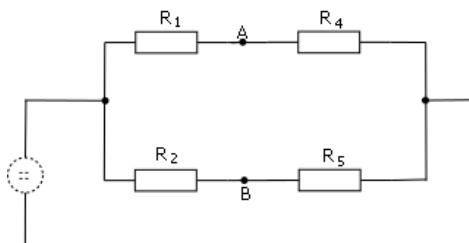
$$U_{R_2} = R_2 \cdot \frac{U}{R_2 + R_5}$$

- 9.) Znovu dosadíme a získame rovnicu pre U_i .

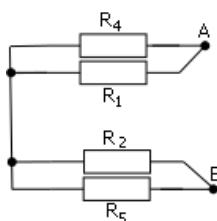
$$U_i = U_{R_2} - U_{R_1}$$

$$U_i = R_2 \cdot \frac{U}{R_2 + R_5} - R_1 \cdot \frac{U}{R_1 + R_4}$$

- 10.) Získali sme rovnicu pre U_i , teraz musíme získať rovnicu pre R_i . Musíme zoskratovať obvod a zakresliť ho bez R_3 .



- 11.) Prekreslíme.

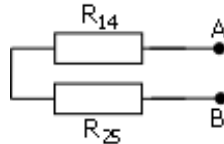


12.) R_1 a R_4 , R_2 a R_5 sú zapojené paralelne, zjednotíme ich.

$$R_{14} = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4}$$

$$R_{25} = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5}$$

13.) V sérii zapojené odpory R_{14} a R_{25} zjednotíme.



$$R_{1425} = R_{14} + R_{25}$$

14.) Získali sme R_i .

$$R_i = R_{1425}$$

$$R_i = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} + \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5}$$

15.) Dosadíme do hlavnej rovnice U_i a R_i , dopočítame rovnicu.

$$I = \frac{R_2 \cdot \frac{U}{R_2 + R_5} - R_1 \cdot \frac{U}{R_1 + R_4}}{\frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} + \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5} + R_3}$$

$$I = \frac{660 \cdot \frac{150}{660 + 330} - 200 \cdot \frac{150}{200 + 550}}{\frac{200 \cdot 550}{200 + 550} + \frac{660 \cdot 330}{660 + 330} + 200}$$

$$I = 0,1059A$$

$$I_{R_3} = I$$

$$\mathbf{I_{R_3} = 0,1059A}$$

16.) Pomocou ohmovho zákona vypočítame napätie na R_3 .

$$U_{R_3} = R_3 \cdot I_{R_3}$$

$$U_{R_3} = 200 \cdot 0,1059$$

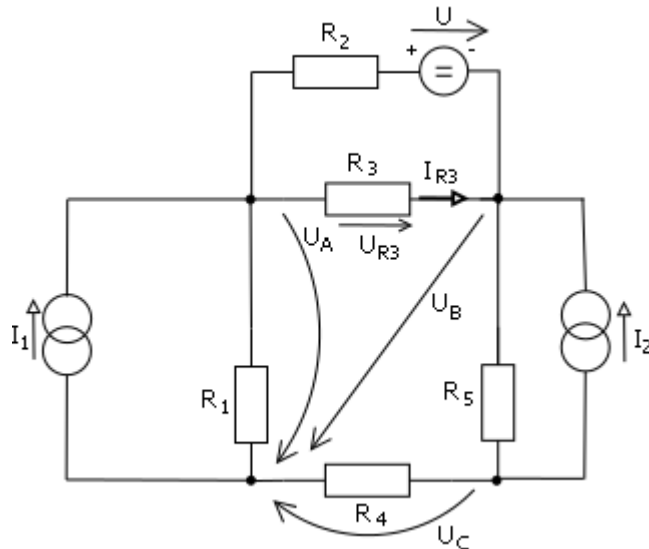
$$\mathbf{U_{R_3} = 21,1765V}$$

Príklad 3, Varianta A

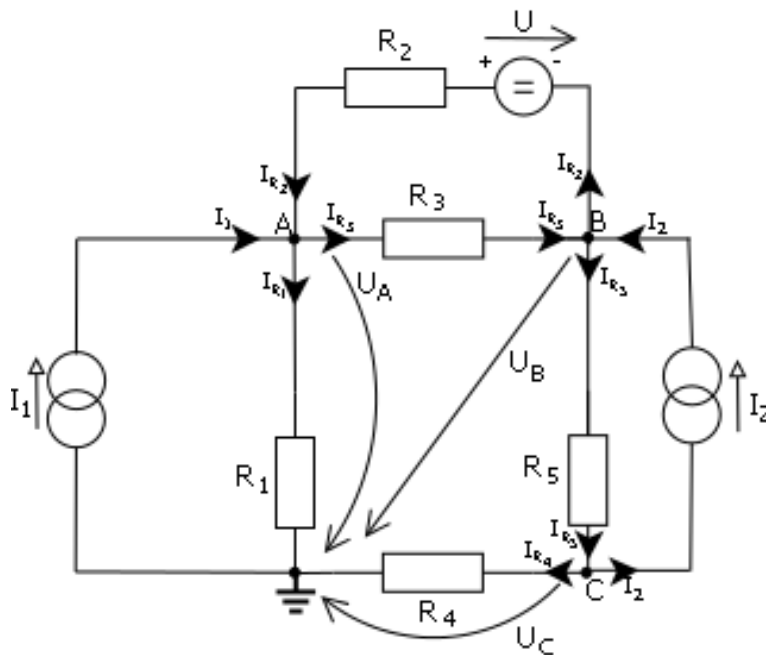
Stanovte napätie U_{R3} a prúd I_{R3} . Použite metódu uzlových napätí (sme U_A, U_B, U_C).

Zadané hodnoty:

U [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	R_4 [Ω]	R_5 [Ω]
120	0,9	0,7	530	490	650	390	320



- 1.) Označíme si uzly pričom jeden z nich uzemníme a určíme (odvodíme) prúdy vstupujúce a vystupujúce z uzla.



$$I_1 = 0,9A$$

$$I_2 = 0,7A$$

$$I_{R1} = \frac{U_A}{R_1}$$

$$I_{R2} = \frac{U_B - U_A + U}{R_2}$$

$$I_{R_3} = \frac{U_A - U_B}{R_3}$$

$$I_{R_4} = \frac{U_C}{R_4}$$

$$I_{R_5} = \frac{U_B - U_A}{R_5}$$

2.) Z prvého Kirchhoffovho zákona si vytvoríme rovnice pre každý uzel.

$$\text{uzol A: } I_1 + I_{R_2} - I_{R_3} - I_{R_1} = 0$$

$$\text{uzol B: } I_{R_3} - I_{R_2} + I_2 - I_{R_5} = 0$$

$$\text{uzol C: } I_{R_5} - I_{R_4} - I_2 = 0$$

3.) Dosadíme už odvodené prúdy.

$$\begin{aligned} 0,9 + \frac{U_B - U_A + U}{R_2} - \frac{U_A - U_B}{R_3} - \frac{U_A}{R_1} &= 0 \\ \frac{U_A - U_B}{R_3} - \frac{U_B - U_A + U}{R_2} + 0,7 - \frac{U_B - U_A}{R_5} &= 0 \\ \frac{U_B - U_A}{R_5} - \frac{U_C}{R_4} - 0,7 &= 0 \end{aligned}$$

4.) Dosadíme hodnoty.

$$\begin{aligned} 0,9 + \frac{U_B - U_A + 120}{490} - \frac{U_A - U_B}{650} - \frac{U_A}{530} &= 0 \\ \frac{U_A - U_B}{650} - \frac{U_B - U_A + 120}{490} + 0,7 - \frac{U_B - U_A}{320} &= 0 \\ \frac{U_B - U_A}{320} - \frac{U_C}{390} - 0,7 &= 0 \end{aligned}$$

5.) Upravíme rovnicu.

$$\begin{aligned} -U_A \cdot (R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3) + U_B \cdot (R_3 \cdot R_1 + R_1 \cdot R_2) + U_C \cdot 0 &= -I_1 \cdot (R_1 \cdot R_2 \cdot R_3) - U \cdot (R_3 \cdot R_1) \\ U_A \cdot (R_5 \cdot R_2 + R_3 \cdot R_5) - U_B \cdot (R_2 \cdot R_5 + R_3 \cdot R_5 + R_2 \cdot R_3) + U_C \cdot (R_2 \cdot R_3) &= -I_2 \cdot (R_2 \cdot R_3 \cdot R_5) + U \cdot (R_3 \cdot R_5) \\ U_A \cdot 0 + U_B \cdot (R_4) - U_C \cdot (R_4 + R_5) &= I_2 \cdot (R_4 \cdot R_5) \end{aligned}$$

6.) Dosadíme do matice.

$$\begin{pmatrix} -(R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3) & (R_3 \cdot R_1 + R_1 \cdot R_2) & 0 & -I_1 \cdot (R_1 \cdot R_2 \cdot R_3) - U \cdot (R_3 \cdot R_1) \\ (R_5 \cdot R_2 + R_3 \cdot R_5) & -(R_2 \cdot R_5 + R_3 \cdot R_5 + R_2 \cdot R_3) & (R_2 \cdot R_3) & -I_2 \cdot (R_2 \cdot R_3 \cdot R_5) + U \cdot (R_3 \cdot R_5) \\ 0 & (R_4) & -(R_4 + R_5) & I_2 \cdot (R_4 \cdot R_5) \end{pmatrix}$$

7.) Dosadíme za premenné hodnoty zo zadania a spočítame ich.

$$\begin{pmatrix} -922700 & 604200 & 0 & -193264500 \\ 364800 & -683300 & 318500 & -46384000 \\ 0 & 390 & -710 & 87360 \end{pmatrix}$$

8.) Maticu riešime Sarrusovým pravidlom.

$$\begin{aligned} D_S &= -176535632000000 \\ D_A &= -72841113072000000 \end{aligned}$$

$$D_B = -54770646112000000$$

9.) Získali sme U_A a U_B .

$$U_A = \frac{D_A}{D_S} \doteq 412,614226$$

$$U_B = \frac{D_B}{D_S} \doteq 310,252641$$

10.) Vypočítame U_{R_3} .

$$U_{R_3} = U_A - U_B = 412,614226 - 310,252641 = 102,361585V$$

$$U_{R_3} = 102,361585V$$

$$\mathbf{U_{R_3} \doteq 102,3616V}$$

11.) Cez Ohmov zákon vypočítame I_{R_3} .

$$I_{R_3} = \frac{U_{R_3}}{R_3} = \frac{102,361585}{650} \doteq 0,15747936V$$

$$I_{R_3} \doteq 0,15747936V$$

$$\mathbf{I_{R_3} \doteq 0,1575A}$$

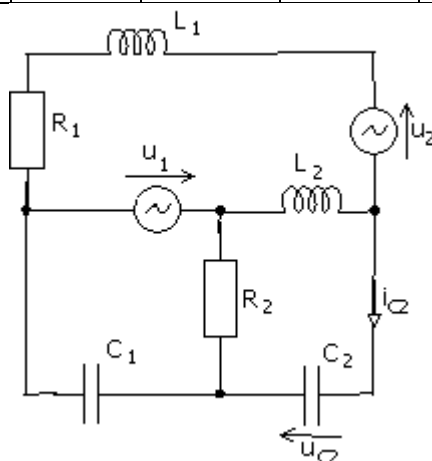
Príklad 4, Varianta E

Pre napájacie napätie platí: $u_1 = U_1 \cdot \sin(2\pi ft)$, $u_2 = U_2 \cdot \sin(2\pi ft)$. Vo vzťahu pre napätie $u_{C_2} = U_{C_2} \cdot \sin(2\pi ft + \varphi_{C_2})$, určte $|U_{C_2}|$ a φ_{C_2} . Použite metódu slučkových prúdov.

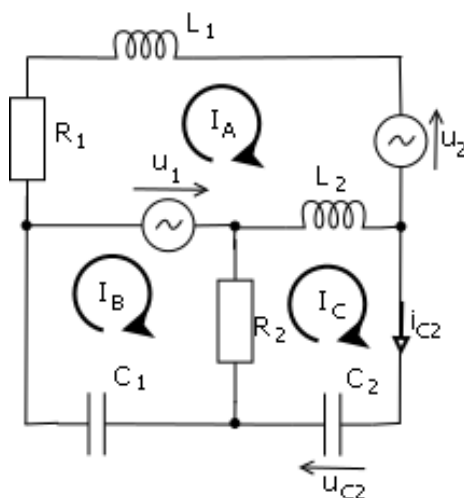
Pozn.: Pomocné „smery šípok napájacích zdrojov platí pre špeciálny časový okamžik ($t = \frac{\pi}{2\omega}$).“

Zadané hodnoty:

U_1 [V]	U_2 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	L_1 [mH]	L_2 [mH]	C_1 [μ F]	C_2 [μ F]	f [Hz]
50	30	145	135	130	60	100	65	90



1.) Pomocou metódy slučkových prúdov si vytvoríme 3 rovnice.



$$I_A \cdot R_1 + I_A \cdot j\omega L_1 - u_2 + (I_A - I_C) \cdot j\omega L_2 - u_1 = 0$$

$$u_1 + (I_B - I_C) \cdot R_2 + I_B \cdot (-j) \cdot \frac{1}{\omega C_1} = 0$$

$$(I_C - I_A) \cdot j\omega L_2 + I_C \cdot (-j) \cdot \frac{1}{\omega C_2} + (I_C - I_B) \cdot R_2 = 0$$

2.) Upravíme rovnice.

$$I_A \cdot (R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2) + I_B \cdot 0 - I_C \cdot (j\omega L_2) = u_1 + u_2$$

$$I_A \cdot 0 + I_B \cdot \left(R_2 - j \cdot \frac{1}{\omega C_1}\right) - I_C \cdot (R_2) = -u_1$$

$$-I_A \cdot (j\omega L_2) - I_B \cdot (R_2) + I_C \cdot \left(R_2 + j\omega L_2 - j \cdot \frac{1}{\omega C_2}\right) = 0$$

3.) Dosadíme do matice.

$$\begin{pmatrix} R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2 & 0 & -j\omega L_2 & u_1 + u_2 \\ 0 & R_2 - j \cdot \frac{1}{\omega C_1} & -R_2 & -u_1 \\ -j\omega L_2 & -R_2 & R_2 + j\omega L_2 - j \cdot \frac{1}{\omega C_2} & 0 \end{pmatrix}$$

4.) Vypočítame ω .

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = 90$$

$$\omega = 180\pi$$

5.) Dosadíme všetky hodnoty.

$$\begin{pmatrix} 145 + j \cdot 180\pi \cdot 0,13 + j \cdot 180\pi \cdot 0,06 & 0 & -j \cdot 180\pi \cdot 0,06 & 50 + 30 \\ 0 & 135 - j \cdot \frac{1}{180\pi \cdot 0,0001} & -135 & -50 \\ -j \cdot 180\pi \cdot 0,06 & -135 & 135 + j \cdot 180\pi \cdot 0,06 - j \cdot \frac{1}{180\pi \cdot 0,000065} & 0 \end{pmatrix}$$

6.) Upravíme.

$$\begin{pmatrix} 145 + 34,2\pi j & 0 & -10,8\pi j & 80 \\ 0 & 135 - j \cdot \frac{1}{0,018\pi} & -135 & -50 \\ -10,8\pi j & -135 & 135 + 10,8\pi j - j \cdot \frac{1}{0,0117\pi} & 0 \end{pmatrix}$$

8.) Maticu riešime Sarrusovým pravidlom.

$$D_S = \frac{-725000000 - 3077887500j\pi + 777235500\pi^2 + 237398850j\pi^3 - \frac{179627058\pi^4}{5}}{1053\pi^2}$$

$$D_S = 331631,568301 - 222138,211473j$$

$$D_C = \frac{5 \cdot (-1675350\pi - 205578j\pi^2)}{9\pi}$$

$$D_C = -930750 - 358801,296966j$$

9.) Vypočítame I_C .

$$I_C = \frac{|D_C|}{|D_S|}$$

$$I_C = \frac{-930750 - 358801,296966j}{331631,568301 - 222138,211473j}$$

$$I_C = -1,4370800142 - 2,0445329874j \text{ A}$$

10.) Vypočítame U_C .

$$U_{C_2} = -j \frac{1}{\omega C_2} \cdot I_C$$

$$U_{C_2} = -j \frac{1}{180 \cdot \pi \cdot 65 \cdot 10^{-6}} \cdot (-1,4370800142 - 2,0445329874j)$$

$$U_{C_2} = -55,623509617 + 39,097160321j$$

$$|U_{C_2}| = \sqrt{Real^2 + Imag^2}$$

$$|U_{C_2}| = \sqrt{(-55,623509617)^2 + (39,097160321)^2}$$

$$|U_{C_2}| = \mathbf{67,424 \text{ V}}$$

11.) Vypočítame φ .

$$\varphi_{C_2} = \tan^{-1} \left(\frac{Imag}{Real} \right)$$

$$\varphi_{C_2} = \tan^{-1} \left(\frac{39,097160321}{-55,623509617} \right)$$

$$\varphi_{C_2} = \mathbf{-0.61266234758 \text{ rad} = -35.102966783^\circ = -35^\circ 6' 10,68''}$$

12.) Dovočítame v inom kvadrante.

$$\varphi_{C_2} = \pi - 0.61266234758$$

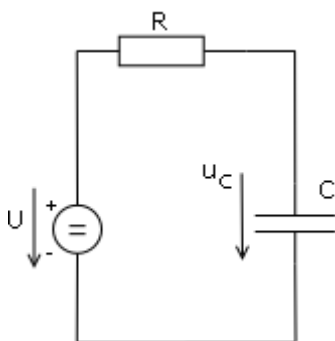
$$\varphi_{C_2} = \mathbf{2.52893030601 \text{ rad} = 144,8970332^\circ = 144^\circ 53' 49,32''}$$

Príklad 5, Varianta D

Zostavte diferenciálnu rovnicu popisujúcu chovanie obvodu na obrázku, ďalej ju upravte dosadením hodnôt parametrov. Vypočítajte analytické riešenie $u_C = f(t)$. Spravte kontrolu výpočtu dosadením do zostavenej diferenciálnej rovnice.

Zadané hodnoty:

U [V]	C [F]	R [Ω]	$u_C(0)$ [A]
14	25	30	6



1.) Hľadáme u'_C , pričom platí:

$$u'_C = \frac{1}{C} \cdot I_C$$

2.) Keďže celým obvodom prechádza celkový prúd potom platí:

$$I_R = I_C = I = i$$

3.) Dosadíme.

$$u'_C = \frac{1}{C} \cdot i$$

4.) Vypočítame hodnotu i pomocou druhého Kirchhoffovho zákona.

$$U - u_R - u_C = 0$$

$$u_R + u_C - U = 0$$

$$R \cdot i + u_C - U = 0$$

$$i = \frac{U - u_C}{R}$$

5.) Dosadíme, upravíme.

$$u'_C = \frac{1}{C} \cdot \frac{U - u_C}{R}$$

$$u'_C = \frac{U - u_C}{C \cdot R}$$

6.) Dosadíme hodnoty zo zadania.

$$u'_C = \frac{14 - u_C}{25 \cdot 30}$$

$$u'_C = \frac{14 - u_C}{750}$$

7.) Rozdelíme zlomok a upravíme.

$$u'_c = \frac{14}{750} - \frac{u_c}{750}$$

$$u'_c + \frac{u_c}{750} = \frac{14}{750}$$

8.) Vyjadríme λ .

$$\lambda = -\frac{1}{750}$$

9.) Vytvoríme rovnicu pre u_c .

$$u_c(t) = c(t) \cdot e^{\lambda \cdot t}$$

$$u_c(t) = c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

10.) Derivujeme (derivácia súčinu). Získame rovnicu pre $u'_c(t)$.

$$u'_c(t) = c'(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} + c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} \cdot \left(-\frac{1}{750}\right)$$

11.) Dosadíme a upravíme.

$$u'_c + \frac{u_c}{750} = \frac{14}{750}$$

$$c'(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} + c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} \cdot \left(-\frac{1}{750}\right) + \frac{c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750} = \frac{14}{750}$$

$$c'(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} - \frac{c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750} + \frac{c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750} = \frac{14}{750}$$

$$c'(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} = \frac{14}{750}$$

12.) Vyjadríme $c'(t)$

$$c'(t) = \frac{14}{750 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}$$

$$c'(t) = \frac{14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t}}{750}$$

13.) Integrujeme.

$$\int c'(t) = \int \frac{14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t}}{750}$$

$$c(t) = \int \frac{14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t}}{750}$$

$$c(t) = \frac{14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t}}{750} \cdot \frac{1}{\frac{1}{750}}$$

$$c(t) = \frac{14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t}}{750} \cdot 750$$

$$c(t) = 14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t} + K$$

14.) Dosadíme do $u_C(t) = c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$

$$u_C(t) = c(t) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

$$u_C(t) = \left(14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t} + K\right) \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

$$u_C(t) = 14 \cdot e^{\frac{1}{750} \cdot t} \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} + K \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

$$u_C(t) = 14 + K \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

15.) Dosadíme hodnoty $t = 0$, $u_C(0) = 6$ a vypočítame K .

$$u_C(0) = 14 + K \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot 0}$$

$$6 = 14 + K$$

$$K = -8$$

16.) Získali sme výsledok.

$$\mathbf{u_C(t) = 14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}$$

Skúška správnosti.

1.) Dosadíme hodnoty do rovnice.

$$u'_C + \frac{u_C}{750} = \frac{14}{750}$$

$$u'_C + \frac{14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750} = \frac{14}{750}$$

2.) u'_C nepoznáme tak zderivujeme u_C .

$$u_C(t) = 14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}$$

$$u'_C(t) = \left(14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}\right)'$$

$$u'_C(t) = 0 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t} \cdot \left(-\frac{1}{750}\right)$$

$$u'_C(t) = \frac{8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750}$$

3.) Dosadíme.

$$u'_C + \frac{14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750} \cdot t}}{750} = \frac{14}{750}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{8 \cdot e^{-\frac{1}{750}t}}{750} + \frac{14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750}t}}{750} = \frac{14}{750} \\
& \frac{8 \cdot e^{-\frac{1}{750}t}}{750} + \frac{14}{750} - \frac{8 \cdot e^{-\frac{1}{750}t}}{750} = \frac{14}{750} \\
& \frac{14}{750} = \frac{14}{750} \\
& \mathbf{0 = 0}
\end{aligned}$$

4.) Rovnost platí.

Súhrn výsledkov

1 / E	$I_{R_3} = 0,13768A$	$U_{R_3} = 13,768V$
2 / D	$I_{R_3} = 0,1059A$	$U_{R_3} = 21,1765V$
3 / A	$I_{R_3} = 0,1575A$	$U_{R_3} = 102,3616V$
4 / E	$\varphi_{C_2} = 144^{\circ}53'49,32''$	$ U_{C_2} = 67,424V$
5 / D	$u_C(t) = 14 - 8 \cdot e^{-\frac{1}{750}t}$	