

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Elektronika pro informační technologie
Semestrální projekt

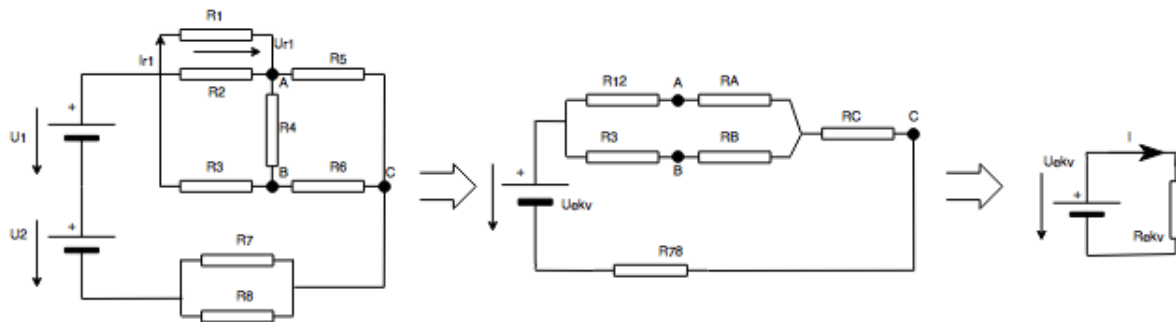
20. decembra 2017

Róbert Ďurovič [xdurov01]

Príklad č. 1 - varianta D

Stanovte napätí U_{R_1} a prúd I_{R_1} . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu.

| U_1 [V] | U_2 [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] |
|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 105 | 85 | 420 | 980 | 330 | 280 | 310 | 710 | 240 | 200 |



Vypočítame napätie pre obvod U_{EKV} :

$$U_{EKV} = U_1 + U_2 = 190V$$

Vypočítame odpor paralelne zapojených rezistorov R_7 a R_8 :

$$R_{78} = \frac{R_7 \cdot R_8}{R_7 + R_8} = \frac{48000}{440} = 109,090909\Omega$$

Vypočítame odpor paralelne zapojených rezistorov R_1 a R_2 :

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{411600}{1400} = 294\Omega$$

Vypočítame odpor rezistorov zapojených do hviezdy:

$$R_A = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{280 \cdot 310}{280 + 310 + 710} = \frac{86800}{1300} = 66,76923\Omega$$

$$R_B = \frac{R_4 \cdot R_6}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{280 \cdot 710}{1300} = 152,92307\Omega$$

$$R_C = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{310 \cdot 710}{1300} = 169,30769\Omega$$

Vypočítame celkový odpor R_{EKV} :

$$R_{EKV} = R_C + \frac{(R_A + R_{12}) \cdot (R_B + R_3)}{(R_A + R_{12}) + (R_B + R_3)} + R_{78}$$

$$R_{EKV} = 169,30769 + \frac{360,76923 \cdot 482,92307}{360,76923 + 482,92307} + 109,090909$$

$$R_{EKV} = 169,30769 + 375,80925 + 109,090909$$

$$R_{EKV} = 484,90016\Omega$$

Vypočítame prúd I :

$$I = \frac{U_{EKV}}{R_{EKV}} = \frac{190}{484,90016} = 0,39183A$$

$$U_R = \frac{(R_A + R_{12}) \cdot (R_B + R_3)}{(R_A + R_{12})} \cdot I$$

$$U_R = 206,50169 \cdot 0,39183$$

$$U_R = 80,913509V$$

$$I_R = \frac{U_R}{(R_A + R_{12})}$$

$$I_R = 0,2242805A$$

Vypočítame napätie U_{R_1}

$$U_{R_1} = U_{R_{12}} = R_{12} \cdot I_R$$

$$U_{R_1} = 65,9385V$$

Vypočítame prúd I_{R_1}

$$I_{R_1} = \frac{U_{R_1}}{R_1}$$

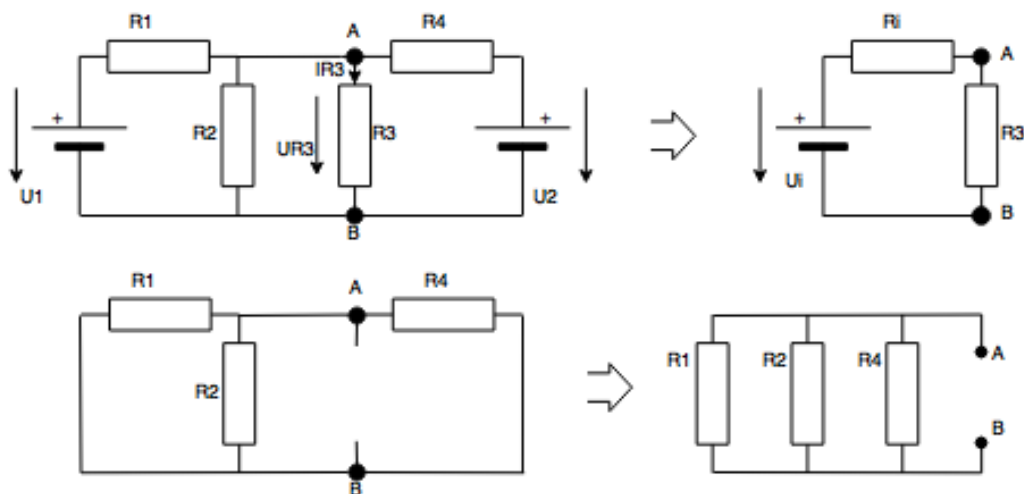
$$I_{R_1} = \frac{65,9385}{420}$$

$$I_{R_1} = 0,1570A$$

Príklad č. 2 - varianta F

Stanovte napätí U_{R_3} a prúd I_{R_3} . Použijte metodu Théveninovy vëty.

| U_1 [V] | U_2 [V] | R_1 [Ω] | R_2 [Ω] | R_3 [Ω] | R_4 [Ω] |
|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 130 | 180 | 300 | 600 | 195 | 650 |



Vzorec pre výpočet R_i :

$$R_{124} = R_i = R_1 \parallel R_2 \parallel R_4 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}}$$

Vzorec pre výpočet U_i :

$$U_i = R_{124} \cdot I_{12}$$

Vzorec pre výpočet I_{R_3} :

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

Vzorec pre výpočet U_{R_3} :

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

Výpočet I_1 :

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{130}{350} = 0,3714A$$

Výpočet I_2 :

$$I_2 = \frac{U_2}{R_4} = \frac{180}{650} = 0,2769A$$

Výpočet I_{12} :

$$I_{12} = I_1 + I_2 = 0,6484A$$

Dosadíme do vzorca pre R_i :

$$R_i = \frac{1}{\frac{1}{350} + \frac{1}{600} + \frac{1}{650}} = 164,9547\Omega$$

Dosadíme do vzorca pre U_i :

$$U_i = 164,9547 \cdot 0,6484 = 106,9486V$$

Dosadíme do vzorca pre I_{R_3} :

$$I_{R_3} = \frac{106,9486}{164,9547 + 195} = 0,2971A$$

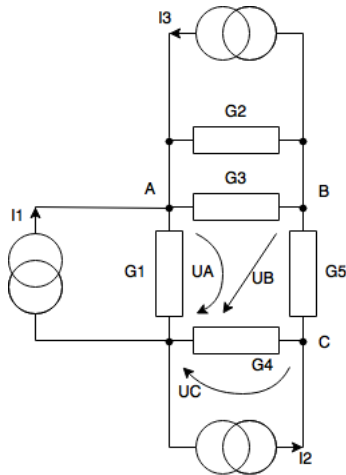
Dosadíme do vzorca pre U_{R_3} :

$$U_{R_3} = 0,2971 \cdot 195 = 57,9378V$$

Príklad č. 3 - varianta B

Stanovte napätí U_{R_5} a prúd I_{R_5} . Použijte metodu uzlových napätí (U_A, U_B, U_C).

| U [V] | I_1 [A] | I_2 [A] | R_1 [Ω] | R_2 [Ω] | R_3 [Ω] | R_4 [Ω] | R_5 [Ω] |
|---------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 150 | 0,7 | 0,8 | 49 | 45 | 61 | 34 | 34 |



Vypočítame prúd I :

$$I = \frac{U}{R_2} = \frac{150}{45} = 3,3333A$$

Zostavíme maticu:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_2 - G_3 & 0 \\ -G_2 - G_3 & G_2 + G_3 + G_5 & -G_5 \\ 0 & -G_5 & G_4 + G_5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I + I_1 \\ -I \\ I_2 \end{bmatrix}$$

Upravíme:

$$\begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0590 & -0,03862 & 0 \\ -0,03862 & 0,06803 & -0,02941 \\ 0 & -0,02941 & 0,05882 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} 4,0333 \\ -3,3333 \\ 0,8 \end{bmatrix}$$

Dopočítame U_A, U_B, U_C :

$$U_A = 61,46528686V$$

$$U_B = -10,349876543V$$

$$U_C = 8,350617284V$$

Vypočítame U_{R_5}

$$U_{R_5} = U_C - U_B = 8,3506 - (-10,4988) = 18,8494V$$

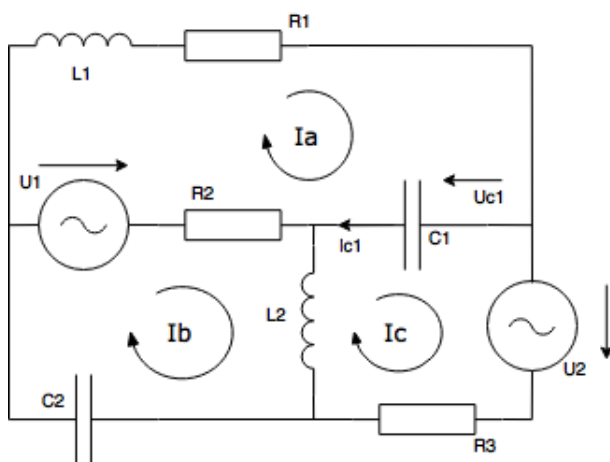
Vypočítame I_{R_5} :

$$I_{R_5} = \frac{U_{R_5}}{R_5} = \frac{18,8494}{34} = 0,5544A$$

Príklad č. 4 - varianta D

Pro napájecí napětí platí: $u_1 = U_1 \cdot \sin(2\pi ft)$, $u_2 = U_2 \cdot \sin(2\pi ft)$. Ve vztahu pro napětí $u_{C_1} = U_{C_1} \cdot \sin(2\pi ft + \varphi_{C_1})$ určete $|U_{C_1}|$ a φ_{C_1} . Použijte metodu smyčkových proudů.

| U_1 [V] | U_2 [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] |
|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 105 | 85 | 420 | 980 | 330 | 280 | 310 | 710 | 240 | 200 |



$$\omega = 2\pi f = 533,8 \text{ rad/s}$$

$$X_{C_1} = \frac{-1}{j\omega C_1} = \frac{-1}{0,112098} = -8,920765759j$$

$$X_{C_2} = \frac{-1}{j\omega C_2} = \frac{-1}{0,040035} = -24,97814412j$$

$$X_{L_1} = j\omega L_1 = 96,084j$$

$$X_{L_2} = j\omega L_2 = 48,042j$$

Zostavíme sústavu rovníc:

$$I_A : (X_{L_1} + R_1) \cdot I_A + X_{C_1} \cdot (I_A - I_C) + R_2 \cdot (I_A - I_B) = U_1$$

$$I_B : X_{C_2} \cdot I_B + R_2 \cdot (I_B - I_A) + X_{L_2} \cdot (I_B - I_C) = -U_1$$

$$I_C : R_3 \cdot I_C + X_{L_2} \cdot (I_C - I_B) + X_{C_1} \cdot (I_C - I_A) = -U_2$$

Vypočítame I_{C_1} a U_{C_1} :

$$I_{C_1} = I_A - I_C = 1,41A$$

$$U_{C_1} = X_{C_1} \cdot I_{C_1}$$

$$|U_{C_1}| = \sqrt{R_e^2 + I_m^2} = 13,15V$$

Zistíme fázový posun φ_{c_1} :

$$\varphi_{c_1} = \arctan \frac{I_m}{R_e}$$

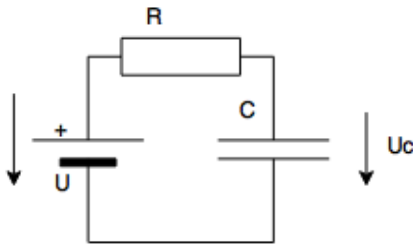
Prevedieme do sptávneho kvadrantu:

$$\varphi_{c_1} + 180^\circ$$

Príklad č. 5 - varianta F

Sestavte diferenciálnú rovnicu popisujúcu chovanie obvodu na obrázku, ďalej ju upravte dosadením hodnôt parametrov. Vypočítajte analytické riešenie $U_c = f(t)$. Provedte kontrolu výpočtu dosadením do sestavenej diferenciálnej rovnice.

| U [V] | C [F] | R [Ω] | $u_c(0)$ [V] |
|---------|---------|------------------|--------------|
| 45 | 30 | 15 | 4 |



Axióm:

$$U'_c = \frac{1}{C} \cdot I_c$$

Pre celkové napätie platí:

$$U_R + u_c - U = 0$$

$$U = R \cdot I + U_c$$

$$I_c = \frac{U - U_c}{R}$$

Dosadenie zadanej hodnoty:

$$U'_c = \frac{1}{C} \cdot \frac{U - U_c}{R} = \frac{1 \cdot (45 - U_c)}{450}$$

Charakteristická rovnica:

$$C \cdot R \cdot U'_c + U_c = U$$

$$30 \cdot 15 \cdot U'_c + U_c = 45$$

$$450 \cdot U'_c + U_c = 45 \quad u_c(0) = 4$$

$$450\lambda + 1 = 0 \quad \lambda = -0,002222$$

Očakávané riešenie:

$$U_c(t) = C(t) \cdot e^{\lambda t} = C(t) \cdot e^{-0,002222t}$$

$$U'_c(t) = C'(t) \cdot e^{\lambda t} + C(t) \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t}$$

Dosadenie do charakteristickej rovnice:

$$450(C'(t) \cdot e^{\lambda t} + C(t) \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t}) - 45$$

$$450 \cdot C'(t) \cdot e^{\lambda t} = 45$$

$$C'(t) \cdot e^{\lambda t} = 0,1$$

$$C'(t) = \frac{0,1}{e^{\lambda t}} = \frac{0,1}{e^{-0,002222t}} = 0,1^{0,002222t}$$

Integrácia:

$$C(t) = 0,1 \cdot \frac{1}{0,002222} \cdot e^{-0,002222t} = 45 \cdot e^{-0,002222t} + q$$

Dosadenie do očakávaného riešenia:

$$U_c(t) = (45 \cdot e^{0,002222t} + q) \cdot e^{-0,002222t} = 6 + q \cdot e^{-0,0022t}$$

Nájdenie q :

$$U_c(0) = 4$$

$$4 = 45 + q \cdot e^0$$

$$q = -41$$

$$U_c = 45 - 41 \cdot e^{-0,002222t}$$

Skúška:

$$450 \cdot U'_c + U_c = 45$$

$$0 + 4 \cdot e^{-0,002222t} + 45 - 4 \cdot e^{-0,002222t} = 45$$

$$45 = 45$$

Diferenciálna rovnica je správna.

Súhrn výsledkov

| úloha | varianta | výsledky |
|-------|----------|--|
| 1 | D | $I_{R_1} = 0,1570\text{A}$ $U_{R_1} = 65,9385\text{V}$ |
| 2 | F | $I_{R_3} = 0,2971\text{A}$ $U_{R_3} = 57,9378\text{V}$ |
| 3 | B | $I_{R_5} = 0,5544\text{A}$ $U_{R_5} = 18,8494\text{V}$ |
| 4 | D | $U_{c_1} = 13,15\text{V}$ |
| 5 | F | |