



IEL – protokol k projektu

Vojtěch Kališ
xkalis03

19. prosince 2020

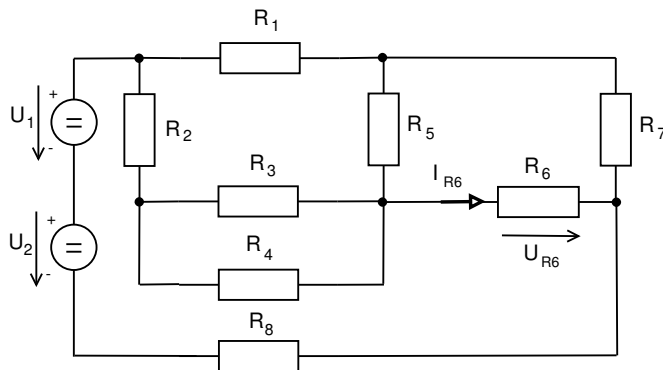
Obsah

| | | |
|----------|------------------|----------|
| 1 | Příklad 1 | 2 |
| 2 | Příklad 2 | 3 |
| 3 | Příklad 3 | 4 |
| 4 | Příklad 4 | 6 |
| 5 | Příklad 5 | 7 |

1. Příklad 1

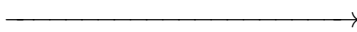
Stanovte napětí U_{R6} a proud I_{R6} . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu.

| sk. | 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] |
|-----|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| E | 115 | 55 | 485 | 660 | 100 | 340 | 575 | 815 | 255 | 225 |



$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{100 \cdot 340}{100 + 340} = 77.273 \Omega$$

$$R_{234} = R_2 + R_{34} = 660 + 77.273 = 737.273 \Omega$$

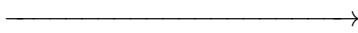
Dostanu obvod: 

Pro následující výpočet rezistorů mezi uzly označenými jako A, B a C budu muset použít převod trojúhelník \rightarrow hvězda.

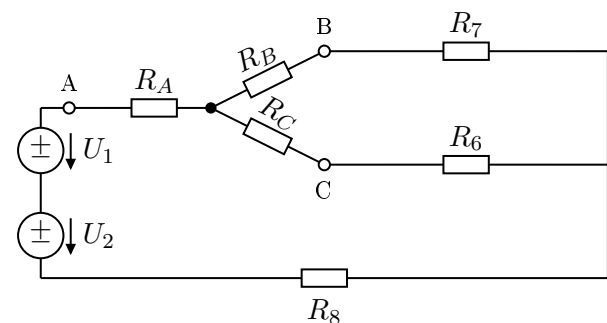
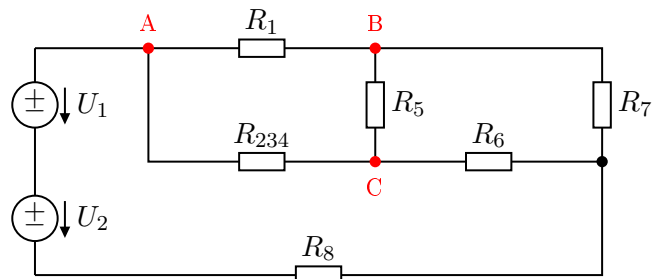
$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_{234}}{R_1 + R_{234} + R_5} = \frac{485 \cdot 737.273}{485 + 737.273 + 575} = 198.96 \Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_{234} + R_5} = \frac{485 \cdot 575}{485 + 737.273 + 575} = 155.166 \Omega$$

$$R_C = \frac{R_{234} \cdot R_5}{R_1 + R_{234} + R_5} = \frac{737.273 \cdot 575}{485 + 737.273 + 575} = 235.86 \Omega$$

Dostanu obvod: 

Po tomto zjednodušení je již vidno, že mohu lehce dopočítat R_{EKV} .



$$R_{B7} = R_B + R_7 = 155.166 + 255 = 410.166 \Omega, \quad R_{C6} = R_C + R_6 = 235.86 + 815 = 1050.86 \Omega$$

$$R_{B7C6} = \frac{R_{B7} \cdot R_{C6}}{R_{B7} + R_{C6}} = \frac{410.166 \cdot 1050.86}{410.166 + 1050.86} = 295.0167 \Omega$$

Pak: $R_{EKV} = R_A + R_{B7C6} + R_8 = 198.96 + 295.0167 + 225 = \underline{\underline{718.9767 \Omega}}$

$$U = U_1 + U_2 = 115 + 55 = \underline{\underline{170 \text{ V}}}, \quad I = \frac{U}{R_{EKV}} = \frac{170}{718.9767} = 0.236447 \text{ A} = \underline{\underline{236.447 \text{ mA}}}$$

Abychom mohli vypočítat U_{R6} , potřebujeme vědět proud, který rezistorem protéká, což bude stejný proud který protéká prvkem R_{C6} (z 1. Kirchhoffova zákona). Tudíž: $U_{R6} = I_{R_{C6}} \cdot R_6$. Pro výpočet $I_{R_{C6}}$ je zase zapotřebí znát $U_{R_{C6}}$, nebo U_{RB7C6} (2. Kirch. z.).

$$U_{RB7C6} = I \cdot R_{B7C6} = 0.236447 \cdot 295.0167 = 69.756 \text{ V}$$

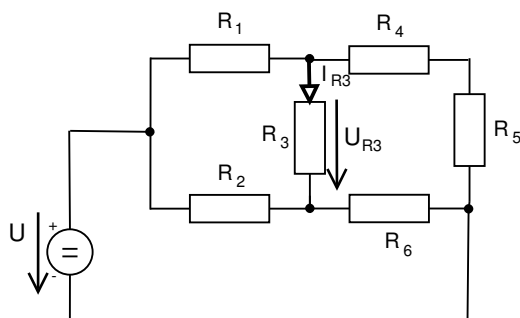
$$I_{R_{C6}} = \frac{U_{RB7C6}}{R_{C6}} = \frac{69.756}{1050.86} = 0.066379 \text{ A} = \underline{\underline{66.379 \text{ mA}}} = I_{R6}$$

A nakonec $U_{R6} = I_{R6} \cdot R_6 = 66.379 \cdot 815 = \underline{\underline{54.099 \text{ V}}}$

2. Příklad 2

Stanovte napětí U_{R3} a proud I_{R3} . Použijte metodu Théveninovy věty.

| sk. | U [V] | R_1 [Ω] | R_2 [Ω] | R_3 [Ω] | R_4 [Ω] | R_5 [Ω] | R_6 [Ω] |
|-----|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A | 50 | 100 | 525 | 620 | 210 | 530 | 100 |

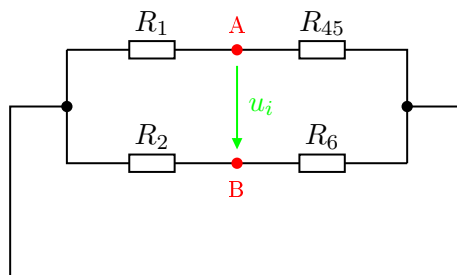


$$R_{45} = R_4 + R_5 = 210 + 530 = 740 \Omega$$

$$\text{Z Theveninova teorému: } I_{R3} = \frac{u_i}{R_3 + R_i}.$$

Pro výpočet R_i překreslím obvod bez R_3 , uzel nad ním si určím jako A a dolní uzel jako B, napěťový zdroj nahradím zkratem a nakonec dopočítám R_i .

Dostanu obvod: \longrightarrow



$$R_{12} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 * 525}{100 + 525} = 84 \Omega$$

$$R_{456} = \frac{R_{45} * R_6}{R_{45} + R_6} = \frac{740 * 100}{740 + 100} = 88.0952 \Omega$$

$$R_i = R_{456} + R_{12} = 88,0952 + 84 = 172.0952 \Omega$$

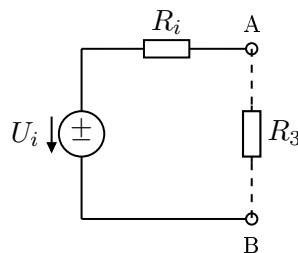
Pro výpočet U_i využiji napěťový dělič (jelikož R_6 a R_{45} jsou ve dvou větvích, na kterých je stejné napětí).

$$U_{R6} = U * \frac{R_6}{R_2 + R_6} = 50 * \frac{100}{525 + 100} = 8 \text{ V}$$

$$U_{R45} = U * \frac{R_{45}}{R_1 + R_{45}} = 50 * \frac{740}{100 + 740} = 44.0476 \text{ V}$$

$$U_i = |U_{R6} - U_{R45}| = |8 - 44,0476| = 36.0476 \text{ V}$$

Dostanu obvod: \longrightarrow

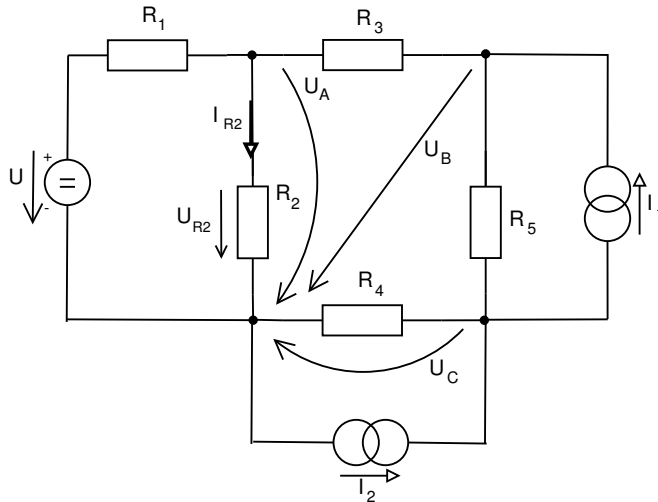


Poté už stačí pouze dosadit do vzorce: $I_{R3} = \frac{u_i}{R_3 + R_i} = \frac{36,0476}{620 + 172,0952} = 0.045509 \text{ A} = \underline{\underline{45.509 \text{ mA}}}$
 Z toho pak: $U_{R3} = I_{R3} * R_3 = 0,045509 * 620 = \underline{\underline{28.216 \text{ V}}}$

3. Příklad 3

Stanovte napětí U_{R2} a proud I_{R2} . Použijte metodu uzlových napětí (U_A, U_B, U_C).

| sk. | U [V] | I_1 [A] | I_2 [A] | R_1 [Ω] | R_2 [Ω] | R_3 [Ω] | R_4 [Ω] | R_5 [Ω] |
|-----|---------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| E | 135 | 0.55 | 0.65 | 52 | 42 | 52 | 42 | 21 |



Přepočítám napěťový zdroj na zdroj proudový a odpory na vodivosti.

$$I_3 = \frac{U}{R_1} = \frac{135}{52} = 2.5962 \text{ A}$$

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{52} \text{ S}$$

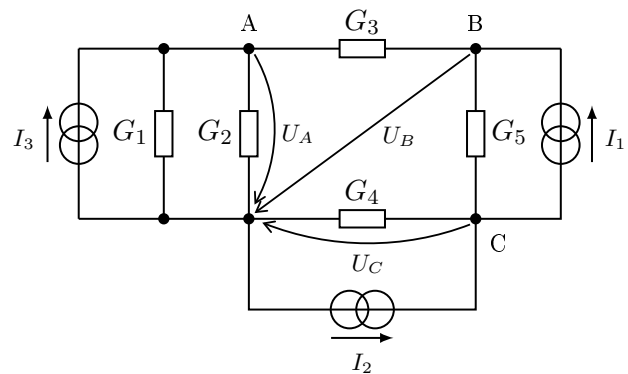
$$G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{42} \text{ S}$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{52} \text{ S}$$

$$G_4 = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{42} \text{ S}$$

$$G_5 = \frac{1}{R_5} = \frac{1}{21} \text{ S}$$

Dostanu obvod: \longrightarrow



Sestavím rovnice uzlů:

$$\begin{aligned} \text{A)} \quad & -I_3 + G_1 U_A + G_2 U_A + G_3 (U_A - U_B) = 0 \\ \text{B)} \quad & -I_1 + G_5 (U_B - U_C) - G_3 (U_A - U_B) = 0 \\ \text{C)} \quad & I_1 - G_5 (U_B - U_C) + G_4 U_C - I_2 = 0 \end{aligned}$$

Upravím rovnice uzlů:

$$\begin{aligned} \text{A)} \quad & U_A (G_1 + G_2 + G_3) + U_B (-G_3) = I_3 \\ \text{B)} \quad & U_A (-G_3) + U_B (G_5 + G_3) + U_C (-G_5) = I_1 \\ \text{C)} \quad & U_B (-G_5) + U_C (G_5 + G_4) = I_2 - I_1 \end{aligned}$$

Přepíši je do maticového tvaru:

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 & 0 \\ -G_3 & G_5 + G_3 & -G_5 \\ 0 & -G_5 & G_5 + G_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_3 \\ I_1 \\ I_2 - I_1 \end{bmatrix}$$

Dosadím hodnoty:

$$\begin{bmatrix} \frac{17}{273} & -\frac{1}{52} & 0 \\ -\frac{1}{52} & \frac{73}{1092} & -\frac{1}{21} \\ 0 & -\frac{1}{21} & \frac{1}{14} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5962 \\ 0.55 \\ 0.1 \end{bmatrix}$$

Vypočítám determinanty pomocí Sarrusova pravidla:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{17}{273} & -\frac{1}{52} & 0 \\ -\frac{1}{52} & \frac{73}{1092} & -\frac{1}{21} \\ 0 & -\frac{1}{21} & \frac{1}{14} \end{vmatrix} = 0.00029734 + 0 + 0 - 0 - \frac{17}{120393} - \frac{1}{37856} = 1.2971989 \cdot 10^{-4} = 0.0001297$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 2.5962 & -\frac{1}{52} & 0 \\ 0.55 & \frac{73}{1092} & -\frac{1}{21} \\ 0.1 & -\frac{1}{21} & \frac{1}{14} \end{vmatrix} = 0.0123968 + 0 + \frac{1}{10920} - 0 - 0.0058871 + \frac{11}{14560} = 7.3567696 \cdot 10^{-3} = 0.0073567$$

Pomocí Cramerova pravidla vypočítám U_A : $U_A = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{7.3567696 \cdot 10^{-3}}{1.2971989 \cdot 10^{-4}} = 56.71273 \text{ V}$
 Z čehož potom: $U_{R2} = U_A = \underline{\underline{56.71273 \text{ V}}}$

Pomocí Ohmova zákona pak získám proud I_{R2} : $I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2} = \underline{\underline{1.35 \text{ A}}}$

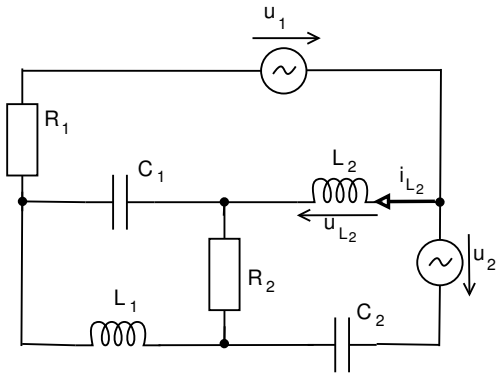
4. Příklad 4

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 $u_{L_2} = U_{L_2} \cdot \sin(2\pi ft + \varphi_{L_2})$ určete $|U_{L_2}|$ a φ_{L_2} . 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 [Ω] | R_2 [Ω] | L_1 [mH] | L_2 [mH] | C_1 [μ F] | C_2 [μ F] | f [Hz] |
|-----|-----------|-----------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------------|------------------|----------|
| E | 50 | 30 | 14 | 13 | 130 | 60 | 100 | 65 | 90 |



5. Příklad 5

V obvodu na obrázku níže v čase $t = 0[\text{s}]$ sepne spínač S . Sestavte diferenciální rovnici popisující chování obvodu na obrázku, dále ji upravte dosazením hodnot parametrů. Vypočítejte analytické řešení $i_L = f(t)$. Proveďte kontrolu výpočtu dosazením do sestavené diferenciální rovnice.

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

| sk. | U [V] | L [H] | R [Ω] | $i_L(0)$ [A] |
|-----|---------|---------|------------------|--------------|
| A | 40 | 50 | 10 | 16 |

