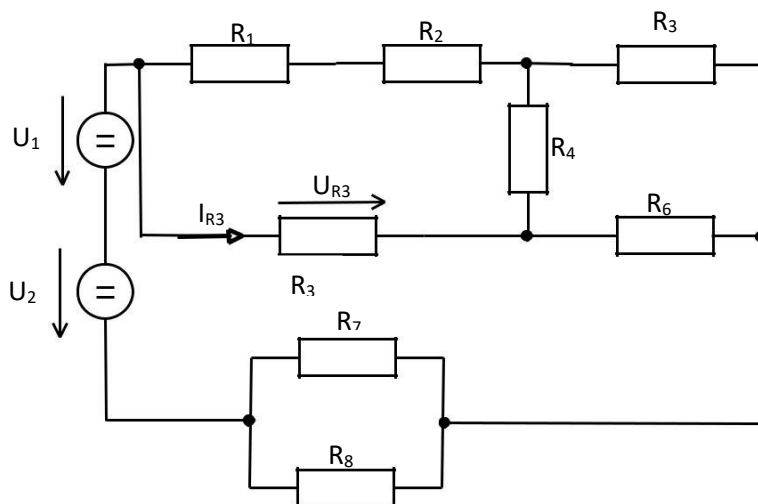


IEL – semestrální projekt

Jiří Žák (xzakji02)

20. prosince 2018



## 1. Příklad

Stanovte napětí  $U_{R3}$  a proud  $I_{R3}$ . Použijte metodu postupného zjednodušování obvodu.

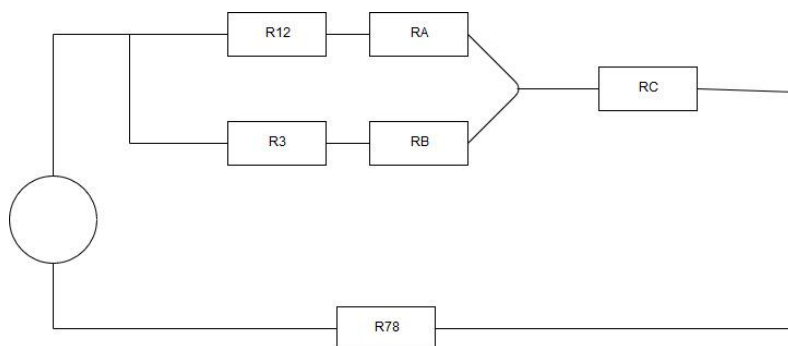
$$U_1 = 80V, U_2 = 120V, R_1 = 350\Omega,$$

$$R_2 = 650\Omega, R_3 = 410\Omega,$$

$$R_4 = 130\Omega, R_5 = 360\Omega, R_6 = 750\Omega, R_7 = 310\Omega,$$

$$R_8 = 190\Omega, U_{R3} = ?, I_{R3} = ?$$

Zjednodušíme:



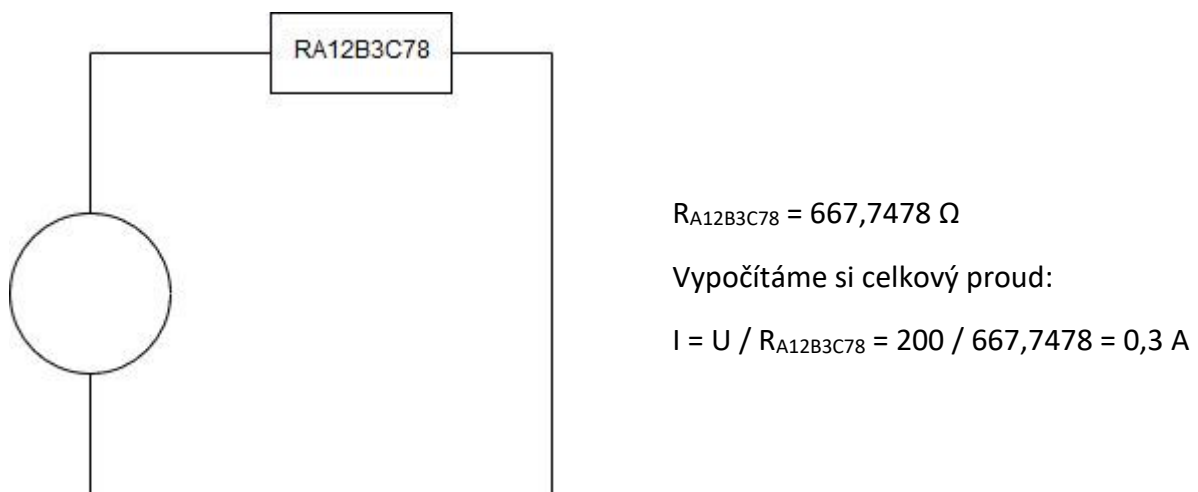
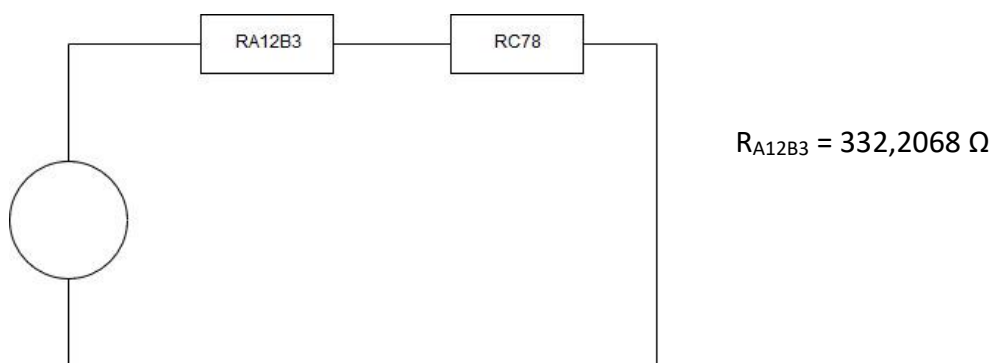
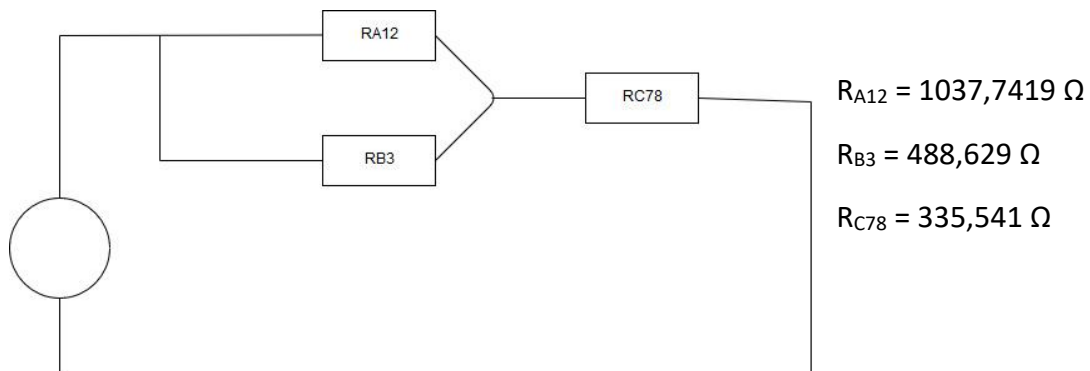
$$R_{12} = R_1 + R_2 = 1000 \Omega$$

$$R_{78} = (R_7 * R_8) / (R_7 + R_8) = 117,8\Omega$$

$$R_A = (R_4 * R_5) / (R_4 + R_5 + R_6) = 37,7419\Omega$$

$$R_B = (R_4 * R_6) / (R_4 + R_5 + R_6) = 78,629\Omega$$

$$R_C = (R_6 * R_5) / (R_4 + R_5 + R_6) = 217,742\Omega$$



Postupně zase rozkládáme zpět a tím vypočítáme  $U_{R3}$  a  $I_{R3}$ :

$$U_{12B3} = R_{A12B3} \cdot I = 99,66204 \, V$$

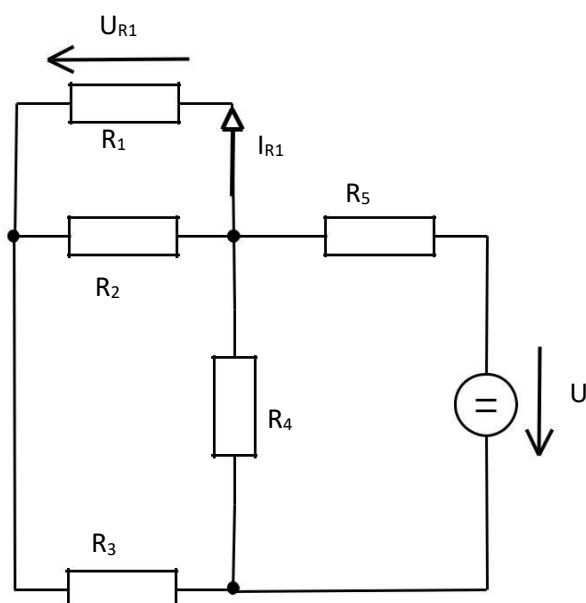
$$I_{RB3} = U_{A12B3} / R_{B3} = 0,204 \, A$$

$$U_{R3} = R_3 \cdot I_{RB3} = 83,64 \, V$$

$$I_{R3} = I_{RB3}$$

## 2. Příklad

Stanovte napětí  $U_{R1}$  a proud  $I_{R1}$ . Použijte metodu Theveninovy věty.

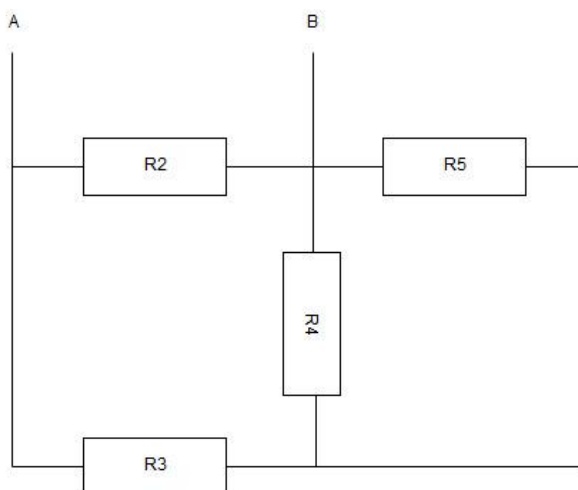


$U = 130 \text{ V}$ ,  $R_1 = 180 \Omega$ ,  $R_2 = 350 \Omega$ ,  $R_3 = 600 \Omega$ ,  
 $R_4 = 195 \Omega$ ,  $R_5 = 650 \Omega$   
 $U_{R1} = ?$ ,  $I_{R1} = ?$

Spočítáme si celkový odpor obvodu a poté proud obvodu:

$$R = ((R_2 + R_3) * R_4) / (R_2 + R_3 + R_4) + R_5 = ((350 + 600) * 195) / (350 + 600 + 195) + 650 = 811,7904 \Omega$$

$$I = U / R = 0,1601 \text{ A}$$

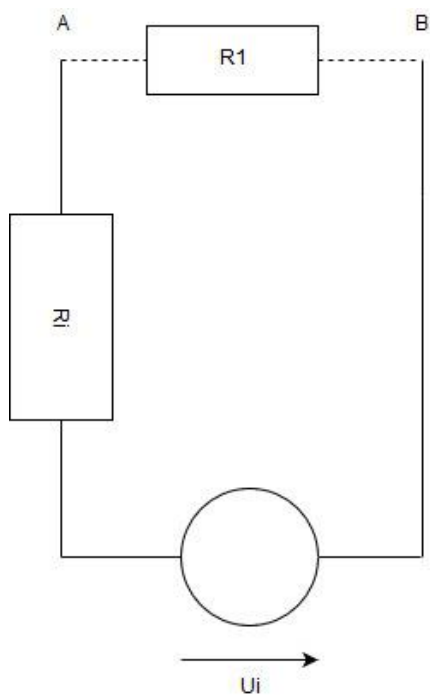


Zjistíme, jak velký proud protéká větví  $R_{23}$ :

$$I_{R23} = (I * R_4) / (R_2 + R_3 + R_4) = 0,2727 \text{ A}$$

Napětí na terminálech AB je stejně velké jako na  $R_2$ :

$$U_I = U_{R2} = I_{R23} * R_2 = 9,54 \text{ V}$$



Vypočítáme si odpor  $R_I$ :

$$R_I = (R_2 * (((R_4 * R_5) / (R_4 + R_5)) + R_3)) / (R_2 + (((R_4 * R_5) / (R_4 + R_5)) + R_3)) = 238 \Omega$$

Podle Ohmova zákona dosadíme:

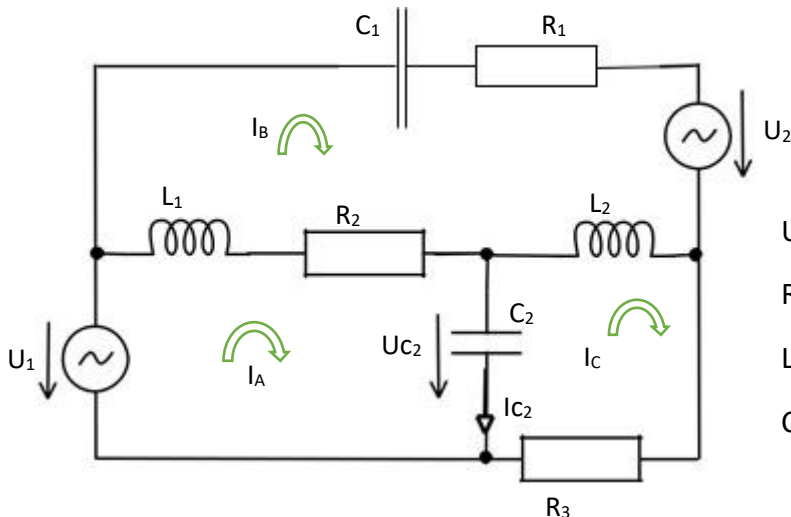
$$I_{R1} = U_i / (R_I + R_1) = 0,0228 \text{ A}$$

$$U_{R1} = I_{R1} * R_1 = 4,1042 \text{ V}$$

#### 4. Příklad

Pro napájecí napětí platí:  $u_1 = U_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ ,  $u_2 = U_2 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ .

Ve vztahu pro napětí  $u_{C2} = U_{C2} \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \phi_{C2})$  určete  $|U_{C2}|$  a  $\phi_{C2}$ . Použijte metodu smyčkových proudů.



$U_1 = 35V$ ,  $U_2 = 55V$ ,  $R_1 = 12 \Omega$ ,  
 $R_2 = 14 \Omega$ ,  $R_3 = 10 \Omega$ ,  $L_1 = 120 \text{ mH}$ ,  
 $L_2 = 100 \text{ mH}$ ,  $C_1 = 200 \mu\text{F}$ ,  
 $C_2 = 105 \mu\text{F}$ ,  $f = 70\text{Hz}$

Nejprve si vypočítáme impedanci cívek a kondenzátorů:

$$\omega = 2 \cdot 70 \cdot \pi = 439,823 \text{ rad/s}$$

$$Z_{C1} = -j / (\omega \cdot C_1) = -j / (439,823 \cdot 0,0002) = -j / 0,088 \Omega = -11,3682j \Omega$$

$$Z_{C2} = -j / (\omega \cdot C_2) = -j / 0,0462 \Omega = -21,6537j \Omega$$

$$Z_{L1} = j \cdot \omega \cdot L_1 = 52,7788j \Omega$$

$$Z_{L2} = j \cdot \omega \cdot L_2 = 43,9823j \Omega$$

Pomocí smyčkových proudů uděláme 3 rovnice:

$$A: -U_1 + I_A \cdot Z_{L1} + I_A \cdot R_2 + I_A \cdot Z_{C2} - I_B \cdot R_2 - I_B \cdot Z_{L1} - I_C \cdot Z_{C2} = 0$$

$$B: U_2 + I_B \cdot Z_{L2} + I_B \cdot R_2 + I_B \cdot Z_{L1} + I_B \cdot Z_{C1} + I_B \cdot R_1 - I_A \cdot Z_{L1} - I_A \cdot R_2 - I_C \cdot Z_{L2} = 0$$

$$C: I_C \cdot R_3 + I_C \cdot Z_{C2} + I_C \cdot Z_{L2} - I_A \cdot Z_{C2} - I_B \cdot Z_{L2} = 0$$

$$I_A(Z_{L1} + R_2 + Z_{C2}) - I_B(R_2 + Z_{C1}) - I_C \cdot Z_{C2} = U_1$$

$$-I_A(Z_{L1} + R_2) + I_B(Z_{L2} + R_2 + Z_{L1} + Z_{C1} + R_1) - I_C \cdot Z_{L2} = -U_2$$

$$-I_A \cdot Z_{C2} - I_B \cdot Z_{L2} + I_C(R_3 + Z_{C2} + Z_{L2}) = 0$$

Uděláme si z toho matici:

$14+31,1251j$	$-(14+52,7788j)$	$21,6537j$	35
$-(14+52,7788j)$	$26+85,3929j$	$-43,9823j$	-55
$21,653j$	$-43,9823j$	$10+22,3286j$	0

Z toho nám vyjde  $I_A$  a  $I_C$ :

$$I_A = 0,6885 - 1,0518j$$

$$I_C = -1,3001 - 0,0728j$$

Z toho vypočítáme  $I_{C2}$ :

$$I_{C2} = I_A - I_C = 1,9886 - 0,979j$$

Dále pak  $U_{C2}$ :

$$U_{C2} = I_{C2} * z_{C2} = (1,9886 - 0,979j) * (-21,6537j) = -43,0605 + 21,199jV$$

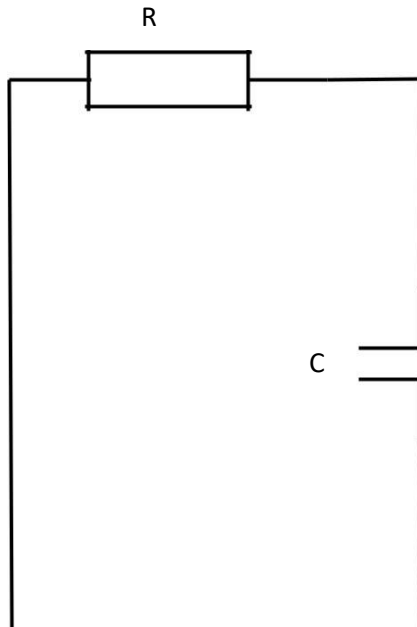
$$|U_{C2}| = \sqrt{(-43,0605)^2 + 21,199^2}$$

$$|U_{C2}| = 47,9959V$$

$$\phi_{C2} = \arctan(I_{UC2}/R_{UC2}) = 2,6841 \text{ rad}$$

## 5. Příklad

Sestavte diferenciální rovnici popisující chování obvodu na obrázku, dále ji upravte dosažením hodnot parametru. Vypočítejte analytické řešení  $u_C = f(t)$ . Proveďte kontrolu výpočtu dosazením do sestavené diferenciální rovnice.



$$C = 30 \text{ F}$$

$$R = 15 \Omega$$

$$U_C(0) = 4 \text{ V}$$

$$1) \quad I_R = U_R / R, \quad I = I_R = I_C$$

$$2) \quad u_C - u_R = 0, \quad u_C = -u_R$$

$$3) \quad u'_C = (1/C) * I_C = I/C$$

a) dosadíme 1 do 3:

$$u'_C = I/C = u_R / (R * C)$$

b) vyjádříme  $u_R$  z 2)

$$u_R = -u_C$$

c) dosadíme b) do a)

$$u'_C = u_R / (R * C)$$

$$u'_C - u_C / (R * C) = 0$$

Očekávané řešení (nevíme K a  $\lambda$ ):

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

$\lambda$  – charakteristická rovnice

$$\lambda + 1/(R * C) = 0$$

$$\lambda = -1/(R * C) \text{ u}$$

Dosadíme vyjádřenou lambda:

$$u_C(t) = K(t) * e^{-t/(R * C)}$$

$$u'_C(t) = K'(t) * e^{-t/(R * C)} + K(t) * e^{-t/(R * C)} * (-1/R * C)$$

$$u''_C \rightarrow \lambda^2$$

$$u'_C \rightarrow \lambda$$

$$u_C \rightarrow 1$$

$$\text{konst.} \rightarrow 0$$



Dosadíme do rovnice:

$$u'_c - u_c / (R \cdot C) = 0$$

$$K'(t) \cdot e^{-t/(R \cdot C)} + K(t) \cdot e^{-t/(R \cdot C)} \cdot (-1/R \cdot C) + (1/R \cdot C) \cdot K(t) \cdot e^{-t/(R \cdot C)} = 0$$

$$K'(t) \cdot e^{-t/(R \cdot C)} = 0$$

$$K'(t) = 0$$

Integrujeme  $K'$ :

$$K(t) = k$$

Dosadíme:

$$u_c(t) = k \cdot e^{-t/(30 \cdot 15)}$$

$$u_c(t) = u_{cp} \cdot e^{-t/(15 \cdot 30)}$$

$$u_c(t) = 4 \cdot e^{-t/(15 \cdot 30)}$$

$$u_c(t) = 4 \text{ V}$$

Řešení odpovídá původní podmínce:

$$u_c(0) = 4 \text{ V}$$

Dosadíme do počáteční podmínky:

$$u_c(0) = u_{cp}$$

$$u_{cp} = k \cdot e^{-t/(R \cdot C)}$$

$$u_{cp} = k \cdot 1$$

$$u_{cp} = k$$

1. příklad	2. příklad	3. příklad	4. příklad	5. příklad
$I_{R3} = 0,204 \text{ A}$ $U_{R3} = 83,64 \text{ V}$	$I_{R1} = 0,0228 \text{ A}$ $U_{R1} = 4,1042 \text{ V}$		$ U_{C2}  = 47,9959 \text{ V}$ $\phi_{C2} = 2,6841 \text{ rad}$	$u_c(t) = 4 \text{ V}$