

# ELEKTROTECHNIKA 2

## (BPC-EL2)

### 3. cvičení

Metoda smyčkových proudů v obvodech v HUS

Metoda uzlových napětí v obvodech v HUS



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pro obvody v HUS platí stejné zásady a postupy pro sestavení a řešení jako u obvodů v SUS

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{Z}_{12} & \cdots & \mathbf{Z}_{1p} \\ \mathbf{Z}_{21} & \mathbf{Z}_{22} & \cdots & \mathbf{Z}_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{Z}_{p1} & \mathbf{Z}_{p2} & \cdots & \mathbf{Z}_{pp} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathbf{I}_{S1} \\ \mathbf{I}_{S2} \\ \vdots \\ \mathbf{I}_{Sp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum \mathbf{U}_{z1} \\ \sum \mathbf{U}_{z2} \\ \vdots \\ \sum \mathbf{U}_{zp} \end{bmatrix}$$

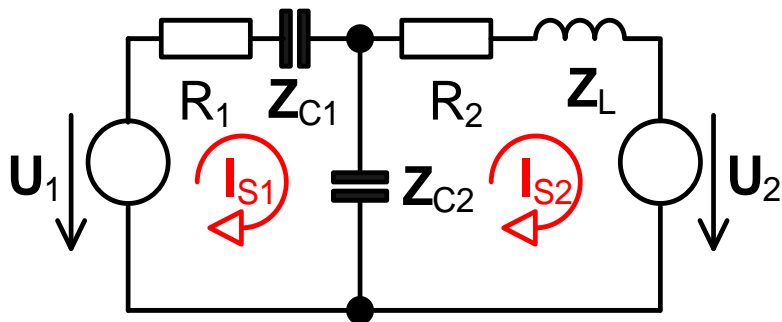
$$\mathbf{Z}_{11}, \mathbf{Z}_{22}, \dots, \mathbf{Z}_{pp}$$

vlastní impedance smyček  
(hlavní diagonála)

$$\mathbf{Z}_{12}, \mathbf{Z}_{21}, \mathbf{Z}_{13}, \dots$$

vzájemné impedance smyček

Příklad



$$\begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{Z}_{12} \\ \mathbf{Z}_{21} & \mathbf{Z}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{I}_{S1} \\ \mathbf{I}_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{U}_1 \\ -\mathbf{U}_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Z}_{11} = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}$$

$$\mathbf{Z}_{22} = R_2 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C_2}$$

$$\mathbf{Z}_{12} = \mathbf{Z}_{21} = -\left(\frac{1}{j\omega C_2}\right)$$

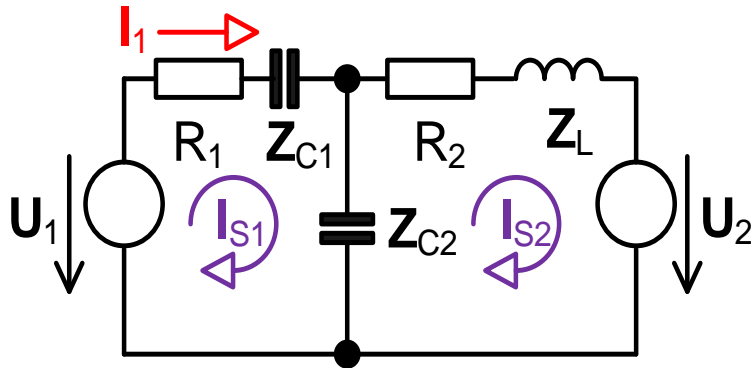
$$\Delta = \begin{vmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{Z}_{12} \\ \mathbf{Z}_{21} & \mathbf{Z}_{22} \end{vmatrix} = \mathbf{Z}_{11} \cdot \mathbf{Z}_{22} - \mathbf{Z}_{21} \cdot \mathbf{Z}_{12}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} \mathbf{U}_1 & \mathbf{Z}_{12} \\ -\mathbf{U}_2 & \mathbf{Z}_{22} \end{vmatrix} = \mathbf{U}_1 \cdot \mathbf{Z}_{22} - (-\mathbf{U}_2 \cdot \mathbf{Z}_{12})$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{U}_1 \\ \mathbf{Z}_{21} & -\mathbf{U}_2 \end{vmatrix} = -\mathbf{U}_2 \cdot \mathbf{Z}_{11} - \mathbf{U}_1 \cdot \mathbf{Z}_{21}$$

$$\mathbf{I}_{S1} = \frac{\Delta_1}{\Delta} \quad \mathbf{I}_{S2} = \frac{\Delta_2}{\Delta}$$

Metodou smyčkových proudů vypočtete fázor proudu  $I_1$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu proudu  $i_1(t)$ , načrtněte fázorový a časový diagram pro napětí  $u_1(t)$  a proud  $i_1(t)$ .



$$U_1 = 45 e^{j25^\circ} \text{ V}, \quad U_2 = (-30 + j10) \text{ V},$$

$$R_1 = 30 \, \Omega, \quad R_2 = 42 \, \Omega, \quad C_1 = 50 \, \mu\text{F},$$

$$C_2 = 30 \, \mu\text{F}, \quad L = 0,15 \text{ H}, \quad f = 100 \text{ Hz}$$

$$I_1 = I_{S1} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{398,9 + j887,3}{7571 - j2329} = (0,0152 + j0,1219) = \underline{\underline{0,1228 \angle 82,9^\circ \text{ A}}}$$

$$I_{m1} = \sqrt{2} \cdot I_1 = \underline{\underline{0,1737 \angle 82,9^\circ \text{ A}}}$$

$$i_1(t) = I_{m1} \sin(\omega t + \psi_i) = \underline{\underline{0,1737 \sin(\omega t + 82,9^\circ) \text{ A}}}$$

Řešení :

$$\begin{bmatrix} R_1 + Z_{C1} + Z_{C2} & -Z_{C2} \\ -Z_{C2} & R_2 + Z_L + Z_{C2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1 \\ -U_2 \end{bmatrix}$$

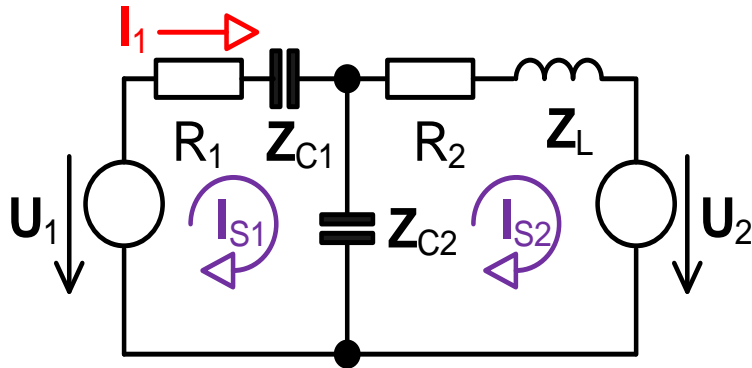
$$\begin{bmatrix} R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2} & -\frac{1}{j\omega C_2} \\ -\frac{1}{j\omega C_2} & R_2 + j\omega L + \frac{1}{j\omega C_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_1 \\ -U_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 30 - j84,88 & j53,05 \\ j53,05 & 42 + j41,2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 45 \angle 25^\circ \\ 30 - j10 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 30 - j84,88 & j53,05 \\ j53,05 & 42 + j41,2 \end{vmatrix} = (7571 - j2329)$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 45 \angle 25^\circ & j53,05 \\ 30 - j10 & 42 + j41,2 \end{vmatrix} = (398,9 + j887,3)$$

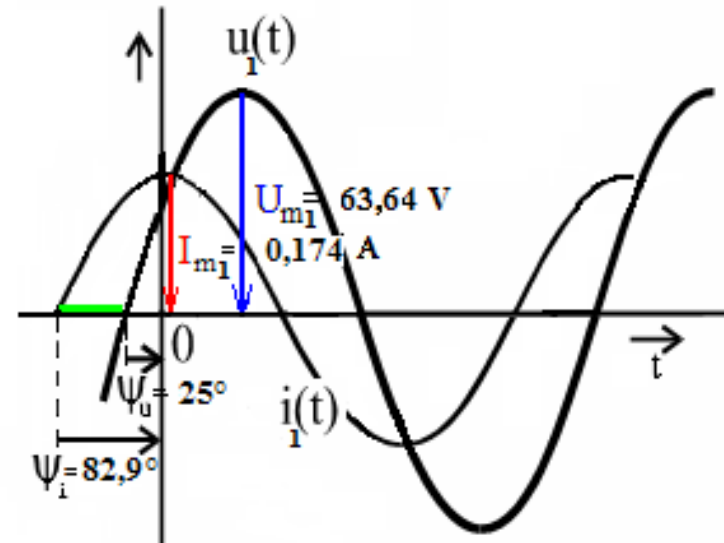
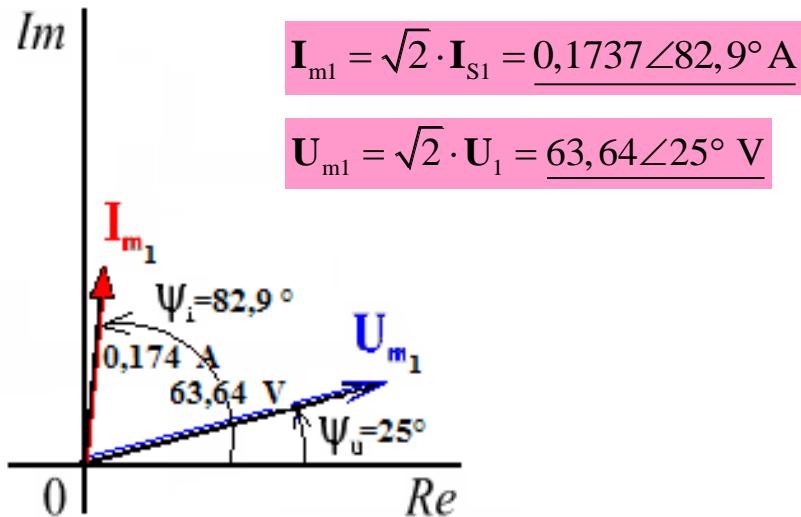
Metodou smyčkových proudů vypočtete fázor proudu  $I_1$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu proudu  $i_1(t)$ , načrtněte fázorový a časový diagram pro napětí  $u_1(t)$  a proud  $i_1(t)$ .



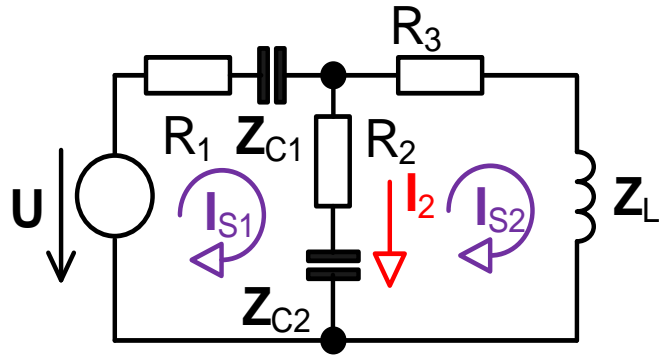
$$\begin{aligned} U_1 &= 45 e^{j25^\circ} \text{ V}, \quad U_2 = (-30 + j10) \text{ V}, \\ R_1 &= 30 \, \Omega, \quad R_2 = 42 \, \Omega, \quad C_1 = 50 \, \mu\text{F}, \\ C_2 &= 30 \, \mu\text{F}, \quad L = 0,15 \text{ H}, \quad f = 100 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$i_1(t) = I_{m1} \sin(\omega t + \psi_i) = \underline{\underline{0,1737 \sin(\omega t + 82,9^\circ) \text{ A}}}$$

$$u_1(t) = U_{m1} \sin(\omega t + \psi_u) = \underline{\underline{63,64 \sin(\omega t + 25^\circ) \text{ V}}}$$



Metodou smyčkových proudů vypočtete fázor proudu  $I_2$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu proudu  $i_2(t)$ , načrtněte fázorový a časový diagram pro napětí  $u(t)$  a proud  $i_2(t)$ .



$$R_1 = 27 \, \Omega, R_2 = 30 \, \Omega,$$

$$R_3 = 20 \, \Omega, \omega L = 30 \, \Omega,$$

$$\frac{1}{\omega C_1} = 25 \, \Omega, \quad \frac{1}{\omega C_2} = 18 \, \Omega,$$

$$U = 100 e^{j30^\circ} \text{ V} = (86,6 + j50) \text{ V}$$

Řešení :

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 + Z_{C1} + Z_{C2} & -(R_2 + Z_{C2}) \\ -(R_2 + Z_{C2}) & R_2 + R_3 + Z_L + Z_{C2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2} & -\left(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) \\ -\left(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) & R_2 + R_3 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 57 - j43 & -30 + j18 \\ -30 + j18 & 50 + j12 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{S1} \\ I_{S2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 86,6 + j50 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 57 - j43 & -30 + j18 \\ -30 + j18 & 50 + j12 \end{vmatrix} = (2790 - j386)$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 86,6 + j50 & -30 + j18 \\ 0 & 50 + j12 \end{vmatrix} = (3730 + j3539)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 57 - j43 & 86,6 + j50 \\ -30 + j18 & 0 \end{vmatrix} = (3498 - j58,8)$$

$$I_2 = I_{S1} - I_{S2} = \frac{\Delta_1}{\Delta} - \frac{\Delta_2}{\Delta} = (1,14 + j1,426) - (1,233 + j0,1495) =$$

$$= (-0,0935 + j1,277) = \underline{\underline{1,28 \angle 94,2^\circ \text{ A}}}$$

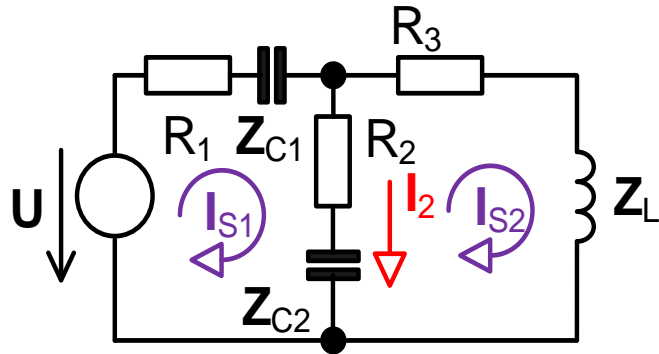
$$I_{m2} = \sqrt{2} \cdot I_2 = \underline{\underline{1,81 \angle 94,2^\circ \text{ A}}}$$

$$i_2(t) = I_{m2} \sin(\omega t + \psi_i) = \underline{\underline{1,81 \sin(\omega t + 94,2^\circ) \text{ A}}}$$

$$U_m = \sqrt{2} \cdot U = \underline{\underline{141 \angle 30^\circ \text{ V}}}$$

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_i) = \underline{\underline{141 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ V}}}$$

Metodou smyčkových proudů vypočtete fázor proudu  $I_2$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu proudu  $i_2(t)$ , načrtněte fázorový a časový diagram pro napětí  $u(t)$  a proud  $i_2(t)$ .

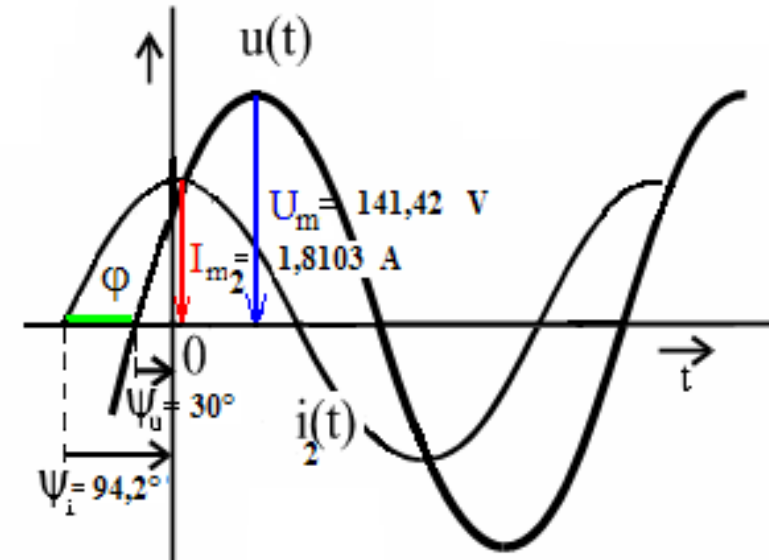
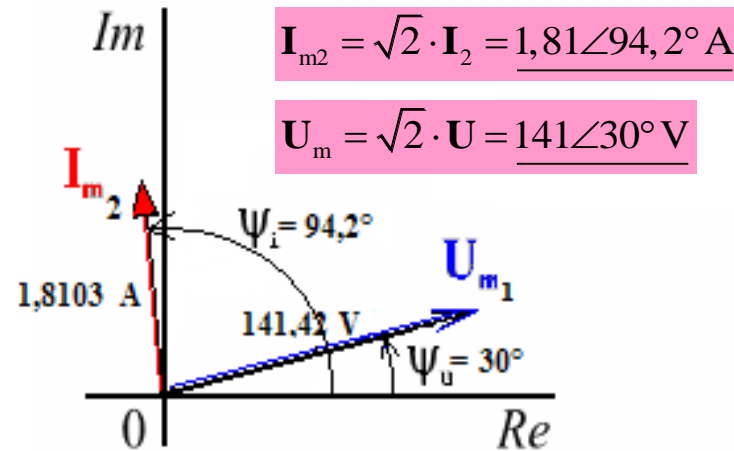


$$R_1 = 27 \, \Omega, \quad R_2 = 30 \, \Omega,$$

$$R_3 = 20 \, \Omega, \quad \omega L = 30 \, \Omega,$$

$$\frac{1}{\omega C_1} = 25 \, \Omega, \quad \frac{1}{\omega C_2} = 18 \, \Omega,$$

$$U = 100 e^{j30^\circ} \text{ V} = (86,6 + j50) \text{ V}$$



$$i_2(t) = I_{m2} \sin(\omega t + \psi_i) = 1,81 \sin(\omega t + 94,2^\circ) \text{ A}$$

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_u) = 141 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ V}$$

Pro obvody v HUS platí stejné zásady a postupy pro sestavení a řešení jako u obvodů v SUS

$$\begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ \vdots \\ U_{n0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum I_{z1} \\ \sum I_{z2} \\ \vdots \\ \sum I_{zn} \end{bmatrix}$$

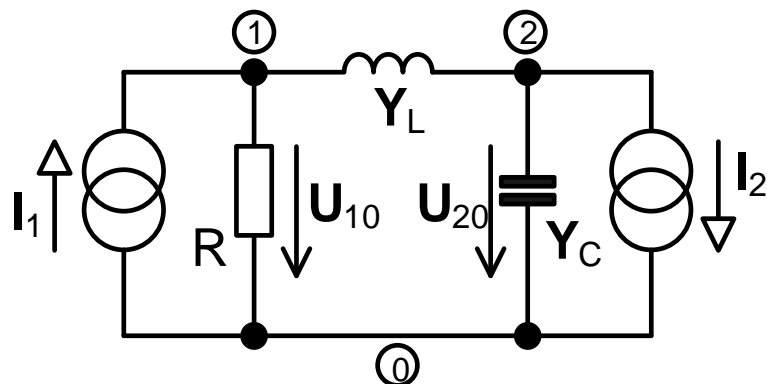
$$Y_{11}, Y_{22}, \dots, Y_{pp}$$

**hlavní diagonála** – součet admitancí připojených do uzlu 1, 2, ..., n

$$Y_{12}, Y_{21}, Y_{13}, \dots$$

**ostatní prvky matice** – záporně vzaté admitance, které přímo propojují jednotlivé uzly

### Příklad



$$Y_R = \frac{1}{R}$$

$$Y_L = \frac{1}{j\omega L}$$

$$Y_C = j\omega C$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} Y_R + Y_L & -Y_L \\ -Y_L & Y_L + Y_C \end{vmatrix}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} I_1 & -Y_L \\ -I_2 & Y_L + Y_C \end{vmatrix}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} Y_R + Y_L & I_1 \\ -Y_L & -I_2 \end{vmatrix}$$

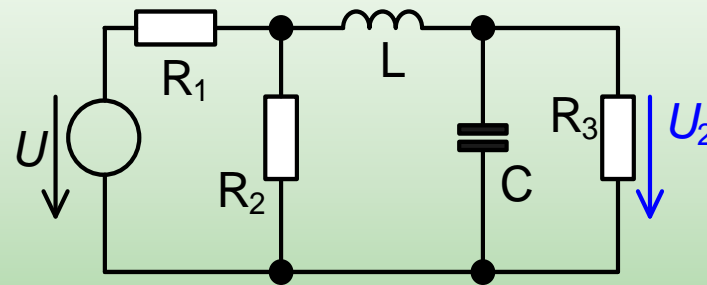
$$U_{10} = \frac{\Delta_1}{\Delta}$$

$$U_{20} = \frac{\Delta_2}{\Delta}$$

$$\begin{bmatrix} Y_R + Y_L & -Y_L \\ -Y_L & Y_L + Y_C \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

Metodou uzlových napětí vypočítejte fázor napětí  $\mathbf{U}_2$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu napětí  $u_2(t)$ .

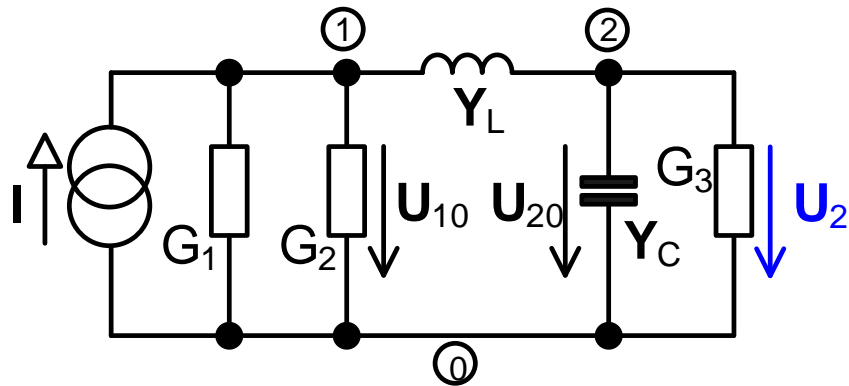
$$R_1 = 100 \, \Omega, R_2 = 150 \, \Omega, R_3 = 220 \, \Omega, L = 0,2 \, \text{H}, \\ C = 10 \, \mu\text{F}, U = 100 \, \text{V}, f = 50 \, \text{Hz}$$



Řešení :

$$\mathbf{U} = 100 \angle 0^\circ \, \text{V}$$

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{R_1} = 1 \angle 0^\circ \, \text{A}$$



$$\mathbf{U}_2 = \mathbf{U}_{20} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \underline{\underline{51,06 \angle -23,8^\circ \, \text{V}}}$$

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + \frac{1}{j\omega L} & -\frac{1}{j\omega L} \\ -\frac{1}{j\omega L} & G_3 + j\omega C + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1,667 \cdot 10^{-2} - j1,592 \cdot 10^{-2} & j1,592 \cdot 10^{-2} \\ j1,592 \cdot 10^{-2} & 4,546 \cdot 10^{-3} - j1,277 \cdot 10^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

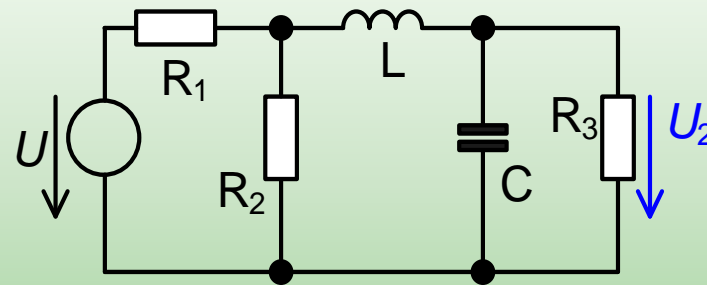
$$\Delta = \begin{vmatrix} 1,667 \cdot 10^{-2} - j1,592 \cdot 10^{-2} & j1,592 \cdot 10^{-2} \\ j1,592 \cdot 10^{-2} & 4,546 \cdot 10^{-3} - j1,277 \cdot 10^{-2} \end{vmatrix} = \underline{\underline{3,118 \cdot 10^{-4} \angle -66,2^\circ}}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1,6667 \cdot 10^{-2} - j1,5915 \cdot 10^{-2} & 1 \\ j1,5915 \cdot 10^{-2} & 0 \end{vmatrix} = \underline{\underline{1,592 \cdot 10^{-2} \angle -90^\circ}}$$



Metodou uzlových napětí vypočtete fázor napětí  $\mathbf{U}_2$ , napište výraz pro okamžitou hodnotu napětí  $u_2(t)$ .

$R_1 = 100 \, \Omega$ ,  $R_2 = 150 \, \Omega$ ,  $R_3 = 220 \, \Omega$ ,  $L = 0,2 \, \text{H}$ ,  
 $C = 10 \, \mu\text{F}$ ,  $U = 100 \, \text{V}$ ,  $f = 50 \, \text{Hz}$

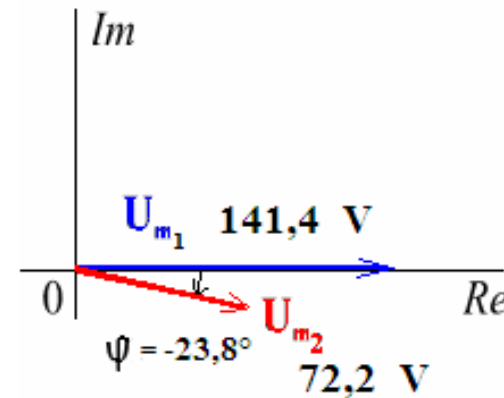
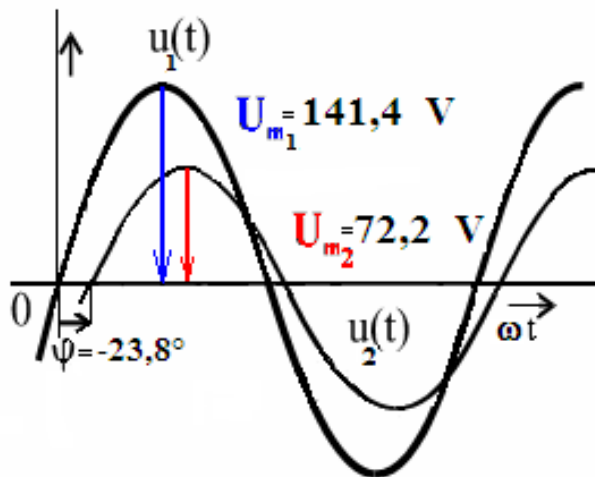


$$\underline{u_2(t)} = 72,21 \sin(\omega t - 23,8^\circ) \text{ V}$$

$$\underline{u(t)} = 141,4 \sin(\omega t) \text{ V}$$

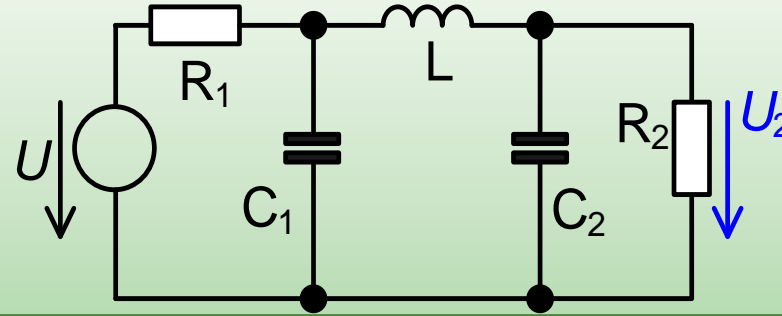
$$\mathbf{U}_{2m} = \sqrt{2} \mathbf{U}_2 = 72,21 \angle -23,8^\circ \text{ V}$$

$$\mathbf{U}_m = \sqrt{2} \mathbf{U} = 141,4 \angle 0^\circ \text{ V}$$

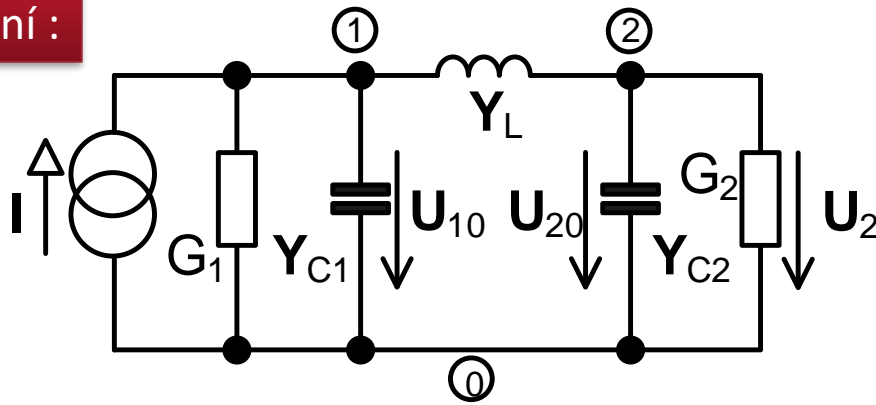


Metodou uzlových napětí vypočtete u uvedeného obvodu napětí  $\mathbf{U}_2$  a  $u_2(t)$ .

$$\mathbf{U} = 120 \angle 0^\circ \text{ V}, f = 100 \text{ Hz}, C_1 = C_2 = 50 \text{ } \mu\text{F}, \\ L = 0,25 \text{ H}, R_1 = 20 \text{ } \Omega, R_2 = 250 \text{ } \Omega$$



Řešení :



$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{R_1} = \underline{6 \angle 0^\circ \text{ A}}$$

$$\mathbf{U}_2 = \mathbf{U}_{20} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \underline{\underline{27,15 \angle 164^\circ \text{ V}}}$$

$$\underline{\underline{u_2(t) = 38,39 \sin(\omega t + 164^\circ) \text{ V}}}$$

$$\begin{bmatrix} G_1 + j\omega C_1 + \frac{1}{j\omega L} & -\frac{1}{j\omega L} \\ -\frac{1}{j\omega L} & G_2 + j\omega C_2 + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 5 \cdot 10^{-2} + j2,505 \cdot 10^{-2} & j6,366 \cdot 10^{-3} \\ j6,366 \cdot 10^{-3} & 4 \cdot 10^{-3} + j2,505 \cdot 10^{-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 0 \end{bmatrix}$$

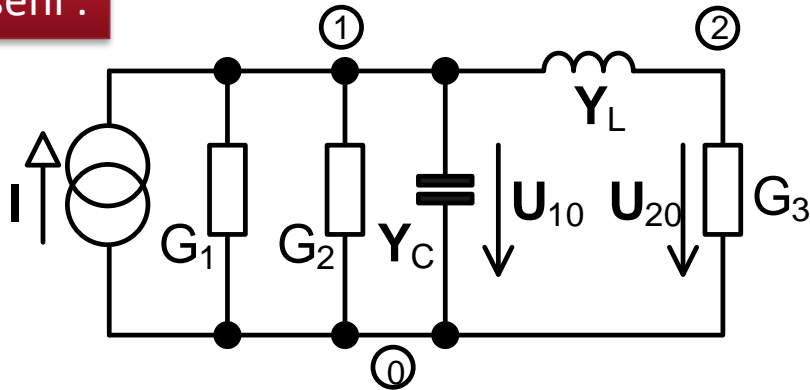
$$\Delta = \begin{vmatrix} 5 \cdot 10^{-2} + j2,505 \cdot 10^{-2} & j6,366 \cdot 10^{-3} \\ j6,366 \cdot 10^{-3} & 4 \cdot 10^{-3} + j2,505 \cdot 10^{-2} \end{vmatrix} = \underline{1,407 \cdot 10^{-3} \angle 106^\circ}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 \cdot 10^{-2} + j2,505 \cdot 10^{-2} & 6 \\ j6,366 \cdot 10^{-3} & 0 \end{vmatrix} = \underline{3,820 \cdot 10^{-2} \angle -90^\circ}$$

Metodou uzlových napětí vypočítejte fázory  $\mathbf{I}_1$  a  $\mathbf{U}_2$  ve složkovém i verzorovém tvaru, uveďte výrazy pro okamžité hodnoty  $i_1(t)$  a  $u_2(t)$ .

$$R_1 = 20 \, \Omega, R_2 = 100 \, \Omega, R_3 = 200 \, \Omega, L = 0,2 \, \text{H}, \\ C = 5 \, \mu\text{F}, \mathbf{U} = 10 \angle 0 \, \text{V}, f = 400 \, \text{Hz}$$

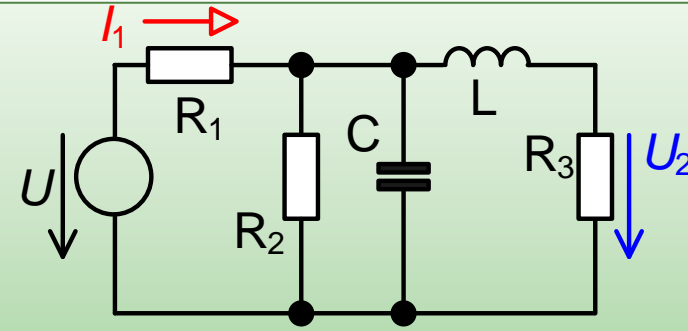
**Řešení :**



$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{R_1} = \underline{0,5 \angle 0 \, \text{A}}$$

$$\mathbf{U}_{10} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \underline{\underline{8,111 \angle -10,1^\circ \, \text{V}}}$$

$$\mathbf{U}_{20} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \underline{\underline{2,999 \angle -78,4^\circ \, \text{V}}}$$



$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C + \frac{1}{j\omega L} & -\frac{1}{j\omega L} \\ -\frac{1}{j\omega L} & G_3 + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{U} / R_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 6 \cdot 10^{-2} + j1,058 \cdot 10^{-2} & j1,989 \cdot 10^{-3} \\ j1,989 \cdot 10^{-3} & 5 \cdot 10^{-3} - j1,989 \cdot 10^{-3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{10} \\ \mathbf{U}_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

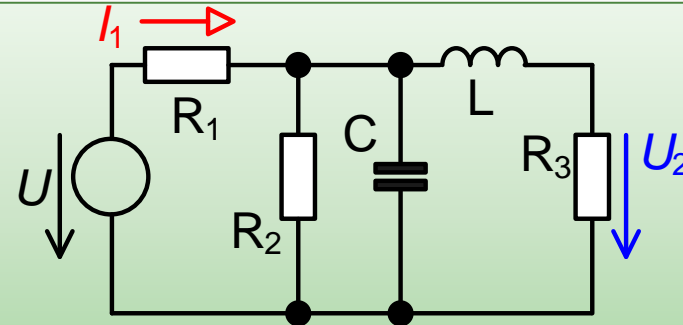
$$\Delta = \begin{vmatrix} 6 \cdot 10^{-2} + j1,058 \cdot 10^{-2} & j1,989 \cdot 10^{-3} \\ j1,989 \cdot 10^{-3} & 5 \cdot 10^{-3} - j1,989 \cdot 10^{-3} \end{vmatrix} = \underline{\underline{3,317 \cdot 10^{-4} \angle -11,6^\circ}}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0,5 & j1,989 \cdot 10^{-3} \\ 0 & 5 \cdot 10^{-3} - j1,989 \cdot 10^{-3} \end{vmatrix} = \underline{\underline{2,691 \cdot 10^{-3} \angle -21,7^\circ}}$$

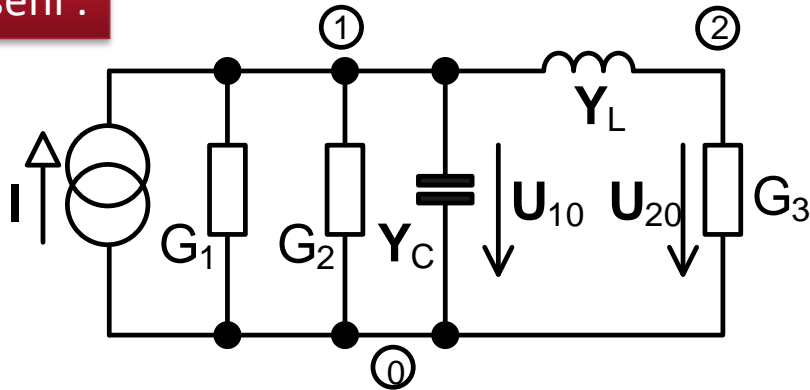
$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 6 \cdot 10^{-2} + j1,058 \cdot 10^{-2} & 0,5 \\ j1,989 \cdot 10^{-3} & 0 \end{vmatrix} = \underline{\underline{9,947 \cdot 10^{-4} \angle -90^\circ}}$$

Metodou uzlových napětí vypočítejte fázory  $\mathbf{I}_1$  a  $\mathbf{U}_2$  ve složkovém i verzorovém tvaru, uveďte výrazy pro okamžité hodnoty  $i_1(t)$  a  $u_2(t)$ .

$$R_1 = 20 \, \Omega, R_2 = 100 \, \Omega, R_3 = 200 \, \Omega, L = 0,2 \, \text{H}, \\ C = 5 \, \mu\text{F}, \mathbf{U} = 10 \angle 0^\circ \, \text{V}, f = 400 \, \text{Hz}$$



Řešení :



$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{R_1} = \underline{0,5 \angle 0^\circ \, \text{A}}$$

$$\mathbf{U}_{10} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \underline{8,111 \angle -10,1^\circ \, \text{V}}$$

$$\mathbf{U}_{20} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \underline{2,999 \angle -78,4^\circ \, \text{V}}$$

$$\mathbf{U}_2 = \mathbf{U}_{20} = \underline{2,999 \angle -78,4^\circ \, \text{V}} = \underline{(0,6009 - j2,938) \, \text{V}}$$

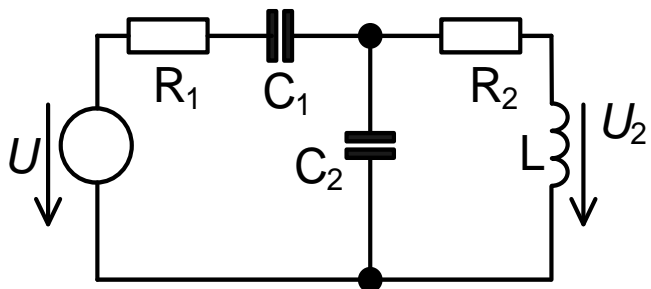
$$u_2(t) = \underline{4,241 \sin(\omega t - 78,4^\circ) \, \text{V}}$$

Proud  $\mathbf{I}_1$  je třeba určit z původního schématu!

$$\mathbf{I}_1 = \frac{\mathbf{U} - \mathbf{U}_{10}}{R_1} = \frac{10 - 8,111 \angle -10,1^\circ}{20} = \underline{123,3 \angle 35,22^\circ \, \text{mA}} = \underline{(100,7 + j71,12) \, \text{mA}}$$

$$i_1(t) = \underline{174,4 \sin(\omega t + 35,22^\circ) \, \text{mA}}$$

Metodou uzlových napětí vypočtete fázory napětí  $\mathbf{U}_2$  ve složkovém i exponenciálním tvaru, uveďte výraz pro okamžitou hodnotu napětí  $u_2(t)$ .



$$R_1 = 50 \, \Omega, R_2 = 100 \, \Omega, L = 0,2 \, \text{H},$$

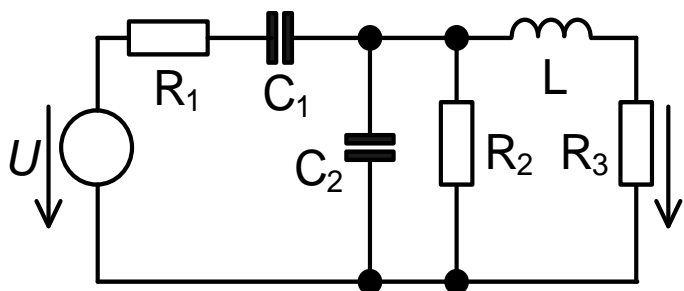
$$C_1 = 5 \, \mu\text{F}, C_2 = 10 \, \mu\text{F}, \mathbf{U} = 120 \angle 40^\circ \, \text{V}, f = 100 \, \text{Hz}$$

**Řešení :**

$$\mathbf{U}_2 = \underline{\underline{46,64 \angle 113,8^\circ \text{V}}} = \underline{\underline{(-18,82 + j42,67) \text{V}}}$$

$$u_2(t) = \underline{\underline{65,96 \sin(\omega t + 113,8^\circ) \text{V}}}$$

Metodou uzlových napětí vypočtete fázory napětí  $\mathbf{U}_2$  ve složkovém i exponenciálním tvaru, uveďte výraz pro okamžitou hodnotu napětí  $u_2(t)$ .



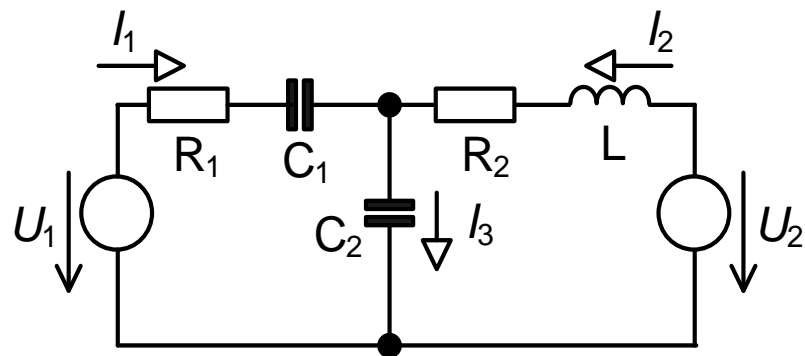
$$R_1 = 100 \, \Omega, R_2 = 200 \, \Omega, R_3 = 200 \, \Omega, L = 0,1 \, \text{H}, \\ C_1 = 10 \, \mu\text{F}, C_2 = 2 \, \mu\text{F}, \mathbf{U} = 15e^{j20^\circ} \, \text{V}, f = 1000 \, \text{Hz}$$

**Řešení :**

$$\mathbf{U}_2 = \underline{2,269 \angle -83,1^\circ \, \text{V}} = \underline{(0,2727 - j2,253) \, \text{V}}$$

$$u_2(t) = \underline{3,209 \sin(\omega t - 83,1^\circ) \, \text{V}}$$

Vypočítejte proudy ve větvích obvodu pomocí metody uzlových napětí.



$$U_1 = (40,7839 + j19,0178) \text{ V}$$

$$U_2 = (30 - j10) \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R_1 = 10 \, \Omega, R_2 = 20 \, \Omega$$

$$L = 1,5 \text{ H}$$

$$C_1 = 5 \, \mu\text{F}, C_2 = 3 \, \mu\text{F}$$

Řešení :

$$\underline{\underline{I_1 = (0,14558 + j0,1120) \text{ A}}}$$

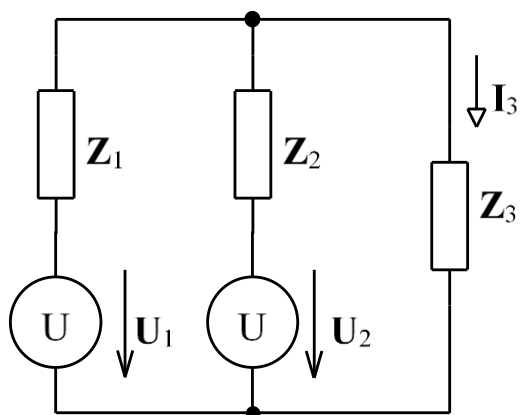
$$\underline{\underline{I_2 = (-0,2501 - j0,1421) \text{ A}}}$$

$$\underline{\underline{I_3 = (-0,1043 - j0,0301) \text{ A}}}$$

Vypočtete ze skript ELEKTROTECHNIKA 2 – počítačová cvičení:

- příklad 1.8.9
- příklad 1.9.4

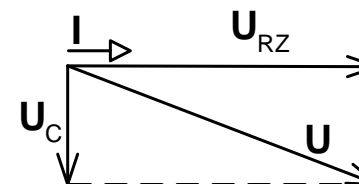
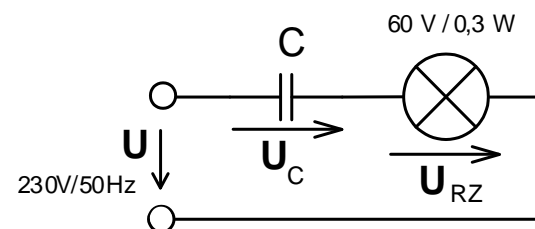
**Př. 1.8.9** Metodou uzlových napětí určete fázor proudu  $I_3$ .



$$U_1 = 100 \text{ V}, \quad U_2 = 100e^{-j30^\circ} \text{ V},$$

$$Z_1 = Z_2 = (50 + j30) \, \Omega, \quad Z_3 = 100 \, \Omega.$$

**Př. 1.9.4** Signální žárovka s parametry 60 V / 0,3 W má být napájena ze síťového napětí 230 V / 50 Hz. Určete potřebnou velikost kapacitoru zapojeného do série se žárovkou. Určete proud obvodem, odebíraný výkon a účinník tohoto dvojpolu. Pro zjednodušení považujeme žárovku za lineární rezistor. Srovnajte velikost proudu obvodem a výkon s obvodem, kde namísto kapacitoru bude jako srážecí prvek použit rezistor.





# Děkuji za pozornost



Technická 12, 616 00 Brno, Česká Republika

<http://www.utee.feec.vut.cz>