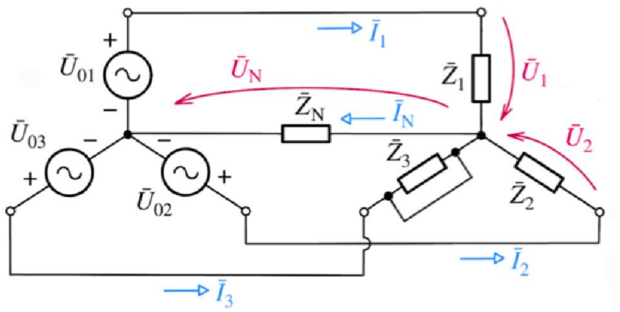
KEP/**TEL2** – *zápočtový test* **1**   *23. 3. 2026*   **1 A**

ŘEŠENÍ

Jméno a příjmení:..

1) V nesymetrickém třífázovém obvodu dojde k poruše, která spočívá ve zkratu ve třetí fázi spotřebiče. Zdroj je symetrický, efektivní hodnota napětí každé fáze zdroje je $U_0 = 350$ V. Vypočítejte napětí na fázích zátěže, proudy, které tečou síťovými vodiči, proud nulovým vodičem a činný výkon zátěže. [6]



$\bar{Z}_1 = 90 \angle 40^\circ\ \Omega$

$\bar{Z}_2 = 260 \angle -45^\circ\ \Omega$

$\bar{Z}_3 = 335 \angle 10^\circ\ \Omega$

$\bar{Z}_N = 15 \angle 0^\circ\ \Omega$

$U_0 = 350$ V

$\bar{U}_N = 350\angle 120^\circ$ V

$\bar{U}_1 = 606{,}2\angle -30^\circ$ V

$\bar{U}_2 = 606{,}2\angle -90^\circ$ V

$\bar{U}_3 = 0$ V

$\bar{I}_1 = 6{,}736\angle -70^\circ$ A

$\bar{I}_2 = 2{,}332\angle -45^\circ$ A

$\bar{I}_3 = 32{,}225\angle 119^\circ$ A

$\bar{I}_N = 23{,}333\angle 120^\circ$ A

$P = 4128$ W

$$\bar{U}_N = \bar{U}_{03} = 350\angle 120^\circ \text{ V}$$

$$\bar{U}_1 = \bar{U}_{01} - \bar{U}_N = 350\angle 0^\circ - 350\angle 120^\circ = 606{,}2\angle -30^\circ \text{ V}$$

$$\bar{U}_2 = \bar{U}_{02} - \bar{U}_N = 350\angle -120^\circ - 350\angle 120^\circ = 606{,}2\angle -90^\circ \text{ V}$$

$$\bar{U}_3 = 0 \text{ V}$$ zkrat

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_1}{\bar{Z}_1} = \frac{606{,}2\angle -30^\circ}{90\angle 40^\circ} = 6{,}736\angle -70^\circ \text{ A}$$

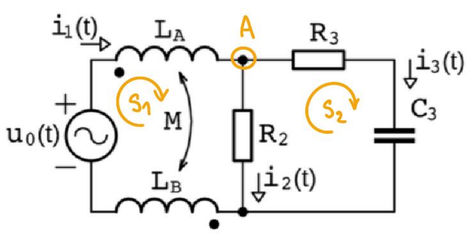
$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{U}_2}{\bar{Z}_N} = \frac{606{,}2\angle -90^\circ}{260\angle -45^\circ} = 2{,}332\angle -45^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_N = \frac{\bar{U}_N}{\bar{Z}_N} = \frac{350\angle 120^\circ}{15\angle 0^\circ} = 23{,}333\angle 120^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_N - \bar{I}_1 - \bar{I}_2 = 23{,}333\angle 120^\circ - 6{,}736\angle -70^\circ - 2{,}332\angle -45^\circ = 32{,}225\angle 119^\circ \text{ A}$$

$$P = P_1 + P_2 = U_1 I_1 \cos(\varphi_1) + U_2 I_2 \cos(\varphi_2) = 606{,}2 \cdot 6{,}736 \cdot \cos(40^\circ) + 606{,}2 \cdot 2{,}332 \cdot \cos(-45^\circ) =$$
$$= 4128 \text{ W}$$

2) Uvedený harmonický elektrický obvod popište pomocí Kirchhoffových zákonů v časové oblasti. [3]



$$u_{LA} = L_A \frac{di_1}{dt} + M\frac{di_1}{dt}$$

$$u_{LB} = L_B \frac{di_1}{dt} + M\frac{di_1}{dt}$$

$$u_{C3} = \frac{1}{C_3}\int_0^t i_3(\tau)\,d\tau + u_{C3}(0)$$

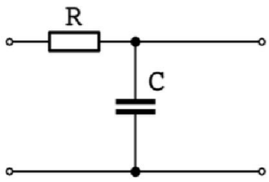
rovnici lze upravit vytknutím $\frac{di_1}{dt}$

A: $\quad i_1 - i_2 - i_3 = 0$

S_1: $\quad u_{LA} + u_{R2} + u_{LB} - u_0 = 0 \quad \Rightarrow \quad L_A\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_1}{dt} + R_2 i_2 + L_B\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_1}{dt} - u_0 = 0$

S_2: $\quad u_{R3} + u_C - u_{R2} = 0 \quad \Rightarrow \quad R_3 i_3 + \frac{1}{C_3}\int_0^t i_3(\tau)\,d\tau + u_{C3}(0) - R_2 i_2 = 0$

3) K dvojbranu na obrázku vyčíslete charakteristickou matici $\bar{\mathbf{Y}}$. Úlohu lze řešit více způsoby. [4]



$R = 4\ \Omega$
$C = 1{,}25$ mF
$\omega = 1000$ rad . s^{-1}

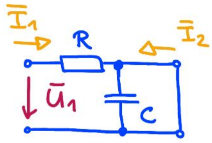
admitanční rovnice:

$\bar{I}_1 = \bar{y}_{11}\bar{U}_1 + \bar{y}_{12}\bar{U}_2$

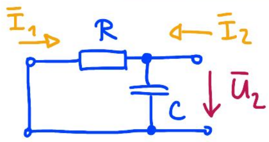
$\bar{I}_2 = \bar{y}_{21}\bar{U}_1 + \bar{y}_{22}\bar{U}_2$

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} 0{,}25 & -0{,}25 \\ -0{,}25 & 0{,}25+j1{,}25 \end{bmatrix}$$

Výstup nakrátko: $\bar{U}_2 = 0$



Vstup nakrátko:



$\bar{y}_{11} = \dfrac{\bar{I}_1}{\bar{U}_1} = \dfrac{\bar{I}_1}{R\bar{I}_1} = \dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{4} = 0{,}25$ S

$\bar{y}_{12} = \dfrac{\bar{I}_1}{\bar{U}_2} = \dfrac{\bar{I}_1}{-\bar{I}_1 R} = -\dfrac{1}{R} = -\dfrac{1}{4} = -0{,}25$ S

$y_{21} = \dfrac{\bar{I}_2}{\bar{U}_1} = \dfrac{\bar{I}_2}{-R\bar{I}_2} = -\dfrac{1}{R} = -\dfrac{1}{4} = -0{,}25$ S

$\bar{y}_{22} = \dfrac{\bar{I}_2}{\bar{U}_2} = \bar{Y}_R + \bar{Y}_C = \dfrac{1}{R} + j\omega C = \cdots = 0{,}25 + j1{,}25$ S

4) Vypočítejte výstupní vlnovou impedanci ohmického dvojbranu, který je popsán maticí **A**. [3]

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 20 \\ 0{,}04 & 1{,}8 \end{bmatrix}$$

$U_1 = a_{11}U_2 + a_{12}(-I_2)$

$I_1 = a_{21}U_2 + a_{22}(-I_2)$

$Z_{02} = 30\ \Omega$

- $Z_{20} = \dfrac{U_2}{I_2}\Big|_{I_1=0}$

$0 = a_{21}U_2 + a_{22}(-I_2)$

$a_{22}I_2 = a_{21}U_2$

$Z_{20} = \dfrac{U_2}{I_2} = \dfrac{a_{22}}{a_{21}} = \dfrac{1{,}8}{0{,}04} = 45\ \Omega$

- $Z_{2k} = \dfrac{U_2}{I_2}\Big|_{U_1=0}$

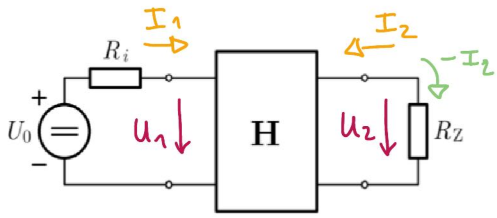
$0 = a_{11}U_2 + a_{12}(-I_2)$

$a_{12}I_2 = a_{11}U_2$

$Z_{2k} = \dfrac{U_2}{I_2} = \dfrac{a_{12}}{a_{11}} = \dfrac{20}{1} = 20\ \Omega$

- $Z_{02} = \sqrt{Z_{20}\cdot Z_{2k}} = \sqrt{45\cdot 20} = 30\ \Omega$

5) Uvažujme ohmický dvojbran popsaný maticí **H**. K dvojbranu připojen reálný zdroj napětí U_0 s vnitřním odporem R_i. Dvojbran je na výstupních svorkách zatížen odporem R_Z. Vypočítejte vstupní impedanci Z_1 dvojbranu a napětí U_1, které má na vstupních svorkách. [4]



$U_0 = 24$ V
$R_i = 8\ \Omega$
$R_Z = 10\ \Omega \Rightarrow G_Z = 0{,}1$ S

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 21 & 0{,}6 \\ -0{,}6 & 0{,}02 \end{bmatrix}$$

$Z_1 = 24\ \Omega$
$U_1 = 18$ V

$U_1 = h_{11}I_1 + h_{12}U_2$

$I_2 = h_{21}I_1 + h_{22}U_2$

$I_2 = -G_Z \cdot U_2$

Úpravy 2. hybridní rovnice:

$-G_Z\cdot U_2 = h_{21}I_1 + h_{22}U_2$

$-G_Z\cdot U_2 - h_{22}U_2 = h_{21}I_1$

$-U_2(G_Z + h_{22}) = h_{21}I_1$

$U_2 = -\dfrac{h_{21}}{G_Z + h_{22}} I_1 = -\dfrac{-0{,}6}{0{,}1+0{,}02} = 5 I_1$

Dosazení do 1. hybridní rovnice:

$U_1 = 21 I_1 + 0{,}6\cdot 5 I_1 = 24 I_1$

$Z_1 = \dfrac{U_1}{I_1} = 24\ \Omega$

$U_1 = U_0 \cdot \dfrac{Z_1}{R_i + Z_1} = 24\cdot\dfrac{24}{8+24} = 18$ V