

Домашнее задание №3

«Трёхфазные электрические цепи»

Задание № 1

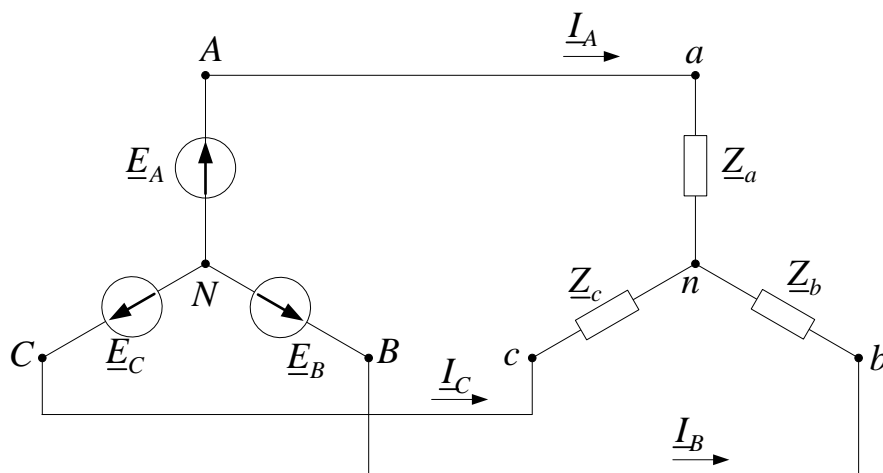
В трехфазной электрической цепи к симметричному трехфазному генератору с линейным напряжением $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$ подключен несимметричный приемник.

Сопротивления фаз приемника:

$$\underline{Z}_A = (35 + j70) \text{ Ом}, \underline{Z}_B = 36 \text{ Ом}, \underline{Z}_C = (35 + j70) \text{ Ом}.$$

Определить:

- напряжение смещения нейтрали,
- фазные и линейные напряжения на нагрузке,
- все токи в схеме,
- активную мощность, потребляемую нагрузкой,
- построить векторную диаграмму напряжений и токов.



Решение.

1. Фазные ЭДС.

$$E_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В},$$

полагаем, что вектор \underline{E}_A направлен вдоль действительной оси, тогда

$$\underline{E}_A = E_{\phi} \cdot e^{j0^\circ} = 220 \text{ В},$$

$$\underline{E}_B = E_{\phi} \cdot e^{-j120^\circ} = 220e^{-j120^\circ} = (-110 - j190,53) \text{ В},$$

$$\underline{E}_C = E_\phi \cdot e^{j120^\circ} = 220e^{j120^\circ} = (-110 + j190,53) \text{ В.}$$

2. Напряжение смещения нейтрали.

$$\begin{aligned} \underline{U}_{nN} &= \frac{\underline{E}_A \underline{Y}_A + \underline{E}_B \underline{Y}_B + \underline{E}_C \underline{Y}_C}{\underline{Y}_A + \underline{Y}_B + \underline{Y}_C} = \frac{\frac{\underline{E}_A}{\underline{Z}_a} + \frac{\underline{E}_B}{\underline{Z}_b} + \frac{\underline{E}_C}{\underline{Z}_c}}{\frac{1}{\underline{Z}_a} + \frac{1}{\underline{Z}_b} + \frac{1}{\underline{Z}_c}} = \\ &= \frac{\frac{220}{35 + j70} + \frac{220e^{-j120^\circ}}{36} + \frac{220e^{j120^\circ}}{35 + j70}}{\frac{1}{35 + j70} + \frac{1}{36} + \frac{1}{35 + j70}} = 120,45e^{-j62,4^\circ} = (55,85 - j106,72) \text{ В.} \end{aligned}$$

3. Фазные напряжения на нагрузке.

$$\begin{aligned} \underline{U}_{an} &= \underline{E}_A - \underline{U}_{nN} = 220 - (55,85 - j106,72) = 164,15 + j106,72 = 195,79e^{j33^\circ} \text{ В,} \\ \underline{U}_{bn} &= \underline{E}_B - \underline{U}_{nN} = (-110 - j190,53) - (55,85 - j106,72) = -165,85 - j83,81 = \\ &= 185,82e^{-j153,2^\circ} \text{ В,} \\ \underline{U}_{cn} &= \underline{E}_C - \underline{U}_{nN} = (-110 + j190,53) - (55,85 - j106,72) = -165,85 + j297,25 = \\ &= 340,39e^{j119,2^\circ} \text{ В.} \end{aligned}$$

4. Линейные напряжения на нагрузке.

$$\begin{aligned} \underline{U}_{ab} &= \underline{U}_{an} - \underline{U}_{bn} = (164,15 + j106,72) - (-165,85 - j83,81) = 330 + j190,53 \approx \\ &= 380e^{j30^\circ} \text{ В,} \\ \underline{U}_{bc} &= \underline{U}_{bn} - \underline{U}_{cn} = (-165,85 - j83,81) - (-165,85 + j297,25) = -j381,06 \approx \\ &= 380e^{-j90^\circ} \text{ В,} \\ \underline{U}_{ca} &= \underline{U}_{cn} - \underline{U}_{an} = (-165,85 + j297,25) - (164,15 + j106,72) = -330 + j190,53 \approx \\ &= 380e^{j150^\circ} \text{ В.} \end{aligned}$$

5. Линейные токи.

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{\dot{U}_{an}}{\underline{Z}_a} = \frac{195,79e^{j33^\circ}}{35 + j70} = 2,502e^{-j30,4^\circ} = (2,158 - j1,266) \text{ А,} \\ \dot{I}_B &= \frac{\dot{U}_{bn}}{\underline{Z}_b} = \frac{185,82e^{-j153,2^\circ}}{36} = 5,162e^{-j153,2^\circ} = (-4,607 - j2,328) \text{ А,} \\ \dot{I}_C &= \frac{\dot{U}_{cn}}{\underline{Z}_c} = \frac{340,39e^{j119,2^\circ}}{35 + j70} = 4,349e^{j55,7^\circ} = (2,449 + j3,594) \text{ А.} \end{aligned}$$

6. Активная мощность, потребляемая нагрузкой.

$$P_{\text{потр}} = I_A^2 R_a + I_B^2 R_b + I_C^2 R_c, \text{ где } R_a, R_b, R_c - \text{активные сопротивления фаз.}$$

$$P_{\text{потр}} = 2,502^2 \cdot 35 + 5,162^2 \cdot 36 + 4,349^2 \cdot 35 = 1840,3 \text{ Вт.}$$

7. Векторная диаграмма напряжений и токов.

