

Задача 9

Расчет трехфазной четырехпроводной цепи, соединенной звездой

Исходные данные:

$$R_1 = 3 \text{ Ом} \quad R_2 = 4 \text{ Ом} \quad R_3 = 5 \text{ Ом}$$

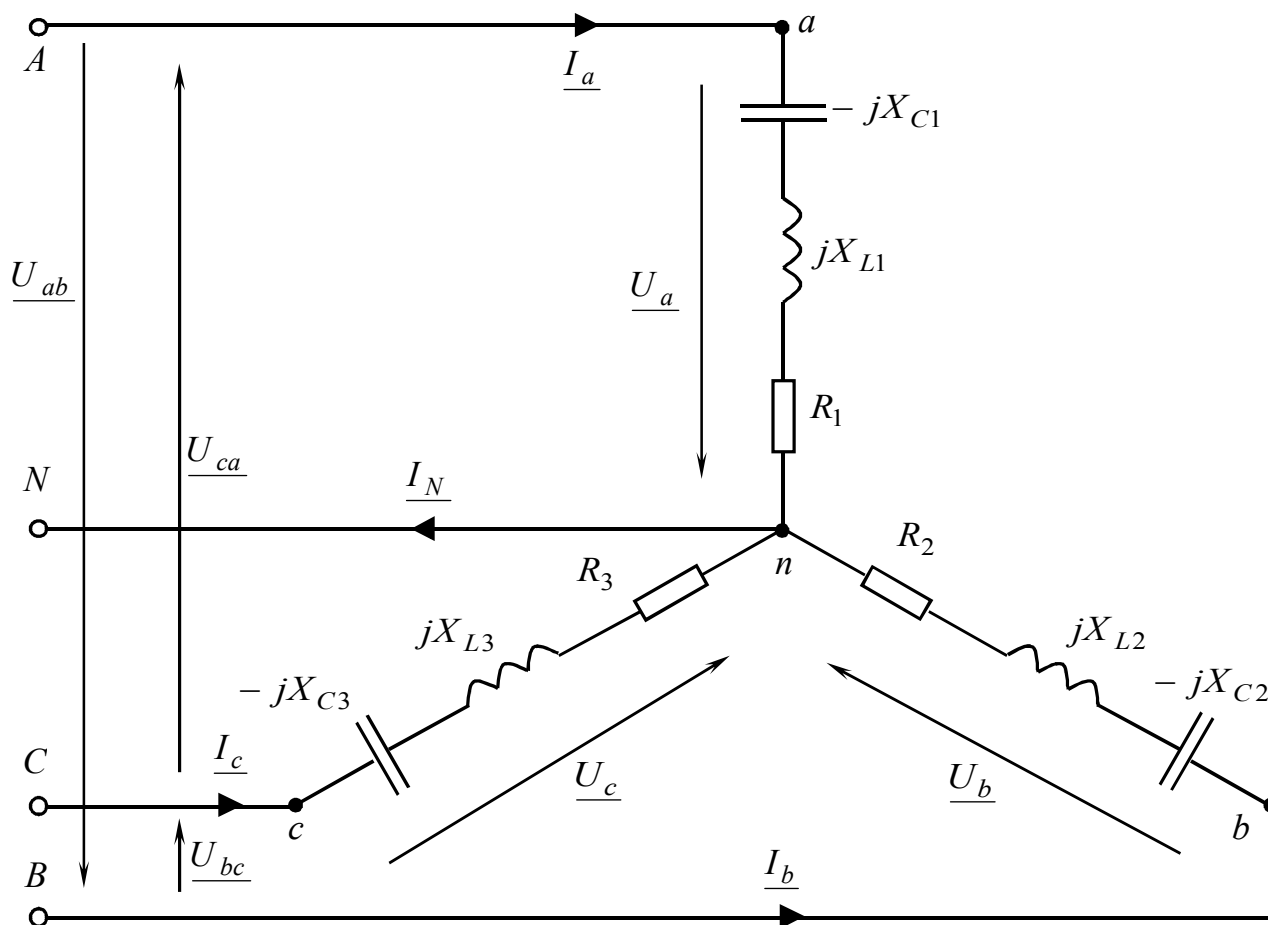
$$X_{L1} = 8 \text{ Ом} \quad X_{L2} = 3 \text{ Ом} \quad X_{L3} = 18 \text{ Ом}$$

$$X_{C1} = 4 \text{ Ом} \quad X_{C2} = 4 \text{ Ом} \quad X_{C3} = 6 \text{ Ом}$$

$$U_{\text{л}} = 660 \text{ В}$$

Решение:

1. Составляем подлежащую расчету схему цепи с учетом исходных данных:



2. Определяем действующее значение фазного напряжения приемника:

$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{660}{\sqrt{3}} = 381 \text{ В}$$

3. Комплексные значения фазных напряжений при прямой последовательности фаз:

$$\underline{U}_a = 381 \cdot j \cdot 0^\circ = 381 \cdot \cos 0^\circ + j \cdot 381 \cdot \sin 0^\circ = 381 \text{ В}$$

$$\underline{U}_b = 381 \cdot -j \cdot 120^\circ = 381 \cdot \cos(-120^\circ) + j \cdot 381 \cdot \sin(-120^\circ) = -190,5 - j \cdot 330 \text{ В}$$

$$\underline{U}_c = 381 \cdot +j \cdot 120^\circ = 381 \cdot \cos 120^\circ + j \cdot 381 \cdot \sin 120^\circ = -190,5 + j \cdot 330 \text{ В}$$

4. Комплексные сопротивления фаз приемника:

$$\underline{z}_a = R_1 + j \cdot (X_{L1} - X_{C1}) = 3 + j \cdot (8 - 4) = 3 + j \cdot 4 \text{ Ом}$$

$$\underline{z_b} = R_2 + j \cdot (X_{L2} - X_{C2}) = 4 + j \cdot (3 - 4) = 4 - j \cdot 1 \text{ Ом}$$

$$\underline{z_c} = R_3 + j \cdot (X_{L3} - X_{C3}) = 5 + j \cdot (18 - 6) = 5 + j \cdot 12 \text{ Ом}$$

5. Комплексные значения линейных токов:

$$\underline{I_a} = \frac{\underline{U_a}}{\underline{z_a}} = \frac{381}{3 + j \cdot 4} = \frac{381 (3 - j \cdot 4)}{3^2 + 4^2} = \frac{1143 - j \cdot 1524}{25}$$

$$\underline{I_a} = 45,72 - j \cdot 60,96$$

$$\underline{I_b} = \frac{\underline{U_b}}{\underline{z_b}} = \frac{-190,5 - j \cdot 330}{4 - j \cdot 1} = \frac{(-190,5 - j \cdot 330)(4 + j \cdot 1)}{4^2 + 1^2} = \frac{-432 - j \cdot 1510}{17}$$

$$\underline{I_b} = -25,41 - j \cdot 88,85 \text{ А}$$

$$\underline{I_c} = \frac{\underline{U_c}}{\underline{z_c}} = \frac{-190,5 + j \cdot 330}{5 + j \cdot 12} = \frac{(-190,5 + j \cdot 330)(5 - j \cdot 12)}{5^2 + 12^2} = \frac{3008 + j \cdot 3936}{169}$$

$$\underline{I_c} = 17,8 + j \cdot 23,29 \text{ А}$$

6. Комплексное значение линейного тока в нейтральном проводе:

$$\underline{I_N} = \underline{I_a} + \underline{I_b} + \underline{I_c} = 45,72 - j \cdot 60,96 - 25,41 - j \cdot 88,85 + 17,8 + j \cdot 23,29$$

$$\underline{I_N} = 38,11 - j \cdot 126,5 \text{ А}$$

7. Действующие значения линейных токов:

$$I_a = \sqrt{45,72^2 + 60,96^2} = 76,2 \text{ А}$$

$$I_b = \sqrt{25,41^2 + 88,85^2} = 92,41 \text{ А}$$

$$I_c = \sqrt{17,8^2 + 23,29^2} = 29,31 \text{ А}$$

$$I_N = \sqrt{38,11^2 + 126,5^2} = 132,1 \text{ А}$$

9. Углы сдвига фаз между фазными напряжениями и токами:

$$\psi_{I_a} = \arctg\left(\frac{X_{L1} - X_{C1}}{R_1}\right) = \left(\frac{8 - 4}{3}\right) = 53,1^\circ$$

$$\psi_{I_b} = \arctg\left(\frac{X_{L2} - X_{C2}}{R_2}\right) = \left(\frac{3 - 4}{4}\right) = -14^\circ$$

$$\psi_{I_c} = \arctg\left(\frac{X_{L3} - X_{C3}}{R_3}\right) = \left(\frac{18 - 6}{5}\right) = 67,4^\circ$$

10. Комплексные мощности фаз и все цепи:

$$\underline{S_a} = \underline{U_a} \cdot \underline{I_a}^* = 381 \cdot (45,72 + j \cdot 60,96) = 17419,3 + j \cdot 23225,8 \text{ В}\cdot\text{А}$$

$$\underline{S_b} = \underline{U_b} \cdot \underline{I_b}^* = (-190,5 - j \cdot 330) \cdot (-25,41 + j \cdot 88,85)$$

$$\underline{S_b} = 34161,1 - j \cdot 8540,63 \text{ В}\cdot\text{А}$$

$$\underline{S_c} = \underline{U_c} \cdot \underline{I_c}^* = (-190,5 + j \cdot 330) \cdot (17,8 - j \cdot 23,29)$$

$$\underline{S_c} = 4294,8 + j \cdot 10310,7 \text{ В}\cdot\text{А}$$

$$\underline{S} = \underline{S_a} + \underline{S_b} + \underline{S_c} = 17419,3 + j \cdot 23225,8 + 34161,1 - j \cdot 8540,63 + 4294,8 + j \cdot 10310,7 = 55875,2 + j \cdot 24995,9 \text{ В}\cdot\text{А}$$

11. Строим векторную диаграмму напряжений и токов:

$$m_U = 60 \text{ В/см}$$

$$m_I = 5 \text{ А/см}$$

