

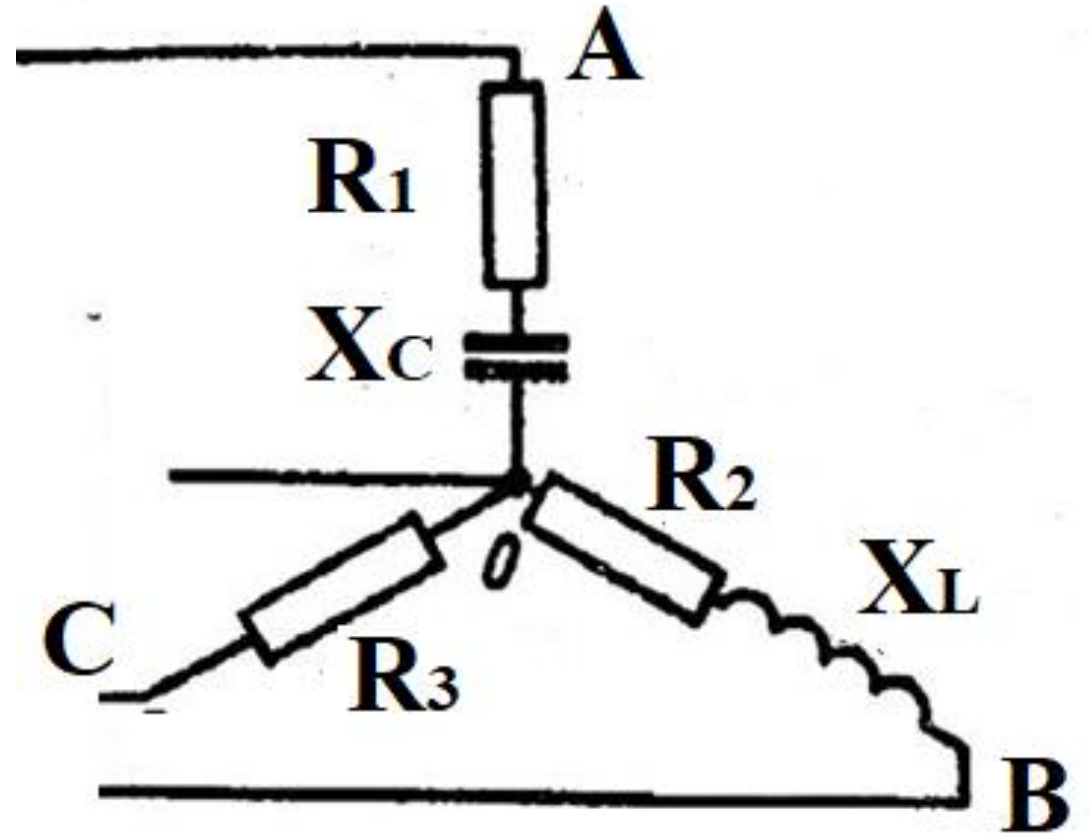
# Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей

---

# Пример 1

В каждую фазу трехфазной четырехпроводной сети включили сопротивления так, как показано на рисунке.  $R_1=6 \text{ Ом}$ ,  $X_C=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=16 \text{ Ом}$ ,  $X_L=12 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ . Линейное напряжение сети  $U_{\text{л}}=380\text{В}$ .

Определить: линейные токи, углы сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности трех фаз.



Дано:

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 16 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ом}$$

$$X_C = 8 \text{ Ом}$$

$$X_L = 12 \text{ Ом}$$

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$$

Найти:

$$I_A, I_B, I_C,$$

$$\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$$

$$P, Q, S$$

Решение:

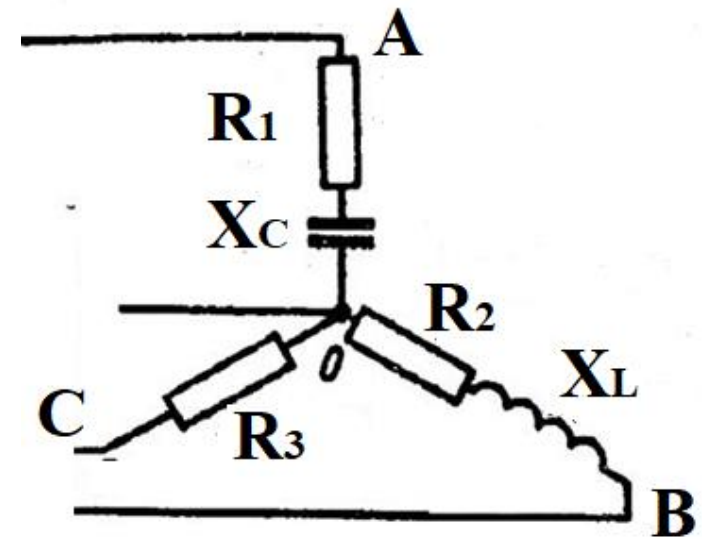
1. Полные сопротивления фаз:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_A = \sqrt{R_1^2 + X_C^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_B = \sqrt{R_2^2 + X_L^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \text{ Ом}$$

$$Z_C = R_3 = 10 \text{ Ом}$$



2. Токи фаз А, В, С:

$$I_{\phi} = I_{л} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}}$$

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

$$I_A = \frac{U_{\phi}}{Z_A} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

$$I_B = \frac{U_{\phi}}{Z_B} = \frac{220}{20} = 11 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{U_{\phi}}{Z_C} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

### 3. Углы сдвига фаз:

$$\cos \varphi_{\phi} = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}; \quad \varphi_{\phi} = \operatorname{acos}\left(\frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}\right)$$

$$\cos \varphi_A = \frac{R_1}{Z_A} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\varphi_A = \operatorname{acos}0,6 = 53^{\circ}$$

$$\cos \varphi_B = \frac{R_2}{Z_B} = \frac{16}{20} = 0,8$$

$$\varphi_B = \operatorname{acos}0,8 = 37^{\circ}$$

$$\cos \varphi_C = \frac{R_3}{Z_C} = \frac{10}{10} = 1$$

$$\varphi_C = \operatorname{acos}1 = 0^{\circ}$$

#### 4. Мощности

$$\begin{aligned} P &= I_A U_A \cos \varphi_A + I_B U_B \cos \varphi_B + I_C U_C \cos \varphi_C = \\ &= 22 \cdot 220 \cdot 0,6 + 11 \cdot 220 \cdot 0,8 + 22 \cdot 220 \cdot 1 = 9680 \text{ Вт} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= I_A U_A \sin \varphi_A + I_B U_B \sin \varphi_B + I_C U_C \sin \varphi_C = \\ &= 22 \cdot 220 \cdot 0,8 + 11 \cdot 220 \cdot 0,6 + 22 \cdot 220 \cdot 0 = 5324 \text{ ВАр} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{9680^2 + 5324^2} = 11048 \text{ ВА}$$

Ответ:

$$I_A = 22 \text{ A}, I_B = 11 \text{ A}, I_C = 22 \text{ A},$$

$$\varphi_A = 53^\circ, \varphi_B = 37^\circ, \varphi_C = 0^\circ$$

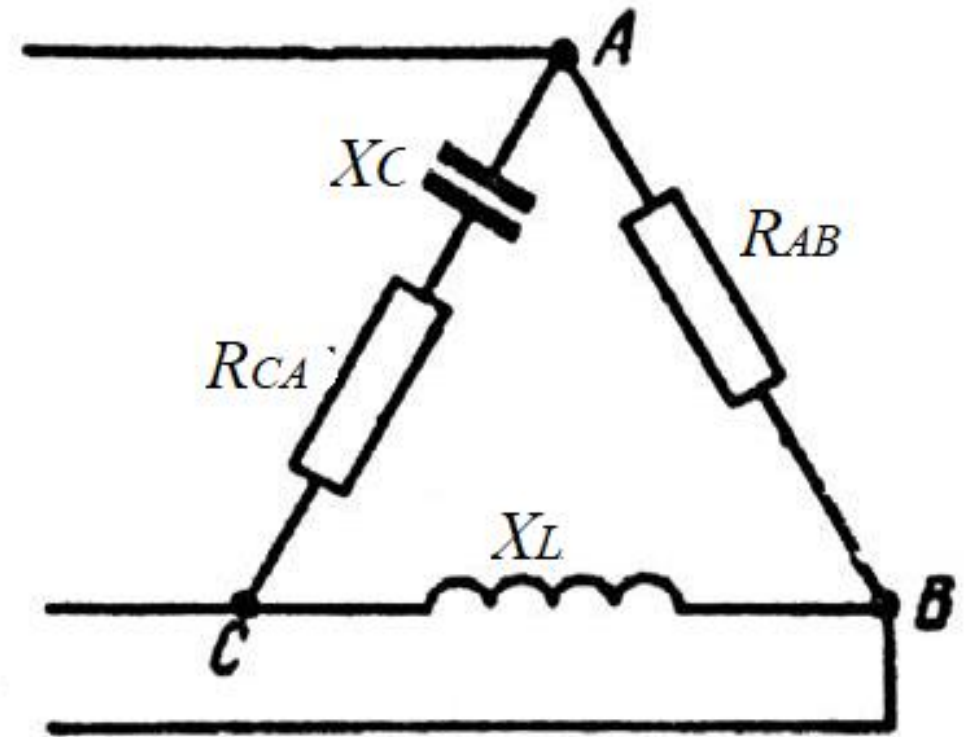
$$P = 9,68 \text{ кВт}, Q = 5,324 \text{ кВАр}, S = 11,048 \text{ ВА}$$

## Пример 2

В каждую фазу трехфазной сети включили сопротивления так, как показано на рисунке.

$R_{AB}=10 \text{ Ом}$ ,  $X_L=10 \text{ Ом}$ ,  $R_{CA}=3 \text{ Ом}$ ,  $X_C=4 \text{ Ом}$   
Линейное напряжение сети  $U_{л} = 220 \text{ В}$ .

Определить фазные токи, углы сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности трех фаз.





Дано:

$$R_{AB} = 10 \text{ Ом}$$

$$X_L = 10 \text{ Ом}$$

$$R_{CA} = 3 \text{ Ом}$$

$$X_C = 4 \text{ Ом}$$

$$U_{л} = 220 \text{ В}$$

Найти:

$$I_{AB}, I_{BC}, I_{CA},$$

$$\varphi_{AB}, \varphi_{BC}, \varphi_{CA}$$

$$P, Q, S$$

Решение:

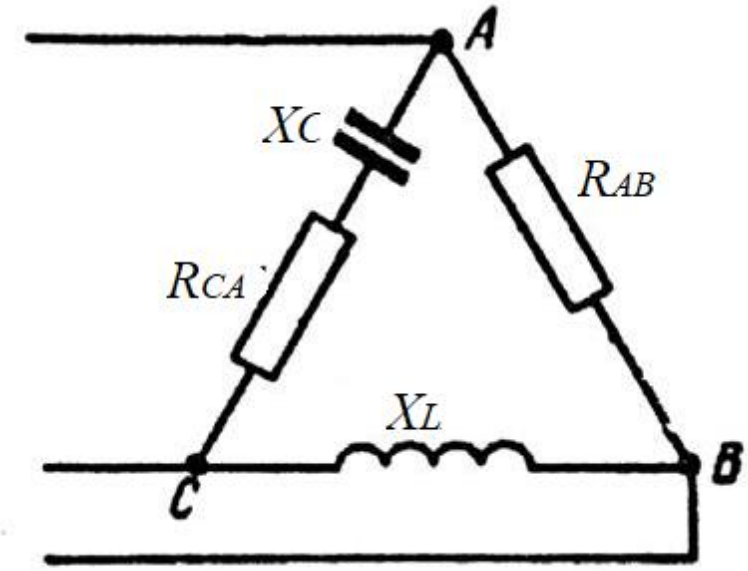
1. Полные сопротивления фаз:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_{AB} = R_{AB} = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_{BC} = X_L = 10 \text{ Ом}$$

$$Z_{CA} = \sqrt{R_{CA}^2 + X_C^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ Ом}$$



## 2. Фазные токи:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}};$$

$$U_{\phi} = U_{\text{л}} = 220 \text{ В}$$

$$I_{AB} = \frac{U_{\phi}}{Z_{AB}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{\phi}}{Z_{BC}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А}$$

$$I_{CA} = \frac{U_{\phi}}{Z_{CA}} = \frac{220}{5} = 44 \text{ А}$$

### 3. Углы сдвига фаз:

$$\cos \varphi_{\phi} = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}; \quad \varphi_{\phi} = \operatorname{acos}\left(\frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}\right)$$

$$\cos \varphi_{AB} = \frac{R_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{10}{10} = 1$$

$$\varphi_{AB} = \operatorname{acos}1 = 0^{\circ}$$

$$\cos \varphi_{BC} = \frac{R_{BC}}{Z_{BC}} = \frac{0}{10} = 0$$

$$\varphi_B = \operatorname{acos}0 = 90^{\circ}$$

$$\cos \varphi_{CA} = \frac{R_{CA}}{Z_{CA}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\varphi_C = \operatorname{acos}0,6 = 53^{\circ}$$

#### 4. Мощности

$$\begin{aligned} P &= I_{AB} U_{AB} \cos \varphi_{AB} + I_{BC} U_{BC} \cos \varphi_{BC} + I_{CA} U_{CA} \cos \varphi_{CA} = \\ &= 22 \cdot 220 \cdot 1 + 22 \cdot 220 \cdot 0 + 44 \cdot 220 \cdot 0,6 = 10648 \text{ Вт} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= I_{AB} U_{AB} \sin \varphi_{AB} + I_{BC} U_{BC} \sin \varphi_{BC} + I_{CA} U_{CA} \sin \varphi_{CA} = \\ &= 22 \cdot 220 \cdot 0 + 22 \cdot 220 \cdot 1 + 22 \cdot 220 \cdot 0,8 = 8712 \text{ ВАр} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{10648^2 + 8712^2} = 13758 \text{ ВА}$$

Ответ:

$$I_{AB} = 22 \text{ A}, I_{BC} = 22 \text{ A}, I_{CA} = 44 \text{ A},$$

$$\varphi_{AB} = 0^\circ, \varphi_{BC} = 90^\circ, \varphi_{CA} = 53^\circ$$

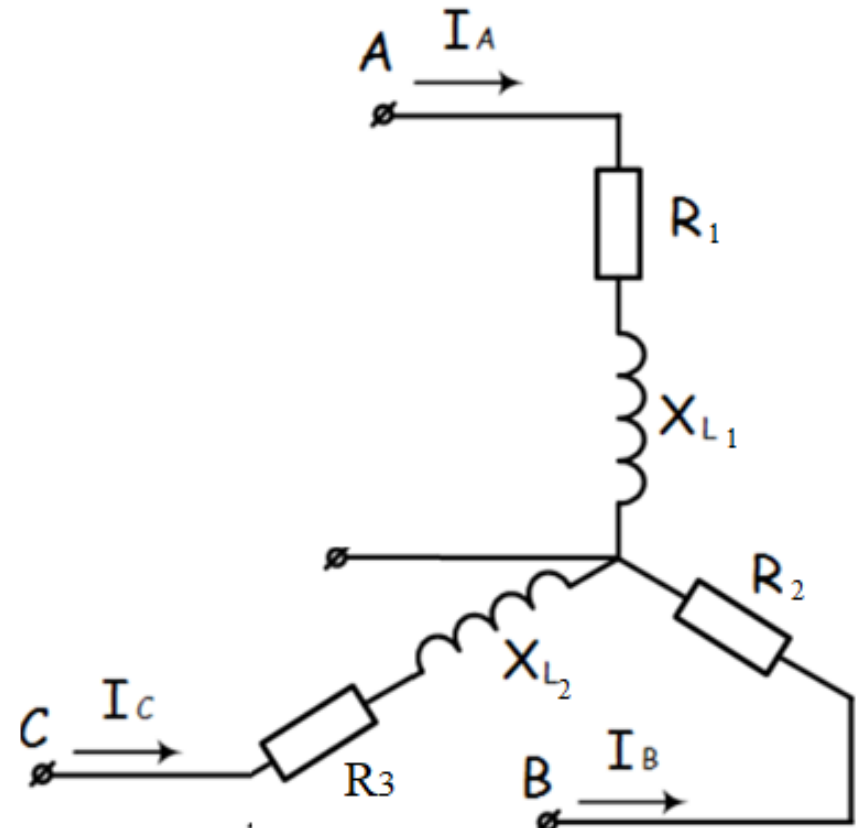
$$P = 10,6 \text{ кВт}, Q = 8,7 \text{ кВАр}, S = 13,8 \text{ ВА}$$

# Задача 1

В каждую фазу трехфазной четырехпроводной сети включили сопротивления так, как показано на рисунке.

$R_1=3 \text{ Ом}$ ,  $X_{L1}=4 \text{ Ом}$ ,  $R_2=18 \text{ Ом}$ ,  $X_{L2}=8 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ . Линейное напряжение сети  $U_{\text{л}}=380\text{В}$ .

Определить: линейные токи, углы сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности трех фаз.



## Задача 2

В каждую фазу трехфазной сети включили сопротивления так, как показано на рисунке.

$R_{AB}=16 \text{ Ом}$ ,  $X_C=12 \text{ Ом}$ ,  $R_{BC}=15 \text{ Ом}$ ,  $X_L=6 \text{ Ом}$ ,  
 $R_{CA}=8 \text{ Ом}$

Линейное напряжение сети  $U_{л} = 220 \text{ В}$ .

Определить: фазные токи, углы сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности трех фаз.

