

**ТОЭ – часть 1**  
**практическое занятие 11**

**Симметричный режим**  
**трехфазных цепей**

**Симметричная система напряжений и токов – это одинаковая их гармоническая форма, одинаковая частота и амплитуда, сдвиг по фазе относительно друг друга на 120 градусов.**

**Симметричный режим характеризуется симметричной системой фазных ЭДС и напряжений, а также одинаковой нагрузкой (сопротивлениями) фаз.**

**Трехфазная цепь с одинаковой нагрузкой (сопротивлениями) фаз называется симметричной.**

# Задача 1

Дано:

Симметричный режим

$$U_V = 380 \text{ (В)};$$

$$\underline{Z} = j100 \text{ (Ом)}.$$

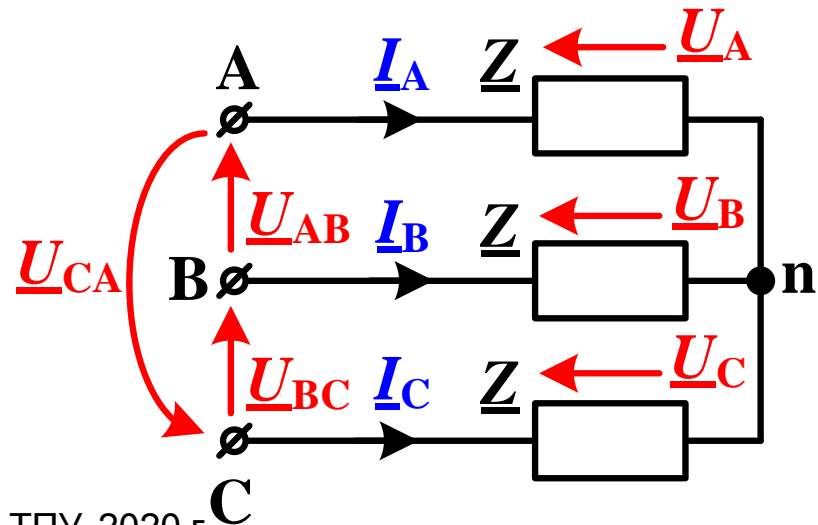
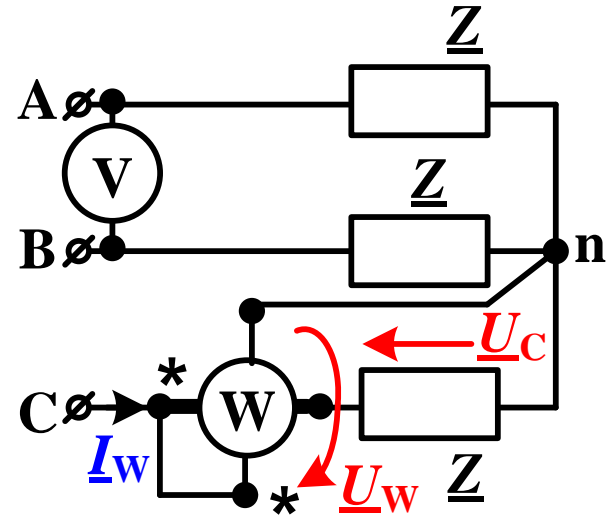
Найти:  $P_W = ?$  (Вт)

Показание ваттметра:

$$P_W = U_W I_W \cos(\underline{U}_W \wedge \underline{I}_W)$$

причем

$$\underline{U}_W = \underline{U}_C = ?; \underline{I}_W = \underline{I}_C = ?$$



Примем линейные напряжения при  $U_{\text{Л}}=U_{\text{В}}=380$  (В):

$$\underline{U}_{\text{AB}} = 380e^{j0^\circ}; \underline{U}_{\text{BC}} = 380e^{-j120^\circ}; \underline{U}_{\text{CA}} = 380e^{j120^\circ} \text{ (В)}$$

тогда при фазном операторе

$$a = e^{j120^\circ}; a^2 = e^{j240^\circ} = e^{-j120^\circ}$$

получаем фазные напряжения

$$\underline{U}_{\text{A}} = \frac{\underline{U}_{\text{AB}}}{\sqrt{3}} e^{-j30^\circ} \approx 220e^{-j30^\circ}; \underline{U}_{\text{B}} = a^2 \underline{U}_{\text{A}} = 220e^{-j150^\circ};$$

$$\underline{U}_{\text{C}} = \underline{U}_{\text{W}} = a \underline{U}_{\text{A}} = 220e^{j90^\circ} \text{ (В)}$$

и линейный (фазный) ток

Показание ваттметра:

$$\underline{I}_{\text{C}} = \underline{I}_{\text{W}} = \frac{\underline{U}_{\text{C}}}{\underline{Z}} = 2,2e^{j0^\circ} \text{ (А)} \quad P_{\text{W}} = 220 \cdot 2,2 \cos(90^\circ - 0^\circ) = 0$$

# Задача 2

Дано:

Симметричный режим

$$I_{Ac} = 3,8 \text{ (А);}$$

$$\underline{Z} = 100 \text{ (Ом).}$$

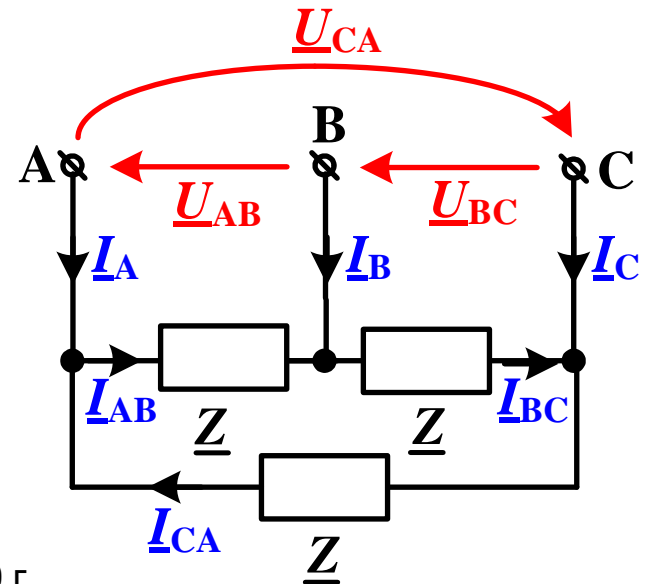
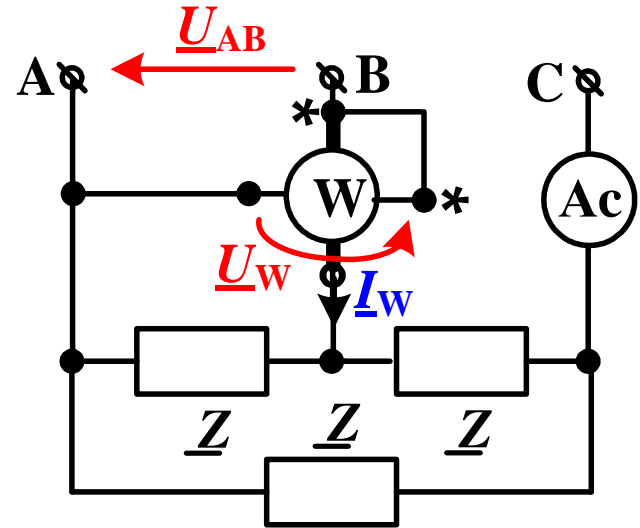
Найти:  $P_W = ?$  (Вт)

Показание ваттметра:

$$P_W = U_W I_W \cos(\underline{U}_W \wedge \underline{I}_W)$$

причем

$$\underline{U}_W = -\underline{U}_{AB} = ?; \quad \underline{I}_W = \underline{I}_B = ?$$



Примем линейные токи при  $I_{\text{Л}}=I_{\text{Ac}}=3,8 \text{ (A)}$ :

$$\underline{I}_{\text{A}} = 3,8e^{j0^\circ}; \underline{I}_{\text{B}} = \underline{I}_{\text{W}} = 3,8e^{-j120^\circ}; \underline{I}_{\text{C}} = 3,8e^{j120^\circ} \text{ (A)}$$

тогда получаем фазные токи

$$\underline{I}_{\text{AB}} = \frac{\underline{I}_{\text{A}}}{\sqrt{3}} e^{j30^\circ} \approx 2,2e^{j30^\circ}; \underline{I}_{\text{BC}} = a^2 \underline{I}_{\text{AB}} = 2,2e^{-j90^\circ};$$

$$\underline{I}_{\text{CA}} = a \underline{I}_{\text{AB}} = 2,2e^{j150^\circ} \text{ (A)}$$

и напряжение ваттметра

$$\underline{U}_{\text{W}} = -\underline{U}_{\text{AB}} = -\underline{Z} \cdot \underline{I}_{\text{AB}} = 220e^{j210^\circ} \text{ (A)}$$

Показание ваттметра:

$$P_{\text{W}} = 220 \cdot 3,8 \cos(210^\circ + 120^\circ) = 724 \text{ (Вт)}$$

# Задача 3

Дано:

Симметричный режим

$$I_{A\phi} = 2,2 \text{ (A)};$$

$$\underline{Z}_1 = 100 - j100 \text{ (Ом)};$$

$$\underline{Z}_2 = j300 \text{ (Ом)}.$$

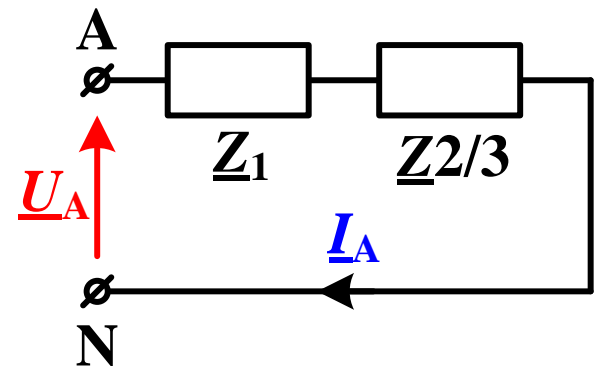
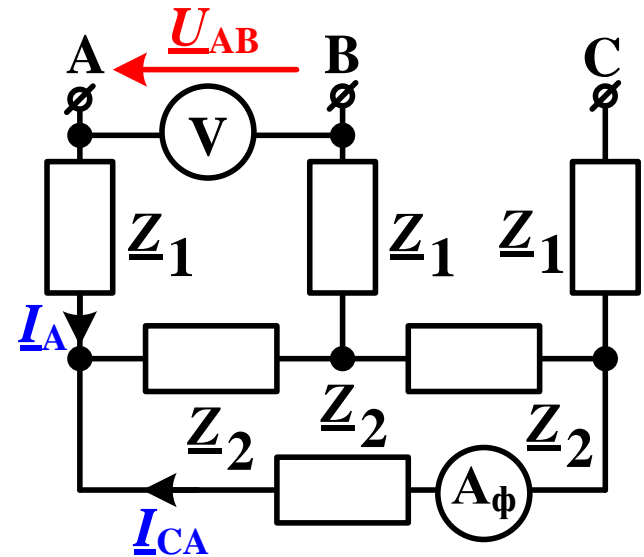
Найти:  $U_V = ?$  (В)

Расчет на одну фазу при  
фазном токе

$$\underline{I}_{CA} = I_{A\phi} e^{j0^\circ} = 2,2 e^{j0^\circ} \text{ (A)}$$

после преобразования

$\Delta$  в «звезду»:



При фазном токе

$$\underline{I}_{CA} = a \underline{I}_{AB} = a \frac{\underline{I}_A}{\sqrt{3}} e^{j30^\circ}$$

находим линейный ток:

$$\underline{I}_A = \frac{\sqrt{3} \underline{I}_{CA}}{a e^{j30^\circ}} = \sqrt{3} \underline{I}_{CA} e^{-j150^\circ} = 3,8 e^{-j150^\circ} \text{ (A)}$$

В результате фазное напряжение источника

$$\underline{U}_A = (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2/3) \underline{I}_A = 380 e^{-j150^\circ} \text{ (В)}$$

и его линейное напряжение

$$\underline{U}_{AB} = \sqrt{3} \underline{U}_A e^{j30^\circ} \approx 660 e^{-j120^\circ} \text{ (В)}$$

Показание вольтметра:  $U_V = |\underline{U}_{AB}| = 660 \text{ (В)}$