

Расчет цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд

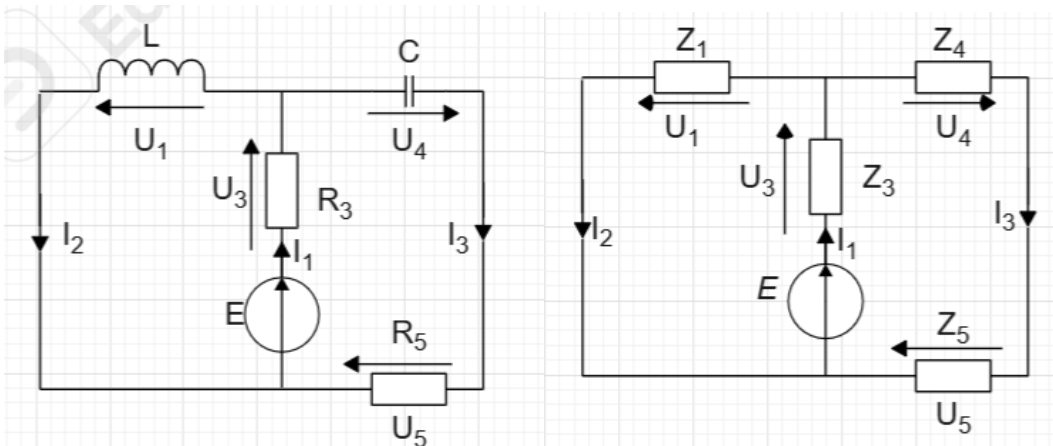
Перед расчетом необходимо составить схему предложенного преподавателем варианта.

Методом комплексных амплитуд рассчитать мгновенные значения ЭДС источника, токов в ветвях и напряжения на элементах.

Построить векторные диаграммы для любого контура и любого узла.

Осуществить проверку, составив баланс мощностей

1. Составить комплексную схему замещения и определить ее параметры



$$U_{m3} = 16,48 \sin(1000t - 14,04^\circ)$$

$$A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$U_{m3} = A e^{j\varphi}$$

$$16,48 \sin(1000t - 14,04^\circ)$$

$$U_{m3} = 16,48 e^{-14,04^\circ j}$$

$$e^{j\varphi} = \cos \varphi + j \sin \varphi$$

$$e^{-14,04^\circ j} = \cos(14,04^\circ) - j \sin(14,04^\circ)$$

$$e^{-14,04^\circ j} = 0,9701 - 0,2426j$$

$$U_{m3} = 16,48(0,9701 - 0,2426j)$$

$$U_{m3} = 15,987 - 3,998j$$

$$U_{m3} = 16,00 - 4,00j[B]$$

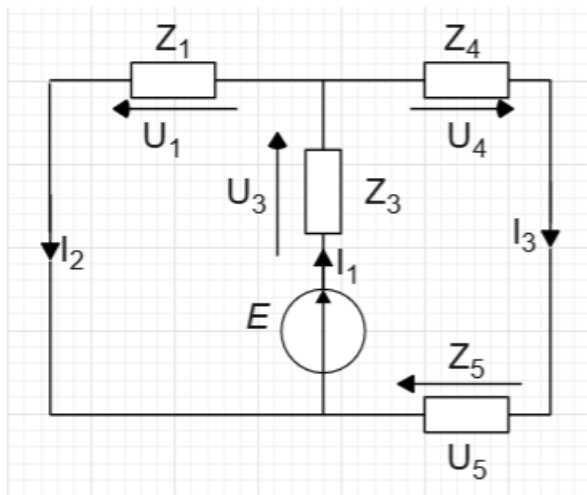
$$Z_{m1} = X_L = \omega Lj = 1000 \cdot 0,002 \cdot j = 2j = 2e^{90^\circ j}[\text{Om}]$$

$$Z_{m3} = R_{m3} = 8e^{0^\circ j}[\text{Om}]$$

$$Z_{m4} = X_{mC} \cdot j = -\left(\frac{1}{\omega \cdot c}\right) \cdot j = -\left(\frac{1}{1000 \cdot 0,0025}\right) \cdot j = -4 \cdot j = 4e^{-90^\circ j}[\text{Om}]$$

$$Z_{m5} = R_{m5} = 8e^{0^\circ j}[\text{Om}]$$

2. Используя законы и методы расчета цепей постоянного тока в комплексной форме определить комплексные амплитуды требуемых токов и напряжений



$$\text{ЗО: } I_m = \frac{U_{m3}}{Z_m} = \frac{(16,00 - 4,00j)}{8} = 2,0 - 0,50j = 2,061e^{-14,04^\circ j} [A]$$

$$\text{ЗКП для правого контура: } U_{m3} - Z_{m4} \cdot I_{m3} - Z_{m5} \cdot I_{m3} = 0$$

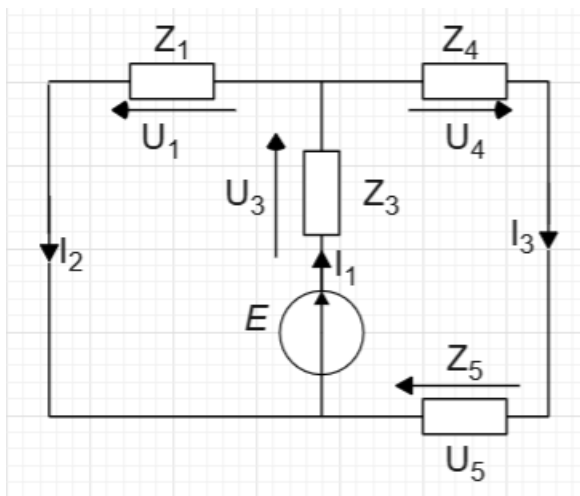
$$I_3 = \frac{U_{m3}}{Z_{m4} + Z_{m5}} = \frac{(16,00 - 4,00j)}{(8 - 4j)} = 1,8 + 0,2j = 1,843e^{12,53^\circ j} [A]$$

$$\text{ЗКІ для верхнего узла: } I_{m1} - I_{m2} - I_{m3}$$

$$\text{ЗО: } I_m = I_{m2} + I_{m3} = 1,8 + 0,2j + 2,0 - 0,5j = 3,8 - 0,3j = 3,803e^{1,51^\circ j} [A]$$

$$\begin{aligned}
 \text{ЗО: } U_{m1} &= Z_{m1} \cdot I_{m2} = 2j \cdot (2,0 - 0,50j) = 1 + 4j = 3,623e^{102,6^\circ j} [\text{В}] \\
 \text{ЗО: } U_{m4} &= Z_{m4} \cdot I_{m3} = -4j \cdot (1,8 + 0,2j) = 0,8 - 7,2j = 8,246e^{-104^\circ j} [\text{В}] \\
 \text{ЗО: } U_{m5} &= Z_{m5} \cdot I_{m3} = 8 \cdot (1,8 + 0,2j) = 14,4 - 1,6j = 16,49e^{14,04^\circ j} [\text{В}] \\
 E_m &= U_{m1} + U_{m3} = 1 + 4j + 16,00 - 4,00j = 15,6 - 0,4j = 15,6e^{-1,47^\circ j} [\text{В}]
 \end{aligned}$$

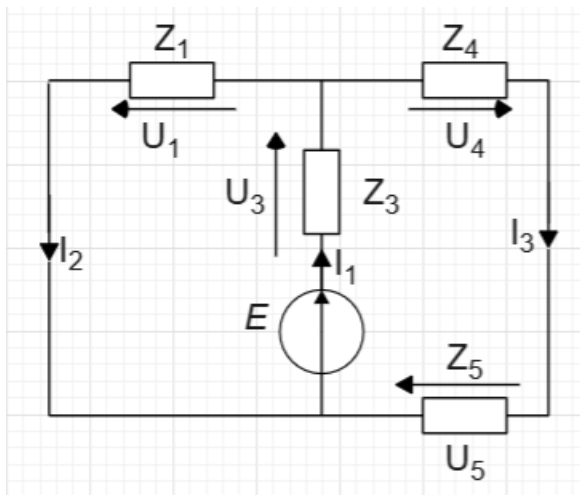
3. Построить векторные диаграммы для любого узла и любого контура



Уравнение для узла: $I_{m1} = I_{m2} + I_{m3}$

Уравнение для контура: $E_m = I_{m1} + U_{m3}$

4. Составить баланс мощностей



- полная комплексная мощность источников

$$S_{\text{И}} = \frac{E \cdot i_{m1}^*}{2} = \frac{(17,00 - 0j) \cdot (3,8 - 0,3j)}{2} = 30,6 + 7,65j \text{ ВА}$$

- полная комплексная мощность потребителей

$$S_{\text{П}} = \frac{U_{m1} \cdot i_{m2}^*}{2} + \frac{U_{m3} \cdot i_{m1}^*}{2} + \frac{U_4 \cdot i_3^*}{2} + \frac{U_5 \cdot i_3^*}{2} =$$

$$\frac{(1 + 4j) \cdot (2,0 - 0,50j)}{2} + \frac{(16,00 - 4,00j) \cdot (3,8 - 0,3j)}{2}$$

$$+ \frac{(0,8 - 7,2j) \cdot (1,8 + 0,2j)}{2} + \frac{(14,4 - 1,6j) \cdot (1,8 + 0,2j)}{2}$$

- суммарная активная мощность

$$P = \frac{R_3 \cdot I_1^2}{2} + \frac{R_5 \cdot I_3^2}{2} =$$

- суммарная реактивная мощность

$$Q = \frac{X_L \cdot I_2^2}{2} - \frac{X_4 \cdot I_3^2}{2} =$$

$$= \frac{R_3 \cdot I_1^2}{2} + \frac{R_5 \cdot I_3^2}{2} =$$

$$S_{\text{И}} = S_{\text{П}} = \mathbf{P + jQ}$$

5. Перейти от комплексных амплитуд токов и напряжений к мгновенным значениям