



Основы электротехники

Домашнее задание №3

Расчет цепей синусоидального тока

методом комплексных амплитуд

Группа Р3332

Вариант 114

Выполнил: Чмурова Мария Владиславовна

Дата сдачи:

Контрольный срок защиты: 04.12.2024

Количество баллов:

СПб – 2024

Оглавление

Оглавление	2
Домашнее задание №3	3
Решение:	4
Ответ:	7

Домашнее задание №3

Дано:

$$R_1 = 7 \text{ [Ом]}, L_3 = 10 \text{ [мГн]} = 0.01 \text{ [Гн]}, C_4 = 1250 \text{ [мкФ]} = 0.00125 \text{ [Ф]},$$

$$C_5 = 1250 \text{ [мкФ]} = 0.00125 \text{ [Ф]}$$

$$u_3 = 80.5 \cdot \sin(400t + 90^\circ)$$

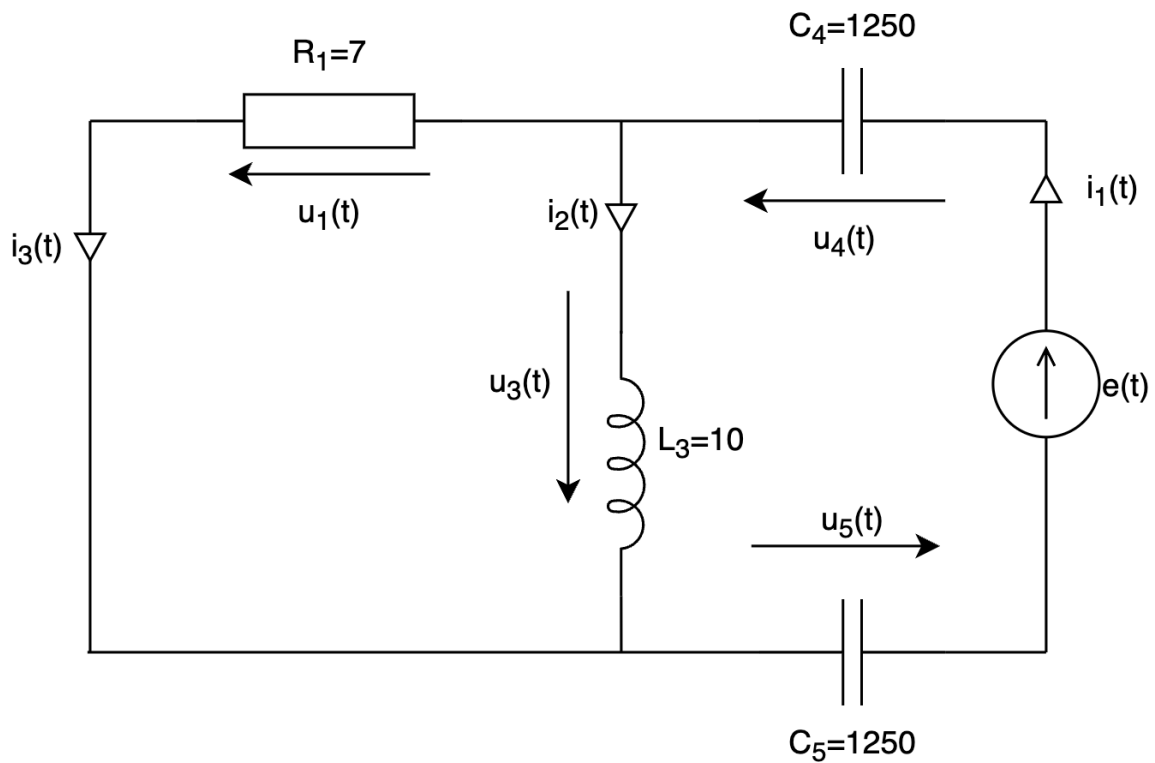


Рисунок 1. Схема

Найти:

Мгновенные значения токов во всех ветвях, напряжений на всех элементах и ЭДС; построить ВД для любого узла и любого контура; составить БМ.

Решение:

1. Составление комплексной схемы замещения и определение ее параметров

$$\underline{U}_{m3} = 80.5 \cdot e^{90^\circ j} = 80.5j \text{ [В]}$$

$$\underline{z}_1 = R_1 = 7 = 7e^{0^\circ j} \text{ [Ом]}$$

$$\underline{z}_3 = X_L \cdot j = \omega \cdot L \cdot j = 400 \cdot 0.01 \cdot j = 4j = 4e^{90^\circ j}$$

$$\underline{z}_4 = -X_C \cdot j = -\left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right) \cdot j = -\left(\frac{1}{400 \cdot 0.00125}\right) \cdot j = -2j = 2e^{-90^\circ j}$$

$$\underline{z}_5 = -X_C \cdot j = -\left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right) \cdot j = -\left(\frac{1}{400 \cdot 0.00125}\right) \cdot j = -2j = 2e^{-90^\circ j}$$

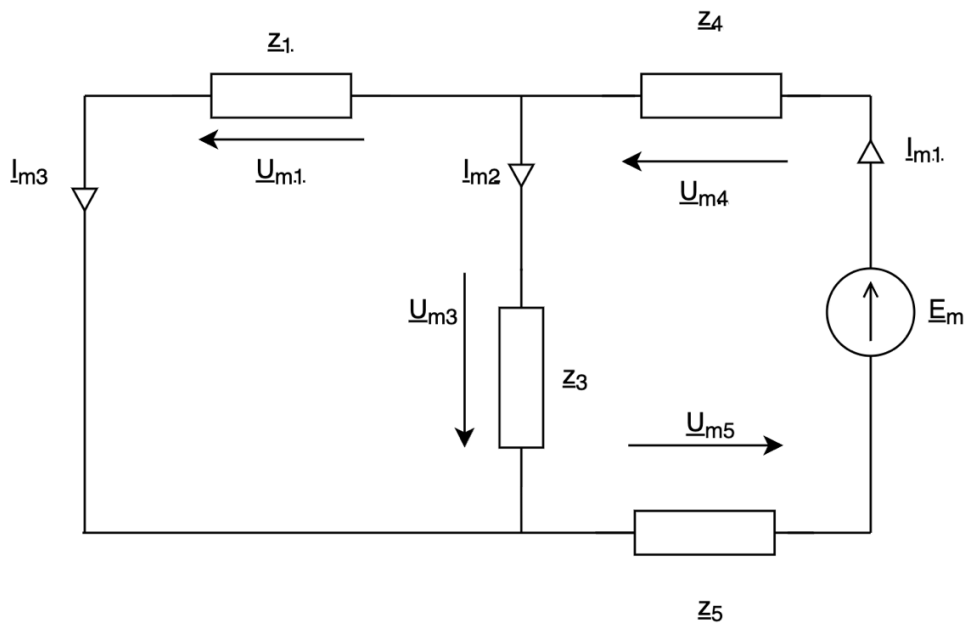


Рисунок 2. Комплексная схема замещения

2. Определение комплексных амплитуд требуемых токов и напряжений, используя законы и методы расчета цепей постоянного тока в комплексной форме

$$\text{30: } \underline{I}_{m2} = \frac{\underline{U}_{m3}}{\underline{z}_3} = \frac{80.5j}{4j} = 20.125 = 20.125e^{0^\circ j} \text{ [А]}$$

ЗКII для левого контура: $\underline{U}_{m3} - \underline{I}_{m3} \cdot \underline{z}_1 = 0$

$$\underline{I}_{m3} = \frac{\underline{U}_{m3}}{\underline{z}_1} = \frac{80.5j}{7} = 11.5j = 11.5e^{90^\circ j} \text{ [A]}$$

ЗКИ для верхнего узла: $\underline{I}_{m1} - \underline{I}_{m2} - \underline{I}_{m3} = 0$

$$\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3} = 20.125 + 11.5j = 23.179e^{29.74^\circ j} \text{ [A]}$$

$$30: \underline{U}_{m1} = \underline{z}_1 \cdot \underline{I}_{m3} = 7 \cdot 11.5j = 80.5j = 80.5 \cdot e^{90^\circ j} \text{ [B]}$$

$$30: \underline{U}_{m4} = \underline{z}_4 \cdot \underline{I}_{m1} = -2j \cdot (20.125 + 11.5j) =$$

$$= 23 - 40.25j = 46.358e^{-60.255^\circ j} \text{ [B]}$$

$$30: \underline{U}_{m5} = \underline{z}_5 \cdot \underline{I}_{m1} = -2j \cdot (20.125 + 11.5j) =$$

$$= 23 - 40.25j = 46.358e^{-60.255^\circ j} \text{ [B]}$$

ЗКII для правого контура: $\underline{U}_{m4} + \underline{U}_{m3} + \underline{U}_{m5} = \underline{E}_m$

$$\underline{E}_m = (23 - 40.25j) + 80.5j + (23 - 40.25j) = 46 = 46e^{0^\circ j} \text{ [B]}$$

3. Построение векторных диаграммы для узла и контура

Уравнение для узла $\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3}$

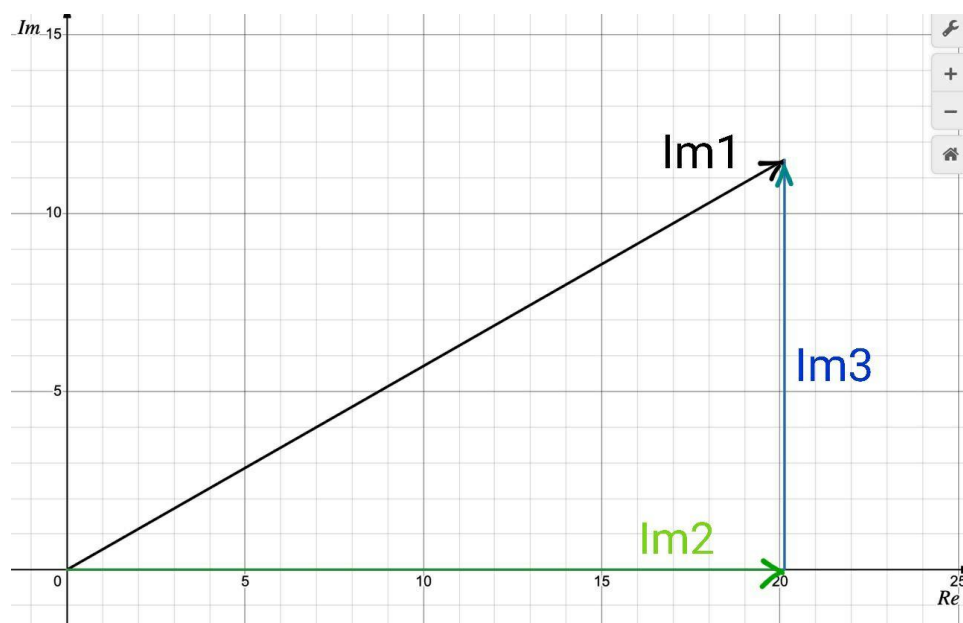


Рисунок 3. Векторная диаграмма для узла

Уравнение для контура $\underline{E}_m = \underline{U}_{m4} + \underline{U}_{m3} + \underline{U}_{m5}$

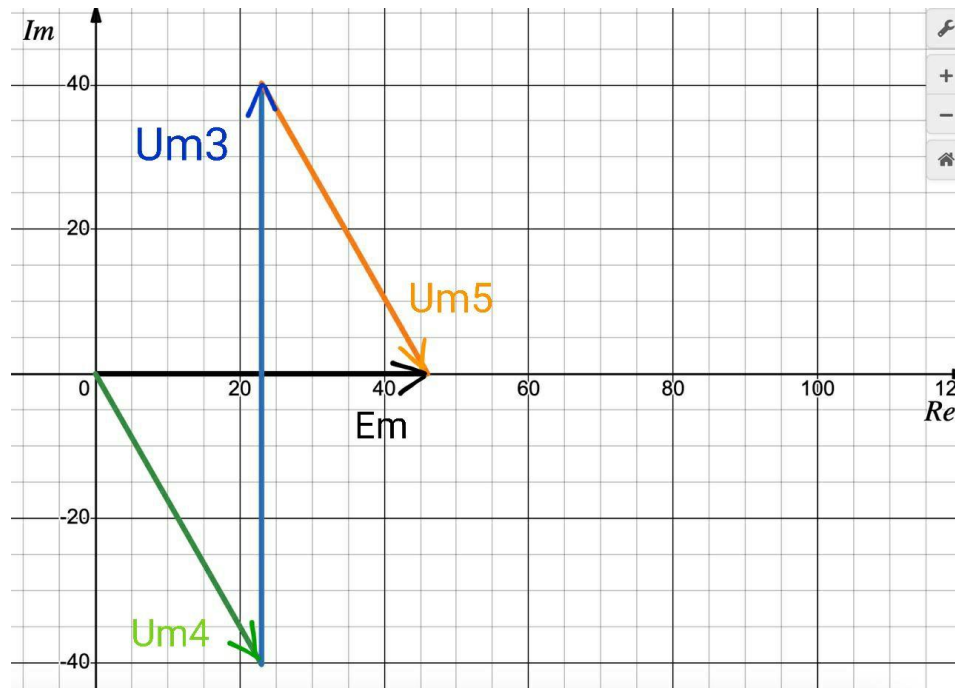


Рисунок 4. Векторная диаграмма для контура

Векторные диаграммы сошлись

4. Составление баланса мощностей

- Полная комплексная мощность источников:

$$\underline{S}_{\text{и}} = \frac{\underline{E}_m \cdot \underline{I}_{m1}^*}{2} = \frac{46 \cdot (20.125 - 11.5j)}{2} = 462.875 - 264.5j \text{ [BA]}$$

- Полная комплексная мощность потребителей:

$$\begin{aligned} \underline{S}_{\text{п}} &= \frac{\underline{U}_{m1} \cdot \underline{I}_{m3}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m3} \cdot \underline{I}_{m2}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m4} \cdot \underline{I}_{m1}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m5} \cdot \underline{I}_{m1}^*}{2} = \\ &= \frac{80.5j \cdot (-11.5j)}{2} + \frac{80.5j \cdot 20.125}{2} + \frac{(23 - 40.25j) \cdot (20.125 - 11.5j)}{2} + \\ &\quad + \frac{(23 - 40.25j) \cdot (20.125 - 11.5j)}{2} = 462.875 - 264.5j \text{ [BA]} \end{aligned}$$

- Суммарная активная мощность:

$$P = \frac{R_1 \cdot I_{m3}^2}{2} = \frac{7 \cdot \sqrt{11.5^2}^2}{2} = 462.875 \text{ [Вт]}$$

- Суммарная реактивная мощность:

$$Q = \frac{X_L \cdot I_{m2}^2}{2} - \frac{X_C \cdot I_{m1}^2}{2} - \frac{X_C \cdot I_{m1}^2}{2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 20.125^2}{2} - \frac{2 \cdot \sqrt{537.266}^2}{2} - \frac{2 \cdot \sqrt{537.266}^2}{2} = -264.5 \text{ [BAp]}$$

$$\underline{S}_H = \underline{S}_\Pi = p + jQ = 462.875 - 264.5j \text{ [BA]}$$

Баланс мощностей сошелся

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

$$i_1(t) = 23.179 \sin(400 \cdot t + 29.74^\circ), [\text{A}]$$

$$i_2(t) = 20.125 \sin(400 \cdot t), [\text{A}]$$

$$i_3(t) = 11.5 \sin(400 \cdot t + 90^\circ), [\text{A}]$$

$$u_1(t) = 80.5 \sin(400 \cdot t + 90^\circ), [\text{B}]$$

$$u_4(t) = 46.358 \sin(400 \cdot t - 60.255^\circ), [\text{B}]$$

$$u_5(t) = 46.358 \sin(400 \cdot t - 60.255^\circ), [\text{B}]$$

$$e(t) = 46 \sin(400 \cdot t)$$

Ответ:

$$i_1(t) = 23.179 \sin(400 \cdot t + 29.74^\circ), [\text{A}]$$

$$i_2(t) = 20.125 \sin(400 \cdot t), [\text{A}]$$

$$i_3(t) = 11.5 \sin(400 \cdot t + 90^\circ), [\text{A}]$$

$$u_1(t) = 80.5 \sin(400 \cdot t + 90^\circ), [\text{B}]$$

$$u_4(t) = 46.358 \sin(400 \cdot t - 60.255^\circ), [\text{B}]$$

$$u_5(t) = 46.358 \sin(400 \cdot t - 60.255^\circ), [\text{B}]$$

$$e(t) = 46 \sin(400 \cdot t)$$

$$\underline{S}_H = \underline{S}_\Pi = p + jQ = 462.875 - 264.5j \text{ [BA]}$$