



## Основы электротехники

### Домашнее задание №3

. Расчет цепей синусоидального тока  
методом комплексных амплитуд

Группа Р3334

Вариант 8

Выполнил: Баянов Равиль Динарович

Дата сдачи: 01.12.2024

Контрольный срок сдачи: 04.12.2024

Количество баллов:

СПб – 2024

# Содержание

|  |    |
|--|----|
| Задание .....  | 3  |
| Дано .....   | 4  |
| Найти .....  | 5  |
| Решение .....  | 6  |
| Схема электрической цепи.....                                      | 6  |
| Составим комплексную схему замещения и определим её параметры..... | 7  |
| Определим комплексные амплитуды требуемых токов и напряжений ..... | 8  |
| Векторные диаграммы для узла и контура .....                       | 9  |
| Баланс мощностей.....  | 10 |
| Ответ.....   | 11 |

# Задание

Рассчитать цепи синусоидального тока методом комплексных амплитуд.

## Дано

$$e = 22\sin(400t);$$

$$R_1 = 5 \text{ [Ом]};$$

$$L_3 = 5 \text{ [мГн]};$$

$$C_4 = 625 \text{ [мкФ]};$$

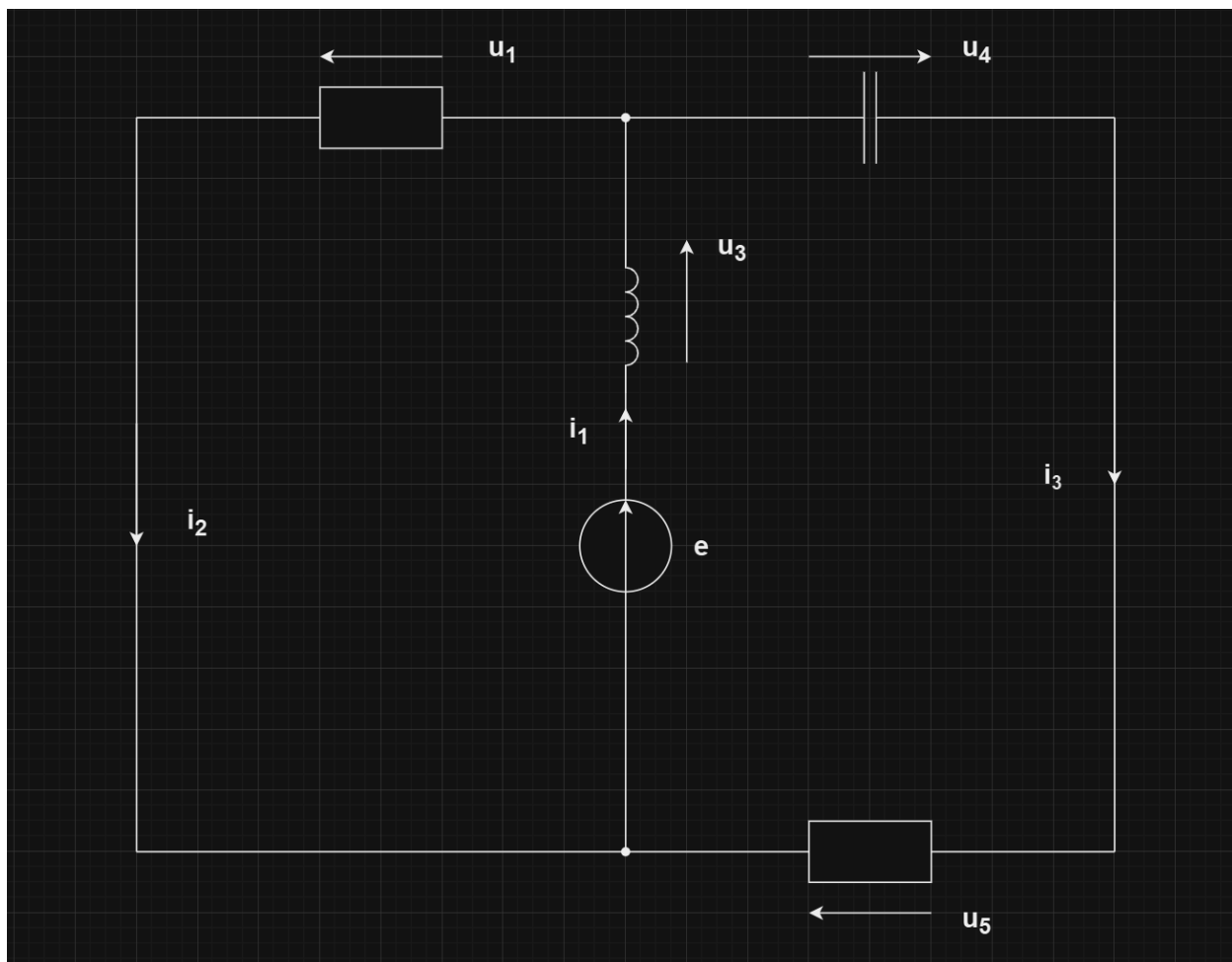
$$R_5 = 5 \text{ [Ом]}$$

# Найти

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

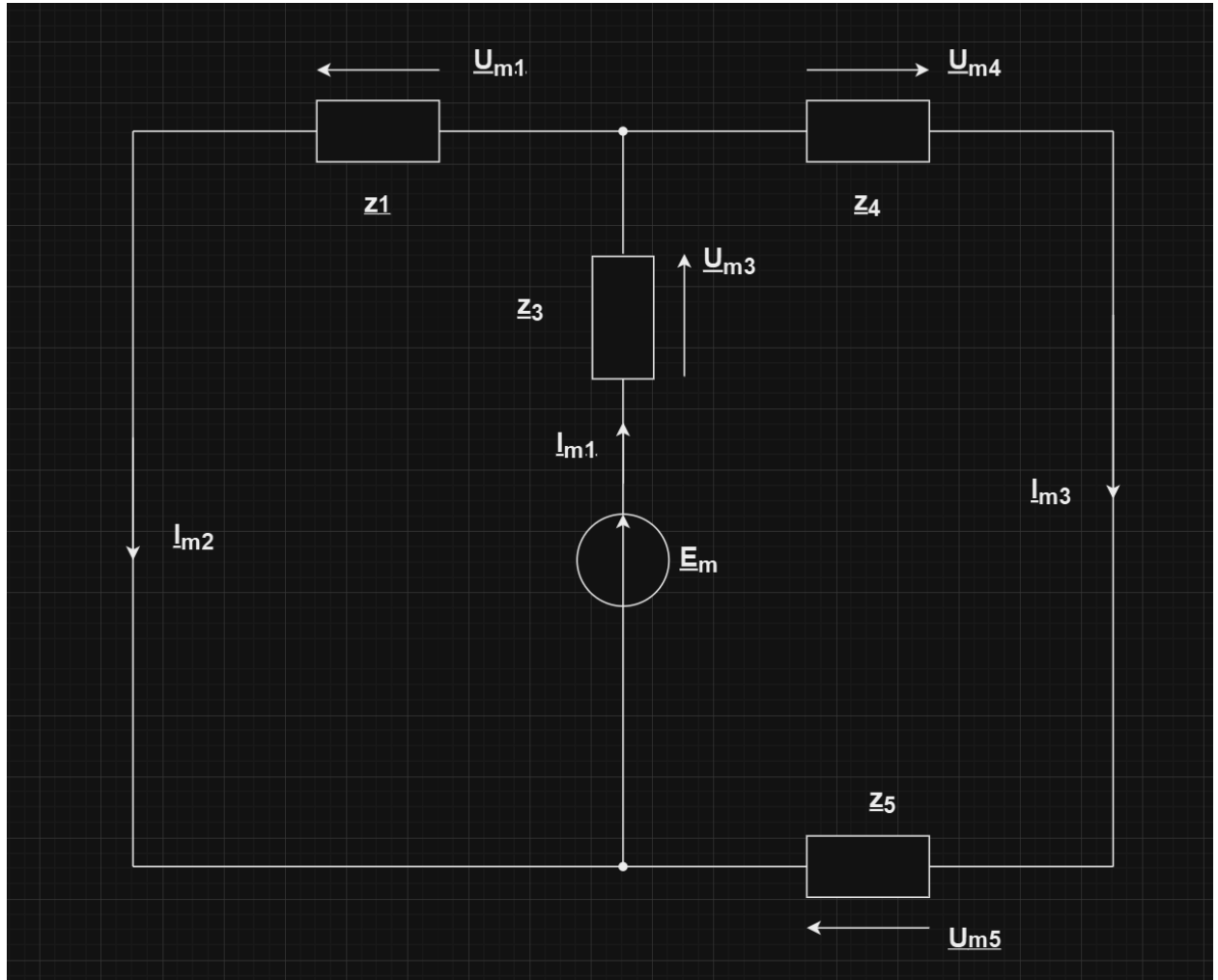
# Решение

## Схема электрической цепи



Составим комплексную схему замещения и определим её параметры

Схема:



$$\underline{E}_m = 22e^{0 \cdot j} = [\text{В}]$$

$$\underline{Z}_1 = 5 = 5e^{0 \cdot j} [\text{ОМ}]$$

$$\underline{Z}_5 = 5 = 5e^{0 \cdot j} [\text{ОМ}]$$

$$\underline{Z}_3 = X_L j = \omega L j = 400 \cdot 0,005 \cdot j = 2 \cdot j = 2 \cdot e^{90 \cdot j} [\text{ОМ}]$$

$$\begin{aligned} \underline{Z}_4 &= -X_C j = -\left(\frac{1}{\omega C}\right) j = -\left(\frac{1}{400 \cdot 0,000625}\right) j = -4j \\ &= -4e^{90 \cdot j} [\text{ОМ}] \end{aligned}$$

## Определим комплексные амплитуды требуемых токов и напряжений

Решим систему уравнений с тремя неизвестными  $\underline{I}_{m1}$ ,  $\underline{I}_{m2}$  и  $\underline{I}_{m3}$ :

$$\begin{cases} \underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3} \\ \underline{I}_{m2}\underline{Z}_1 + \underline{I}_{m1}\underline{Z}_3 = \underline{E}_m \\ \underline{I}_{m3}\underline{Z}_4 + \underline{I}_{m3}\underline{Z}_5 + \underline{I}_{m1}\underline{Z}_3 = \underline{E}_m \end{cases}$$

С помощью онлайн калькулятора получим значения:

$$\underline{I}_{m1} = \frac{20}{3} - \frac{8}{3}j \approx 6,667 - 2,667j \approx 7,181e^{21,803j};$$

$$\underline{I}_{m2} = \frac{10}{3} - \frac{8}{3}j \approx 3,333 - 2,667j \approx 4,269e^{38,666j};$$

$$\underline{I}_{m3} = \frac{10}{3} \approx 3,333 + 0j \approx 3,333e^{0j};$$

Теперь найдём значения напряжений на элементах:

$$\underline{U}_{m1} = \underline{I}_{m2}\underline{Z}_1 = \frac{50}{3} - \frac{40}{3}j \approx 16,667 - 13,333j \approx 21,344e^{38,659j};$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_{m3} = \underline{I}_{m1}\underline{Z}_3 &= 2j \cdot \left( \frac{20}{3} - \frac{8}{3}j \right) = \frac{16}{3} + \frac{40}{3}j \approx 5,333 + 13,333j \\ &\approx 14,36e^{68,199j}; \end{aligned}$$

$$\underline{U}_{m4} = \underline{I}_{m3}\underline{Z}_4 = -\frac{40}{3}j \approx 0 - 13,333j \approx 13,333e^j;$$

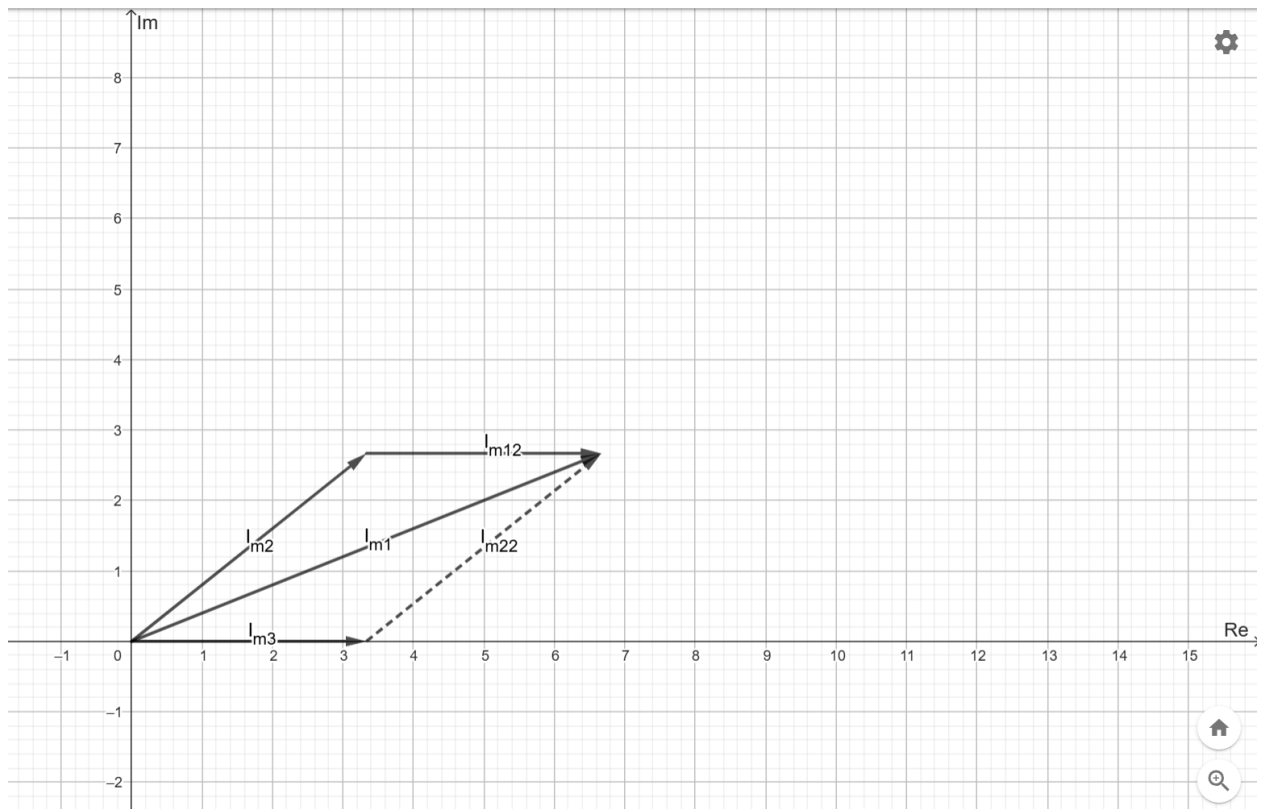
$$\underline{U}_{m5} = \underline{I}_{m3}\underline{Z}_5 = \frac{50}{3} \approx 16,667 + 0j \approx 16,667e^{0j};$$



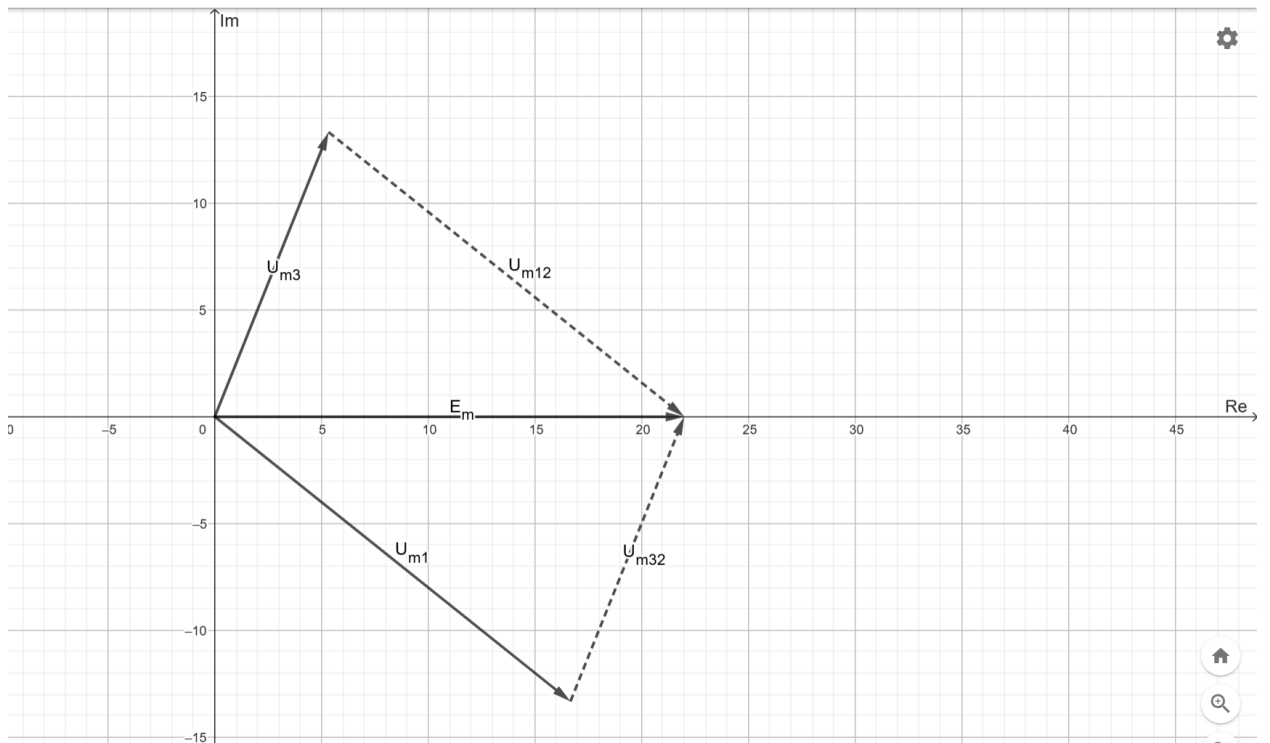
## Векторные диаграммы для узла и контура

Построим векторные диаграммы для верхнего узла и левого контура

Верхний узел:  $\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3}$ ;



Левый контур:  $\underline{E}_m = \underline{U}_{m1} + \underline{U}_{m3}$



Как мы можем заметить, векторные диаграммы сходятся.

## Баланс мощностей

- Полная комплексная мощность источников

$$\underline{S}_и = \frac{\underline{E}_m I_{m1}^*}{2} = \frac{22}{2} \left( \frac{20}{3} - \frac{8}{3}j \right) = \frac{220}{3} - \frac{88}{3}j \approx 73,333 - 29,333j \text{ [ВА]};$$

- Полная комплексная мощность потребителей

$$\begin{aligned} \underline{S}_п = & \frac{\underline{U}_{m1} I_{m2}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m3} I_{m1}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m4} I_{m3}^*}{2} + \frac{\underline{U}_{m5} I_{m3}^*}{2} = \frac{\left(\frac{50}{3} - \frac{40}{3}j\right)\left(\frac{10}{3} - \frac{8}{3}j\right)}{2} + \frac{\left(\frac{16}{3} + \frac{40}{3}j\right)\left(\frac{20}{3} - \frac{8}{3}j\right)}{2} + \\ & + \frac{\left(-\frac{40}{3}j\right)\left(\frac{10}{3}\right)}{2} + \frac{\left(\frac{50}{3}\right)\left(\frac{10}{3}\right)}{2} = \frac{220}{3} - \frac{88}{3}j \approx 73,333 - 29,333j \text{ [ВА]}; \end{aligned}$$

- Суммарная активная мощность

$$P = \frac{R_1 I_{m2}^2}{2} + \frac{R_5 I_{m3}^2}{2} = \frac{220}{3} \approx 73,333 \text{ [Вт]};$$

- Суммарная реактивная мощность

$$Q = \frac{X_L I_{m2}^2}{2} - \frac{X_C I_{m3}^2}{2} = -29,333j \text{ [ВАр]};$$

$$\underline{S}_и = \underline{S}_п = P + jQ = 73,333 - 29,333j \text{ [ВА]} - \text{баланс мощностей сошёлся.}$$

## Ответ

$$i_1(t) \approx 7,181 \cdot \sin(400t + 21,803^\circ) \text{ [A];}$$

$$i_2(t) \approx 4,269 \cdot \sin(400t + 38,666^\circ) \text{ [A];}$$

$$i_3(t) \approx 3,333 \cdot \sin(400t) \text{ [A];}$$

$$u_1(t) \approx 21,344 \cdot \sin(400t + 38,659^\circ) \text{ [B];}$$

$$u_3(t) \approx 14,36 \cdot \sin(400t + 68,199^\circ) \text{ [B];}$$

$$u_4(t) \approx 13,333 \cdot \sin(400t + 1^\circ) \text{ [B];}$$

$$u_5(t) \approx 16,667 \cdot \sin(400t) \text{ [B];}$$

$$\underline{S}_{\text{н}} = \underline{S}_{\text{п}} = 73,333 - 29,333j \text{ [BA];}$$