

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:
«Электротехника»

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №2

Расчет цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд

Группа N3246
Таблица 3.4
Вариант 3.

Работу выполнил:
студент Суханкулиев М.,
группа N3246, поток ЭЛТЕХ. N23 1.4.1

Дата сдачи:
03.04.2025

Контрольный срок сдачи: 07.04.2025

Количество баллов:

Санкт-Петербург
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Расчет цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд	3
1.1	Постановка задачи	3
1.2	Решение	4
1.2.1	Составить комплексную схему замещения и определить ее параметры	4
1.2.2	Используя законы и методы расчета цепей постоянного тока в комплексной форме определить комплексные амплитуды требуемых токов и напряжений	4
1.2.3	Построить векторные диаграммы для любого узла и любого контура.....	5
1.2.4	Составить баланс мощностей	5
1.2.5	Перейти от комплексных амплитуд токов и напряжений к мгновенным значениям	6
	Список использованных источников.....	7

1 РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА МЕТОДОМ КОМПЛЕКСНЫХ АМПЛИТУД

Таблица 1 – Таблица 3.4

Вариант	Схема	Элементы ветвей R [Ом], L [мГн], C [мкФ]	Заданная величина i [А]; e, u [В]
3	3.3	$R_2 = 3, L_3 = 10, C_4 = 500, R_5 = 3$	$u_3 = 10.54 \sin(500t + 58.2^\circ)$

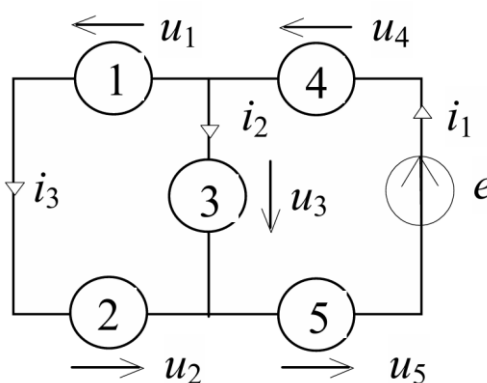


Рисунок 1 – Схема 3.3

1.1 Постановка задачи

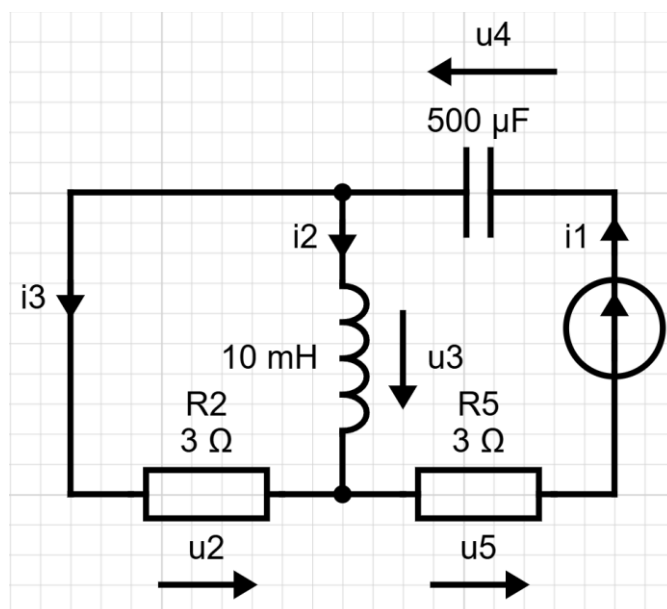


Рисунок 2 – Схема электрической цепи

Дано:

$$u_3(t) = 10.54 \sin(500t + 58.2^\circ) \text{ [В];}$$

$$R_2 = R_5 = 3 \text{ [Ом]; } L = 10 \text{ [мГн]; } C = 500 \text{ [мкФ].}$$

Найти:

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

1.2 Решение

1.2.1 Составить комплексную схему замещения и определить ее параметры

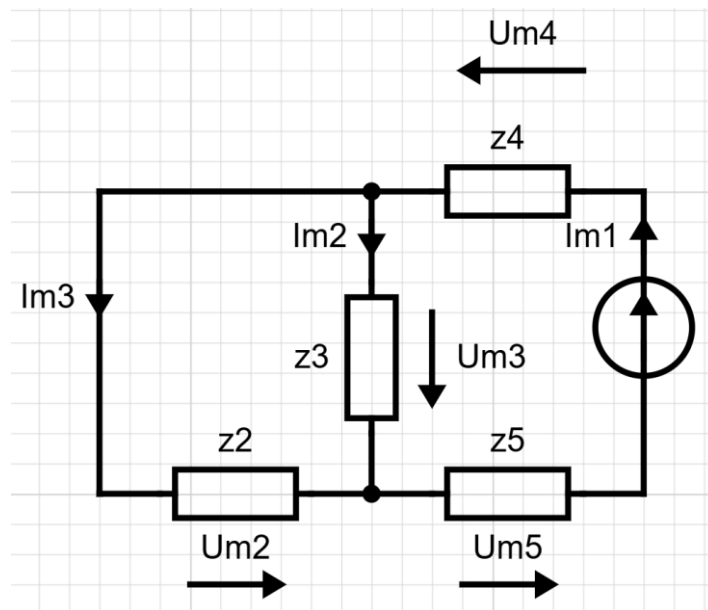


Рисунок 3 – Комплексная схема замещения

$$\underline{U}_{m3} = 10.54e^{58.2^\circ j} \approx 5.5541 + 8.9579j \text{ [В]}$$

$$\underline{z}_2 = \underline{z}_5 = R_2 = R_5 = 3 = 3e^{0^\circ j} \text{ [Ом]}$$

$$\underline{z}_3 = X_L \cdot j = \omega \cdot L \cdot j = 500 \cdot 0.01 \cdot j = 5e^{90^\circ j} \text{ [Ом]}$$

$$\underline{z}_4 = -X_C \cdot j = -\frac{1}{\omega \cdot C} \cdot j = -\frac{1}{500 \cdot 0.0005} \cdot j = -4 \cdot j = 4e^{-90^\circ j} \text{ [Ом]}$$

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

$$\text{ЗО: } \underline{I}_{m2} = \frac{\underline{U}_{m3}}{\underline{z}_3} = \frac{5.5541 + 8.9579j}{5j} \approx 1.7916 - 1.1108j \approx 2.108e^{-31.8^\circ j} \text{ [А]}$$

$$\text{ЗКII для левого контура: } -\underline{U}_{m3} + \underline{I}_{m3}\underline{z}_2 = 0$$

$$\underline{I}_{m3} = \frac{\underline{U}_{m3}}{\underline{z}_2} = \frac{5.5541 + 8.9579j}{3} \approx 1.8514 + 2.986j \approx 3.513e^{58.2^\circ j} \text{ [А]}$$

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

$$\underline{I}_{m1} = \underline{I}_{m2} + \underline{I}_{m3} = 1.8514 + 2.986j + 1.7916 - 1.1108j \approx 3.643 + 1.8752j \\ \approx 4.097e^{27.24^\circ j} \text{ [A]}$$

$$30: \underline{U}_{m2} = \underline{I}_{m3} \underline{Z}_2 = (1.8514 + 2.986j) \cdot 3 \approx 5.5542 + 8.958j \approx 9.637e^{58.2^\circ j} \text{ [B]}$$

$$30: \underline{U}_{m4} = \underline{I}_{m1} \underline{Z}_4 = (3.643 + 1.8752j) \cdot (-4j) \approx 7.5008 - 14.572j \approx 16.389e^{-62.76^\circ j} \text{ [B]}$$

$$30: \underline{U}_{m5} = \underline{I}_{m1} \underline{Z}_5 = (3.643 + 1.8752j) \cdot 3 \approx 10.929 + 5.6256j \approx 12.292e^{27.24^\circ j} \text{ [B]}$$

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

$$\underline{E}_m = 5.5541 + 8.9579j + 7.5008 - 14.572j + 10.929 + 5.6256j = 23.9839 - 0.0115j \\ \approx 23.9839e^{-0.03^\circ j} \text{ [B]}$$

1.2.3 Построить векторные диаграммы для любого узла и любого контура

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

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

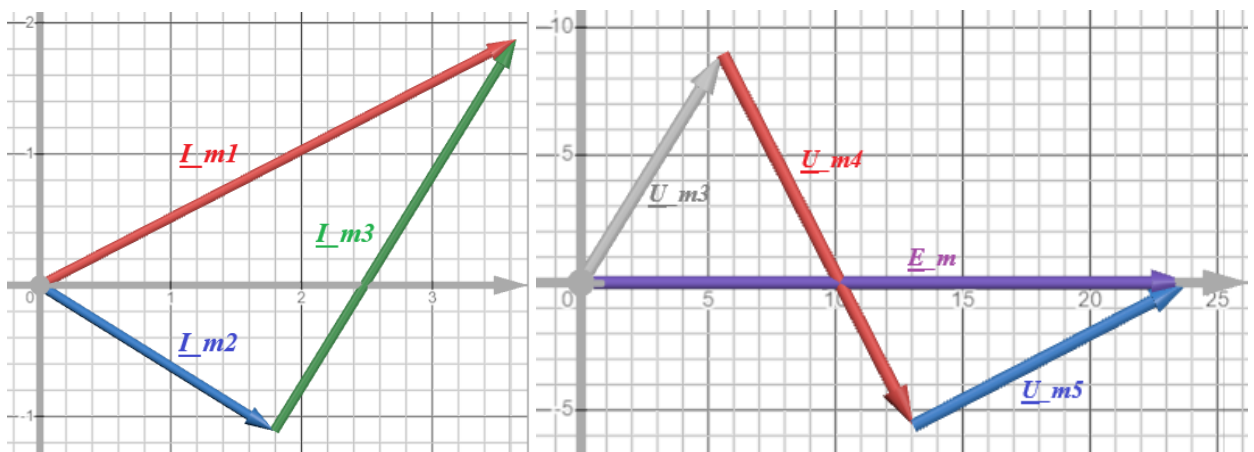


Рисунок 4 – Векторные диаграммы сошлись

1.2.4 Составить баланс мощностей

Полная комплексная мощность источников:

$$\underline{S}_{\text{И}} = \underline{E}_m \cdot \frac{\underline{I}_{m1}^*}{2} = \frac{(23.9839 - 0.0115j) \cdot (3.643 + 1.8752j)}{2} \approx 43.676 - 22.508j \text{ [BA]}$$

Полная комплексная мощность потребителей:

$$\begin{aligned}
\underline{S}_{\Pi} &= \underline{U}_{m2} \cdot \frac{I_{m3}^*}{2} + \underline{U}_{m3} \cdot \frac{I_{m2}^*}{2} + \underline{U}_{m5} \cdot \frac{I_{m1}^*}{2} + \underline{U}_{m4} \cdot \frac{I_{m1}^*}{2} \\
&= \frac{(5.5542 + 8.958j) \cdot (1.8514 - 2.986j)}{2} \\
&\quad + \frac{(5.5541 + 8.9579j) \cdot (1.7916 + 1.1108j)}{2} \\
&\quad + \frac{(3.643 - 1.8752j) \cdot (7.5008 - 14.572j + 10.929 + 5.6256j)}{2} \\
&\approx 18.5158 + 0.0001 + 11.1092j + 25.1817 - 33.5756j \\
&\approx \mathbf{43.698 + 22.466j \text{ [BA]}}
\end{aligned}$$

Суммарная активная мощность:

$$P = R_2 \cdot \frac{I_{m3}^2}{2} + R_5 \cdot \frac{I_{m1}^2}{2} = 3 \cdot \frac{3.513^2}{2} + 3 \cdot \frac{4.097^2}{2} \approx \mathbf{43.69 \text{ [Вт]}}$$

Суммарная реактивная мощность:

$$Q = X_L \cdot \frac{I_{m2}^2}{2} - X_C \cdot \frac{I_{m1}^2}{2} = 5 \cdot \frac{2.108^2}{2} - 4 \cdot \frac{4.097^2}{2} \approx \mathbf{-22.462 \text{ [ВАр]}}$$

$\underline{S}_{\Pi} \approx \underline{S}_{\Pi} \approx \mathbf{P + jQ \approx 43.7 - 22.5j \text{ [BA]}}$ баланс мощностей сошелся (в пределах погрешности).

1.2.5 Перейти от комплексных амплитуд токов и напряжений к мгновенным значениям

$$\underline{X}_m = X_m \cdot e^{j\psi} \Rightarrow x(t) = X_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \psi)$$

Ответ:

$$i_1(t) \approx 4.097 \cdot \sin(500 \cdot t + 27.241^\circ), \quad [\text{A}]$$

$$i_2(t) \approx 2.108 \cdot \sin(500 \cdot t - 31.812^\circ), \quad [\text{A}]$$

$$i_3(t) \approx 3.513 \cdot \sin(500 \cdot t + 58.241^\circ), \quad [\text{A}]$$

$$u_2(t) \approx 9.637 \cdot \sin(500 \cdot t + 58.241^\circ), \quad [\text{B}]$$

$$u_4(t) \approx 16.389 \cdot \sin(500 \cdot t - 62.763^\circ), \quad [\text{B}]$$

$$u_5(t) \approx 12.292 \cdot \sin(500 \cdot t + 27.241^\circ), \quad [\text{B}]$$

$$e(t) \approx 23.984 \cdot \sin(500 \cdot t), \quad [\text{B}]$$

$$\underline{S}_{\Pi} = \underline{S}_{\Pi} = P + jQ \approx 43.7 - 22.5j \text{ [BA]}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Усольцев А. А. Общая электротехника: Учебное пособие. СПб: НИУИТМО, 2013. – 305с. – URL : [ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Учебные издания НИУ ИТМО](#).
2. М. В. Никитина Электротехника: Варианты домашних заданий – СПб: Университет ИТМО – 60 с.
3. Общая электротехника: Расчет цепей синусоидального тока методом комплексных амплитуд – СПб: Университет ИТМО – 2021.