



**«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана»  
(национальный исследовательский университет)  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

# О т ч е т

## о рубежном контроле № 1

## 15 вариант

**Дисциплина: Электротехника**

Студент гр. ИУ6-33Б

22.10.2023

В. К. Залыгин

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2023

## Задание

Для схемы и значений параметров своего варианта ДЗ1:

1. Рассчитать токи методом уравнений Кирхгофа
2. Рассчитать баланс активной мощности

Расчеты следует представить подробно со всеми промежуточными выкладками в рукописном виде. После аналитического вывода системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с действительными коэффициентами для каждого из методов решение СЛАУ можно выполнить в любом математическом пакете. Обозначения в формулах должны быть отмечены на чертеже схемы и объяснены в тексте.

### Параметры к РК1 и ДЗ1

ЭДС

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
1	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200
2	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-100j	200	200j
3	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\sin(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-100-200j	200	200j	200-200j
4	$100\sin(\omega t+90^\circ)$	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$
5	$100\cos(\omega t-180^\circ)$	200+200j	-200-200j	200	200j	200-200j	$100\cos(\omega t+270^\circ)$	$100\sin(\omega t+90^\circ)$

### Пассивные компоненты

Обозначения групп	<b>Z1*</b>	<b>Z2*</b>	<b>Z3*</b>	<b>Z4*</b>	<b>Z5*</b>	<b>Z6*</b>	<b>Z7*</b>	<b>Z8*</b>
1	100 Ом	<b>100 мГн</b>	10 мкФ	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн
2	100 мГн	10 мкФ	200 Ом	<b>200 мГн</b>	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом
3	10 мкФ	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	<b>400 мГн</b>	100 Ом	100 мГн
4	200 Ом	200 мГн	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом	100 мГн	<b>10 мкФ</b>
5	<b>200 мГн</b>	20 мкФ	400 Ом	400 мГн	100 Ом	100 мГн	10 мкФ	200 Ом

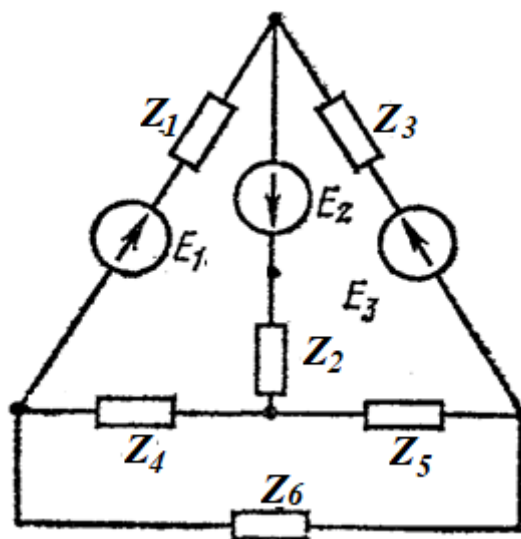
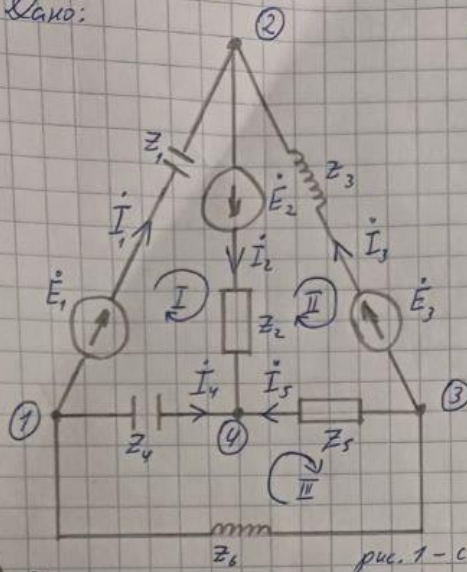


Рисунок 1 - схема

# Решение

Дано:



15 вариант 3 группа:

$$C_1 = 10 \mu\text{кФ}$$

$$R_2 = 200 \Omega$$

$$L_3 = 200 \text{ мГн}$$

$$C_4 = 20 \mu\text{кФ}$$

$$R_5 = 400 \Omega$$

$$L_6 = 400 \text{ мГн}$$

$$E_1 = 100 \cos(\omega t + 270^\circ)$$

$$E_2 = 100 \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$E_3 = 100 \sin(\omega t - 180^\circ)$$

$$\omega = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Решение:

Вычислим комплексные амплитуды для источников напряжения

$$E_1 = 100 \cos(\omega t + 270^\circ) = 100 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$\tilde{E}_1 = 100 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) + j 100 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = 100 e^{j(\omega t - \frac{\pi}{2})} = 100 e^{-j\frac{\pi}{2}} e^{j\omega t}$$

$$\underline{\tilde{E}_1} = 100 e^{-j\frac{\pi}{2}} = -100j$$

$$E_2 = 100 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(\frac{\pi}{2} - \omega t - \frac{\pi}{2}) = 100 \cos(-\omega t)$$

$$\underline{\tilde{E}_2} = 100$$

$$E_3 = 100 \sin(\omega t + \pi) = 100 \cos(\frac{\pi}{2} - \omega t - \pi) = 100 \cos(-\frac{\pi}{2} - \omega t)$$

$$\underline{\tilde{E}_3} = -100j$$

Вычислим импедансы:

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1}{j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = -50j$$

$$Z_2 = R_2 = 200$$

$$Z_3 = j\omega L_3 = j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 400j$$

$$Z_4 = \frac{1}{j\omega C_4} = -j \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^2 = -25j$$

$$Z_5 = R_5 = 400$$

$$Z_6 = j\omega L_6 = j \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 800j$$

рис. 1 - схема



Вычислим токи в ветвях по законам Кирхгофа:

По I закону Кирхгофа:

$$\begin{cases} 2: \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0 \\ 3: \dot{I}_3 + \dot{I}_5 + \dot{I}_6 = 0 \\ 4: \dot{I}_2 + \dot{I}_4 + \dot{I}_8 = 0 \end{cases}$$

По II закону Кирхгофа:

$$\begin{cases} I: \dot{I}_1 Z_1 + \dot{I}_2 Z_2 - \dot{I}_4 Z_4 = \dot{E}_1 + \dot{E}_2 \\ II: \dot{I}_3 Z_3 + \dot{I}_2 Z_2 - \dot{I}_5 Z_5 = \dot{E}_3 + \dot{E}_2 \\ III: \dot{I}_6 Z_6 + \dot{I}_4 Z_4 - \dot{I}_5 Z_5 = 0 \end{cases}$$

Составим уравнения МММ  $Z \cdot \dot{I} = \dot{E}$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ Z_1 & Z_2 & 0 & -Z_4 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & Z_3 & 0 & -Z_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 & -Z_5 & Z_6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \\ \dot{I}_3 \\ \dot{I}_4 \\ \dot{I}_5 \\ \dot{I}_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 100 - 100j \\ 100 - 100j \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \dot{I} = \begin{pmatrix} 0,65 - 0,23j \\ 0,58 - 0,25j \\ -0,07 - 0,02j \\ -0,65 + 0,20j \\ 0,06 + 0,05j \\ 0,01 - 0,03j \end{pmatrix}$$

$$\dot{I}^* = \begin{pmatrix} 0,65 + 0,23j \\ 0,58 + 0,25j \\ -0,07 + 0,02j \\ -0,65 - 0,20j \\ 0,06 - 0,05j \\ 0,01 + 0,03j \end{pmatrix}$$

Выполним проверку на баланс мощности:

$$P_{\text{выходная}} = \sum_{i=1}^3 \dot{I}_i^* \dot{E}_i = (0,65 + 0,23j) \cdot (-100j) + (0,58 + 0,25j) \cdot 100 + (-0,07 + 0,02j) \cdot (-100j) = 84 - 33j$$

$$P_{\text{выходная}} = \sum_{i=1}^6 \dot{I}_i^* \dot{I}_i^* Z_i = (0,65 - 0,23j)(0,65 + 0,23j) \cdot (-50j) + (0,58 - 0,25j)(0,58 + 0,25j) \cdot (200) + (-0,07 - 0,02j)(-0,07 + 0,02j) \cdot (400j) + (-0,65 + 0,20j)(-0,65 - 0,20j) \cdot (-25j) + (0,06 + 0,05j)(0,06 - 0,05j) \cdot (400) + (0,01 - 0,03j)(0,01 + 0,03j) \cdot (800j) =$$

$$= 83,876 - 32,84j$$

$$84 - 33j \approx 83,876 - 32,84j - \text{баланс выполнен}$$

Ответ:  $\dot{I}_1 = 0,65 - 0,23j$   
 $\dot{I}_2 = 0,58 - 0,25j$   
 $\dot{I}_3 = -0,07 - 0,02j$   
 $\dot{I}_4 = -0,65 + 0,20j$   
 $\dot{I}_5 = 0,06 + 0,05j$   
 $\dot{I}_6 = 0,01 - 0,03j$

## **Вывод**

Был выполнен расчет токов в ветвях схемы методом уравнений Киргофа и метода комплексных амплитуд с помощью математического пакета Wolfram Alpha. Решение проверено путём вычисления активной мощности системы.

