



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана национальный исследовательский
университет» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Модульное домашнее задание №1
ПО ДИСЦИПЛИНЕ "Электротехника"

Студент группы ИУ1-31Б

Соин А. Д.
«26» октября 2025 г.

Преподаватель

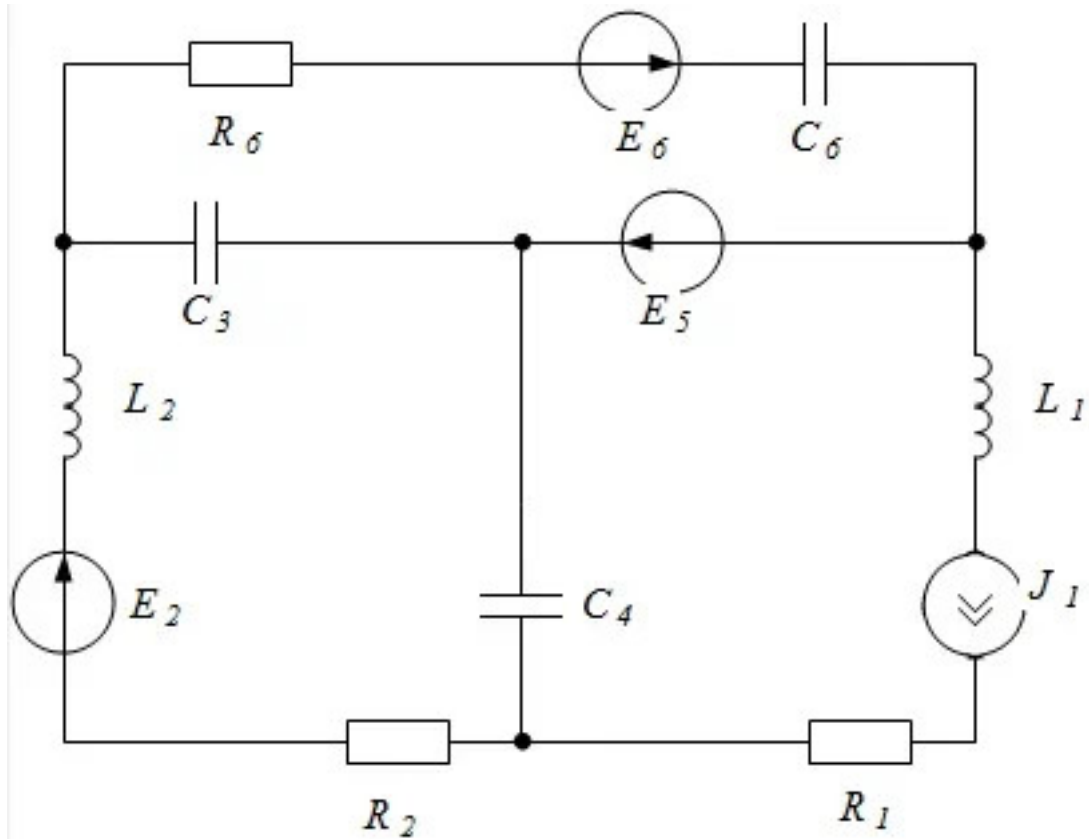
Васюков С. А.
«_____» _____ 2025 г.

Москва, 2025

Содержание

1	Исходные данные	2
2	Направления токов	3
3	Направления токов	4
4	Эквивалентные сопротивления	4
4.1	Перевод исходных величин в комплексную плоскость	4
4.2	Сопротивления в ветвях	5
5	Направления токов на Эквивалентной схеме	5
5.1	Токи в ветвях	5
5.2	Токи в ветвях	6
5.3	Напряжение на источнике тока	6
6	Метод узловых потенциалов	7
7	Метод эквивалентного генератора	8
8	Проверка	9

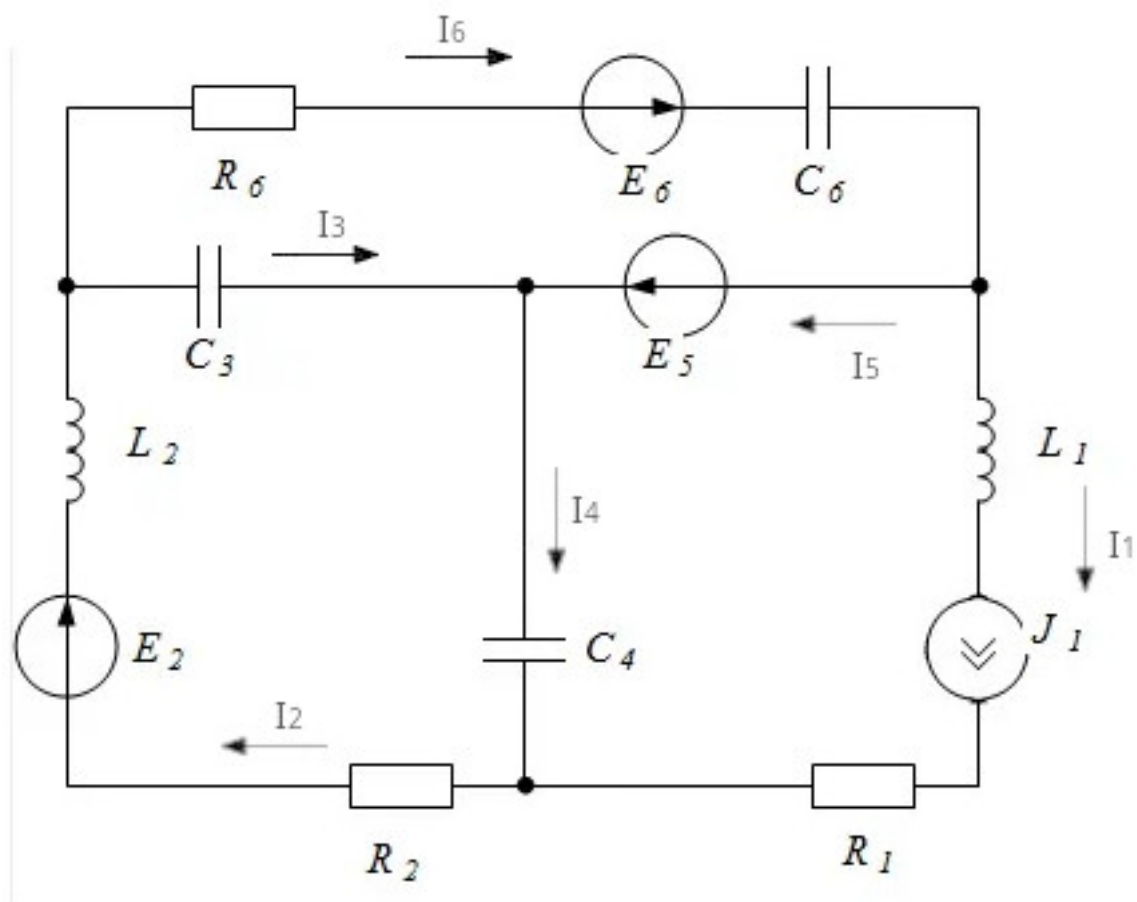
1 Исходные данные



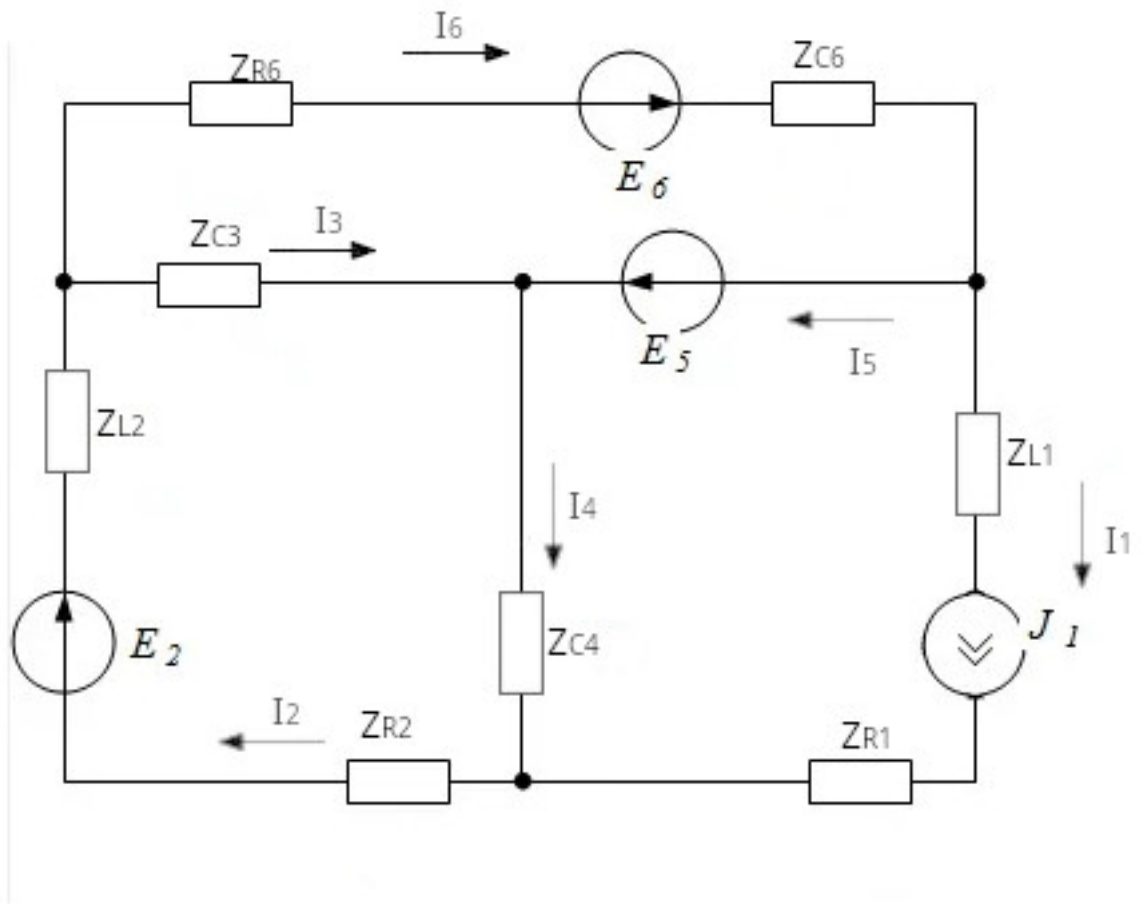
Вариант 15 , группа

$J_1(t)=5,7\sin(1000t+3,142)$, $e_2(t)=358,1\sin(1000t+4,554)$,
 $e_5(t)=1019,8\sin(1000t+-0,983)$, $e_6(t)=1522,4\sin(1000t+2,528)$,
 $R_1=40\ \text{Ом}$, $L_1=50\ \text{мГн}$, $R_2=40\ \text{Ом}$, $L_2=60\ \text{мГн}$,
 $C_3=50,0\ \text{мкФ}$, $C_4=20,0\ \text{мкФ}$, $R_6=50\ \text{Ом}$, $C_6=20,0\ \text{мкФ}$,

2 Направления токов



3 Направления токов



4 Эквивалентные сопротивления

4.1 Перевод исходных величин в комплексную плоскость

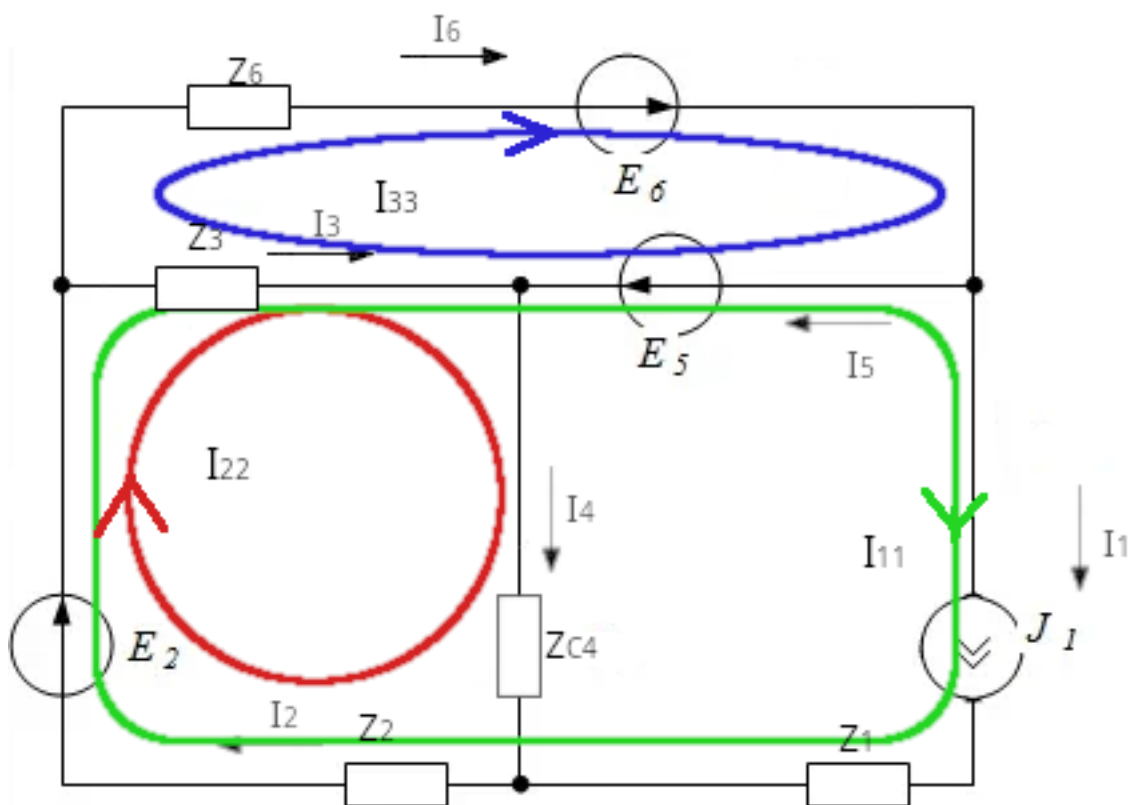
- $Z_{R1} = R_1 = 40 \text{ Ом}$
- $Z_{R6} = R_6 = 50 \text{ Ом}$
- $Z_{R2} = R_2 = 40 \text{ Ом}$
- $Z_{L1} = \omega L_1 j = 50j \text{ Ом}$
- $Z_{L2} = \omega L_2 j = 60j \text{ Ом}$
- $Z_{C3} = \frac{-j}{\omega C_2} = -20j \text{ Ом}$
- $Z_{C4} = \frac{-j}{\omega C_4} = -50j \text{ Ом}$

- $Z_{C6} = \frac{-j}{\omega C_6} = -50j \text{ Ом}$
- $J_1 = -4 \text{ А}$
- $E_2 = -40 - 250j \text{ В}$
- $E_5 = 400 - 600j \text{ В}$
- $E_6 = -880 + 620j \text{ В}$

4.2 Сопротивления в ветвях

- $Z_1 = Z_{R1} + Z_{L1} = 40 + 50j \text{ Ом}$
- $Z_2 = Z_{R2} + Z_{L2} = 40 + 60j \text{ Ом}$
- $Z_3 = Z_{C3} = -20j \text{ Ом}$
- $Z_4 = Z_{C4} = -50j \text{ Ом}$
- $Z_5 = 0 \text{ Ом}$
- $Z_6 = Z_{R6} + Z_{C6} = 50 - 50j \text{ Ом}$

5 Направления токов на Эквивалентной схеме



5.1 Токи в ветвях

$$\overline{I_{11}} = \overline{J_1} = -4 \quad (1)$$

$$\overline{I_{22}}(Z_2 + Z_3 + Z_4) + \overline{I_{11}}(Z_2 + Z_3) - \overline{I_{33}}(Z_3) = \overline{E_2} \quad (2)$$

$$\overline{I_{33}}(Z_3 + Z_6) - \overline{I_{22}}Z_3 = \overline{E_5} + \overline{E_6} \quad (3)$$

Рассмотрим (1):

$$\overline{I_{22}}(40 - 10j) - 4(40 + 40j) - \overline{I_{33}}(-20j) = -40 - 250j$$

$$\overline{I_{22}}(40 - 10j) - \overline{I_{33}}(-20j) = 120 - 90j \quad (4)$$

Рассмотрим (3):

$$\overline{I_{33}}(50 - 70j) - \overline{I_{22}}(-20j) - (-4)(-20j) = (400 - 600j) + (-880 + 620j)$$

$$\overline{I_{33}}(50 - 70j) - \overline{I_{22}}(-20j) = -480 + 100j$$

Отсюда $\overline{I_{22}} = 1$ и $\overline{I_{33}} = -4 - 4j$

5.2 Токи в ветвях

- $\overline{I_1} = \overline{I_{11}} = -4$
- $\overline{I_2} = \overline{I_{11}} + \overline{I_{22}} = -3$
- $\overline{I_3} = \overline{I_{11}} + \overline{I_{22}} - \overline{I_{33}} = -7 + 4j$
- $\overline{I_4} = \overline{I_{22}} = 1$
- $\overline{I_5} = -\overline{I_{11}} + \overline{I_{33}} = -4j$
- $\overline{I_6} = \overline{I_{33}} = -4 - 4j$

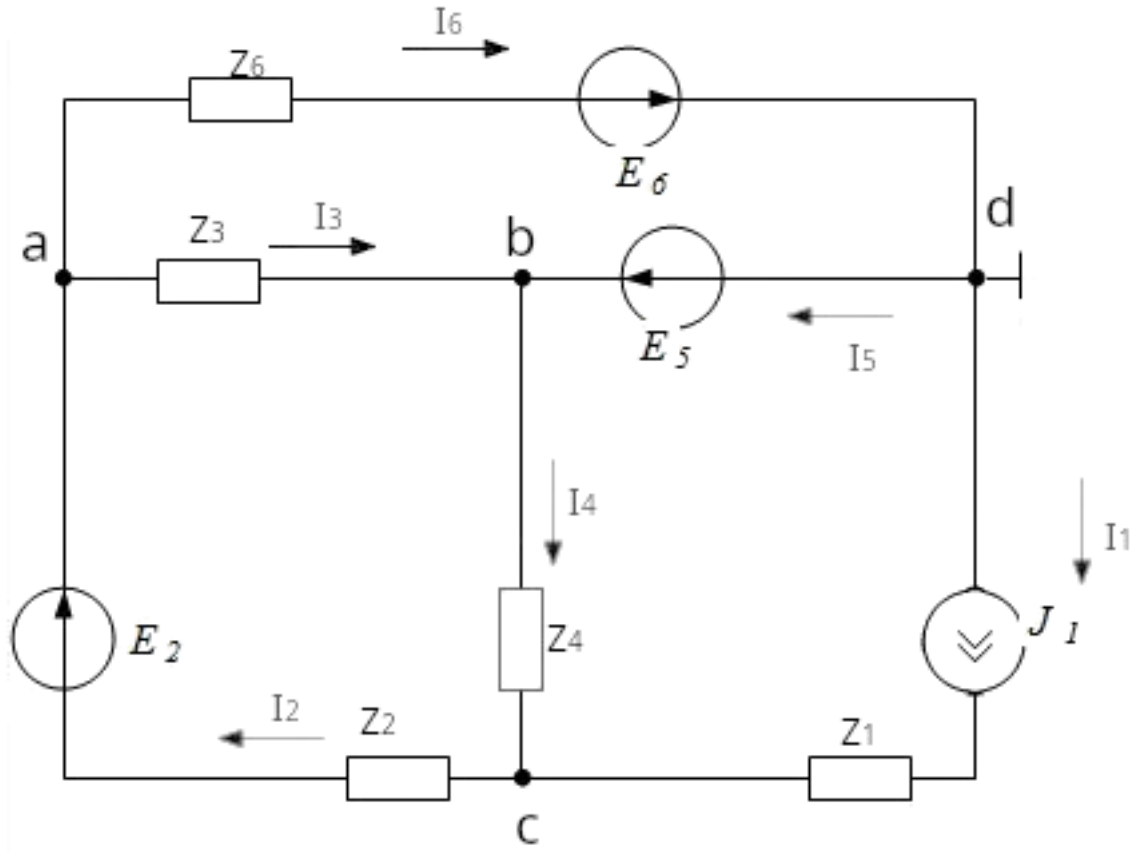
5.3 Напряжение на источнике тока

Найдем напряжение на источнике тока по 2-ому закону Кирхгофа

$$\overline{I_1}Z_1 + \overline{I_2}Z_2 + \overline{I_3}Z_3 = \overline{E_2} - \overline{E_5} + U_j \quad (5)$$

$$\overline{U_j} = (\overline{I_1}Z_1 + \overline{I_2}Z_2 + \overline{I_3}Z_3) + (-\overline{E_2} + \overline{E_5}) = 240 - 750j \quad (6)$$

6 Метод узловых потенциалов



Примем потенциал в точке **b** за 0 ($\phi_d = 0$, $\phi_b = \overline{E5}$) Рассмотрим токи в ветвях:

$$\begin{cases} \overline{I_1} = \frac{\phi_c - \phi_d}{Z_1 + \infty} + \overline{J_1} \\ \overline{I_2} = \frac{\phi_a - \phi_c + E_2}{Z_2 + 0} \\ \overline{I_3} = \frac{\phi_a - \phi_b}{Z_3} \\ \overline{I_4} = \frac{\phi_c - \phi_b}{Z_4} \\ \overline{I_6} = \frac{\phi_d - \phi_a + E_6}{Z_6 + 0} \end{cases} \quad (7)$$

Рассмотрим узел **c**:

$$\begin{aligned} \overline{I_1} + \overline{I_4} - \overline{I_2} &= 0 \\ \frac{\phi_c - \phi_d}{Z_1 + \infty} + \overline{J_1} + \frac{\phi_c - \phi_b}{Z_4} - \frac{\phi_a - \phi_c + E_2}{Z_2 + 0} &= 0 \\ \phi_a \frac{1}{Z_2 + 0} + \phi_b \frac{1}{Z_4} - \phi_c \left(\frac{1}{Z_1 + \infty} + \frac{1}{Z_4} + \frac{1}{Z_2 + 0} \right) + \phi_d \frac{1}{Z_1 + \infty} &= \overline{J_1} + \frac{E_2}{Z_2 + 0} \end{aligned} \quad (8)$$

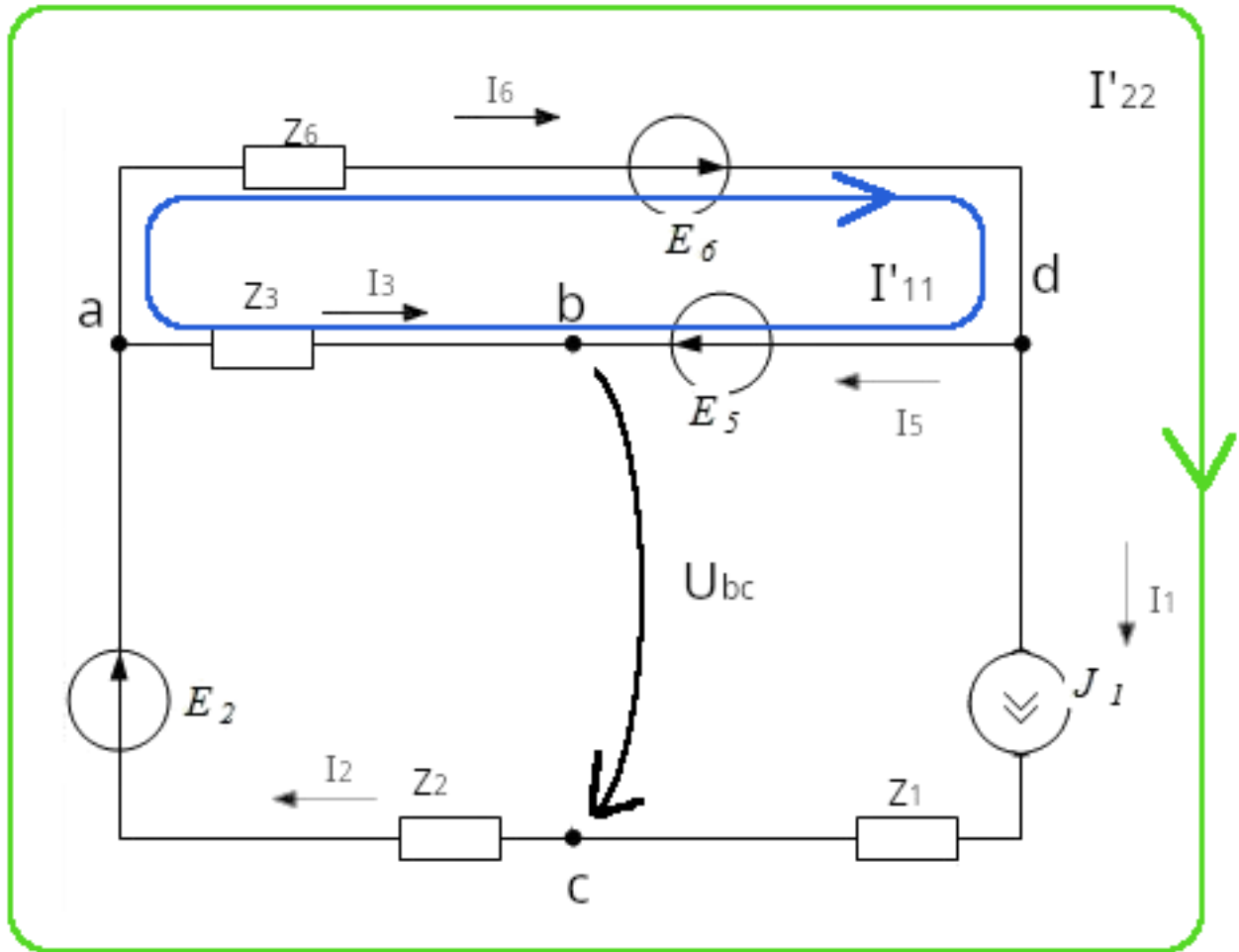
Рассмотрим узел **a**:

$$\begin{aligned} \overline{I_2} - \overline{I_3} - \overline{I_6} &= 0 \\ \frac{\phi_a - \phi_c + E_2}{Z_2 + 0} - \frac{\phi_a - \phi_b}{Z_3} - \frac{\phi_d - \phi_a + E_6}{Z_6 + 0} &= 0 \\ \phi_a \left(\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_6 + 0} - \frac{1}{Z_2 + 0} \right) + \phi_b \frac{1}{Z_3} + \phi_c \frac{1}{Z_2 + 0} + \phi_d \frac{1}{Z_6 + 0} &= -\frac{E_2}{Z_2 + 0} + \frac{E_6}{Z_6 + 0} \end{aligned} \quad (9)$$

Получаем следующие уравнения:

$$\begin{cases} \phi_a \frac{1}{Z_2+0} + \phi_b \frac{1}{Z_4} - \phi_c \left(\frac{1}{Z_1+\infty} + \frac{1}{Z_4} + \frac{1}{Z_2+0} \right) + \phi_d \frac{1}{Z_1+\infty} = \overline{J_1} + \frac{E_2}{Z_2+0} \\ \phi_a \left(\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_6+0} - \frac{1}{Z_2+0} \right) + \phi_b \frac{1}{Z_3} + \phi_c \frac{1}{Z_2+0} + \phi_d \frac{1}{Z_6+0} = -\frac{E_2}{Z_2+0} + \frac{E_6}{Z_6+0} \\ \phi_d = 0 \\ \phi_b = \overline{E_5} \end{cases} \quad (10)$$

7 Метод эквивалентного генератора



Контурные токи

$$\begin{cases} \overline{I'_{22}} = \overline{J_1} = -4 \\ \overline{I'_{11}} = \frac{E_6 + \overline{E_5} - \overline{I'_{22}} Z_6}{Z_6 + Z_3} = \frac{(400 - 600j) + (-880 + 620j) - (-4)(50 - 50j)}{(50 - 50j) + (-20j)} = \frac{-280 - 180j}{50 - 70j} \end{cases} \quad (11)$$

Отсюда

$$\begin{cases} \overline{I_2} = \overline{I'_{22}} = -4 \\ \overline{I_3} = \overline{I'_{11}} = -\frac{280 - 180j}{50 - 70j} = \frac{+280 + 180j}{50 - 70j} \end{cases} \quad (12)$$

Рассмотрим контур включающий ветви 2, 3 и разрыв U_{bc} , направление обхода по часовой

стрелке

$$U_{bc} + I_2 Z_2 + I_3 Z_3 = E_2 \quad (13)$$

$$U_{bc} = E_2 - I_2 Z_2 - I_3 Z_3 = (-40 - 250j) - (-4)(40 + 60j) - \frac{+280 + 180j}{50 - 70j}(-20j) = \frac{1580 - 230i}{37} \quad (14)$$

Эквивалентное сопротивление

$$Z = Z_2 + \frac{Z_3 Z_6}{Z_3 + Z_6} = (40 + 60j) + \frac{(-20j)(50 - 50j)}{(-20j) + (50 - 50j)} = \frac{1580 + 1620j}{37} \quad (15)$$

Найдем ток в ветви 4

$$\overline{I_4} = \frac{U_{bc}}{Z + Z_4} = \frac{\frac{1580 - 230i}{37}}{\frac{1580 + 1620i}{37} + (-50j)} = 1 \quad (16)$$

8 Проверка

В результате решения получены следующие токи:

- $\overline{I_1} = -4$
- $\overline{I_2} = -3$
- $\overline{I_3} = -7 + 4j$
- $\overline{I_4} = 1$
- $\overline{I_5} = -4j$
- $\overline{I_6} = -4 - 4j$

Проверка токов

Вариант

15

Ток I1

Re -4

Im 0

Ток I2

Re -3

Im 0

Ток I3

Re 1

Im 4

Ток I4

Re 1

Im 0

Ток I5

Re 0

Im -4

Ток I6

Re -4

Im -4

Напряжение Uj

Re 240

Im -750

ВЕРНО