



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.

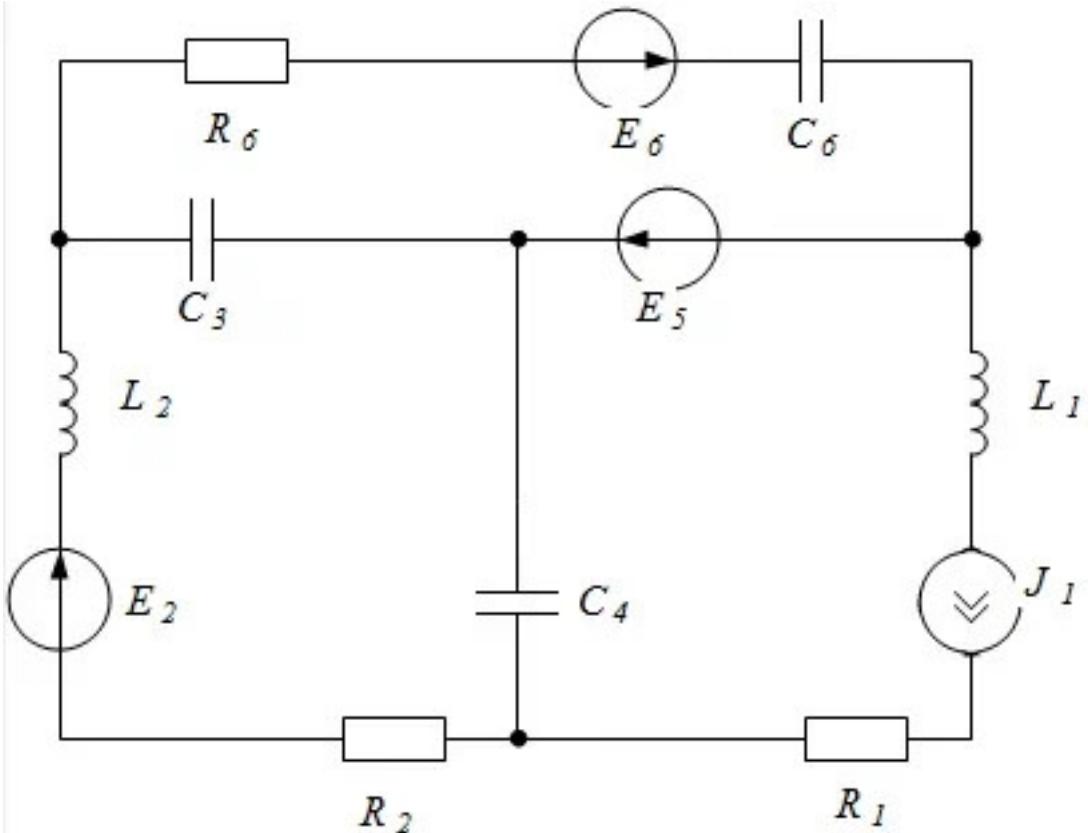
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Москва, 2025

# **Содержание**

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

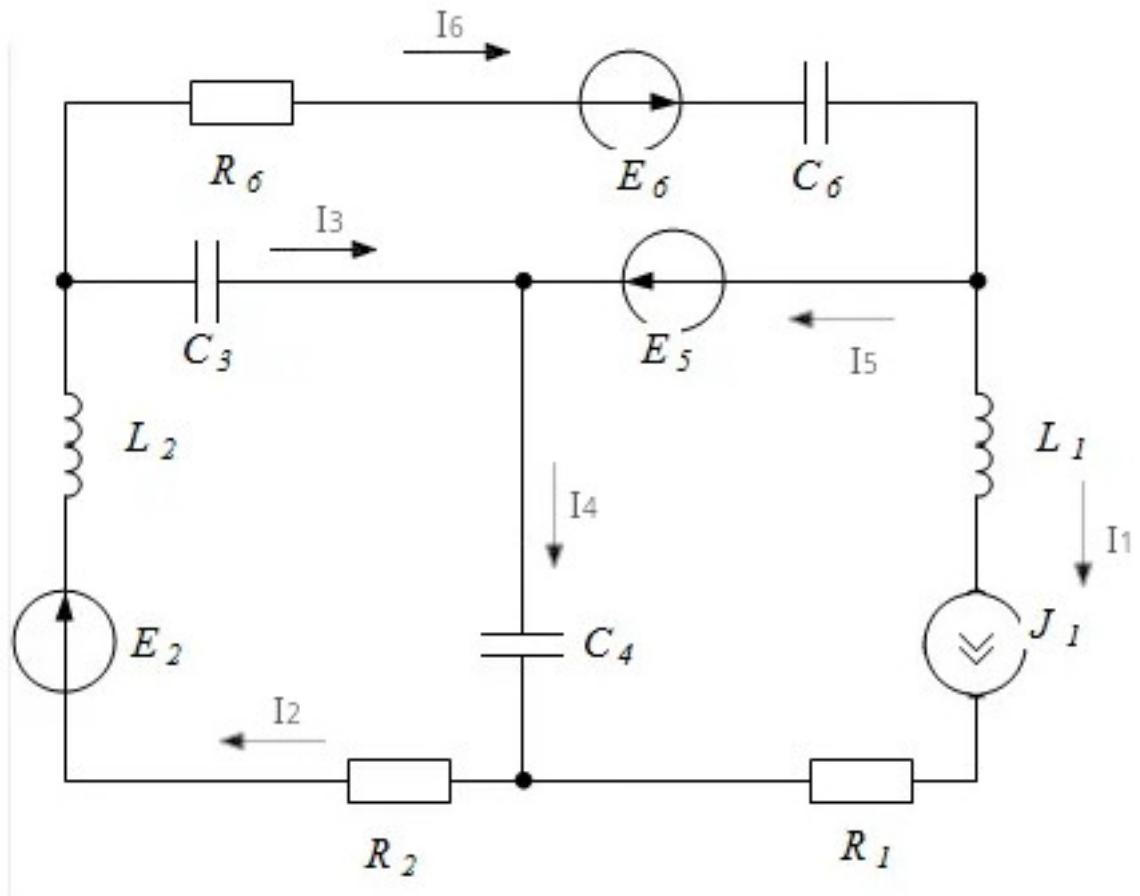
1 Исходные данные



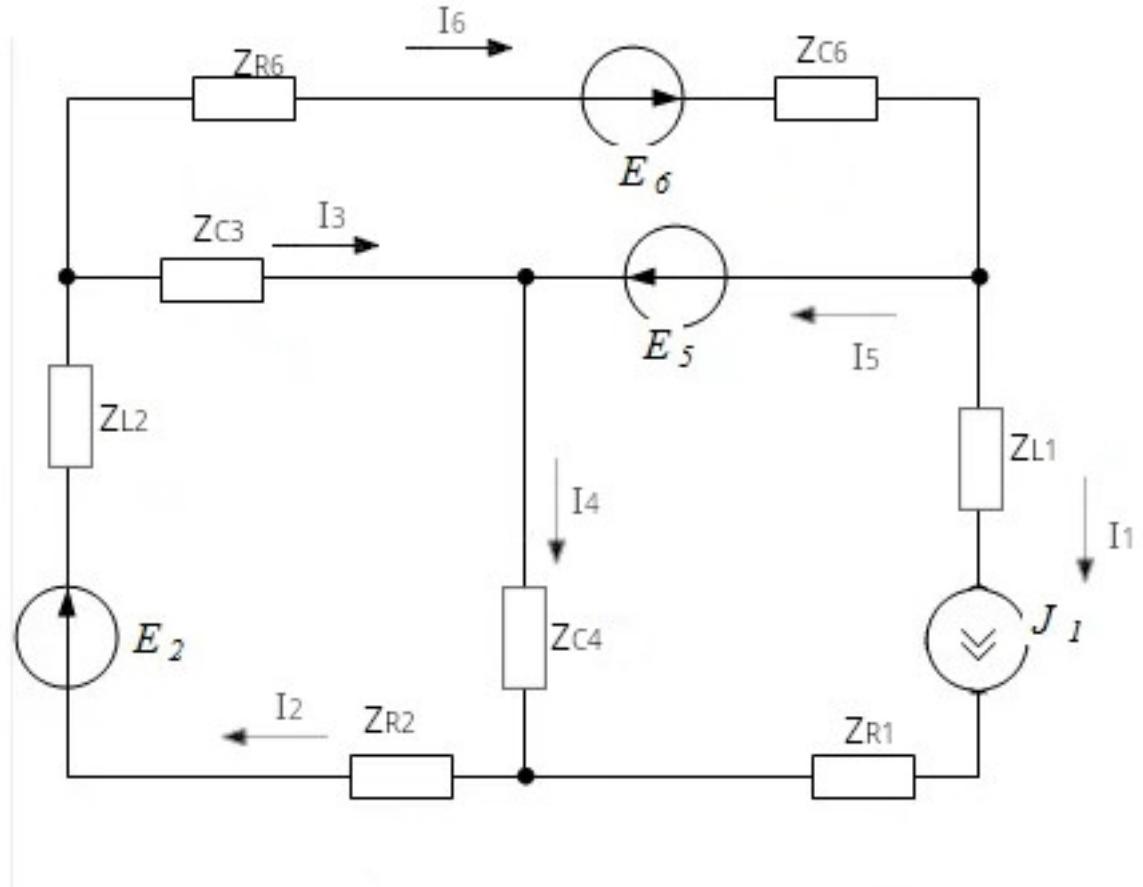
Вариант 15 , группа

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

## 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

- $Z_1 = Z_{R1} + Z_{L1} = 40 + 50j \text{ Ом}$

- $Z_2 = Z_{R2} + Z_{L2} = 40 + 60j \text{ Ом}$

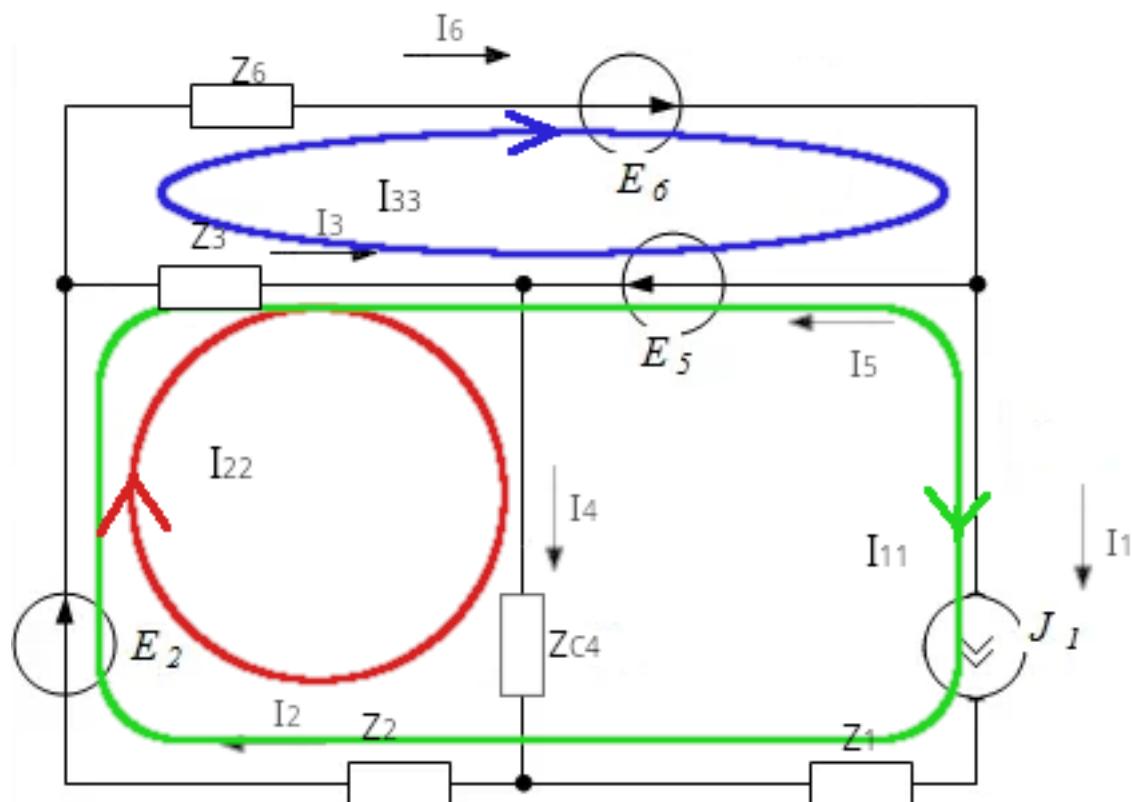
- $Z_3 = Z_{C3} = -20j \text{ Ом}$

- $Z_4 = Z_{C4} = -50j \text{ Ом}$

- $Z_5 = 0 \text{ Ом}$

- $Z_6 = Z_{R6} + Z_{C6} = 50 - 50j \text{ Ом}$

#### 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

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

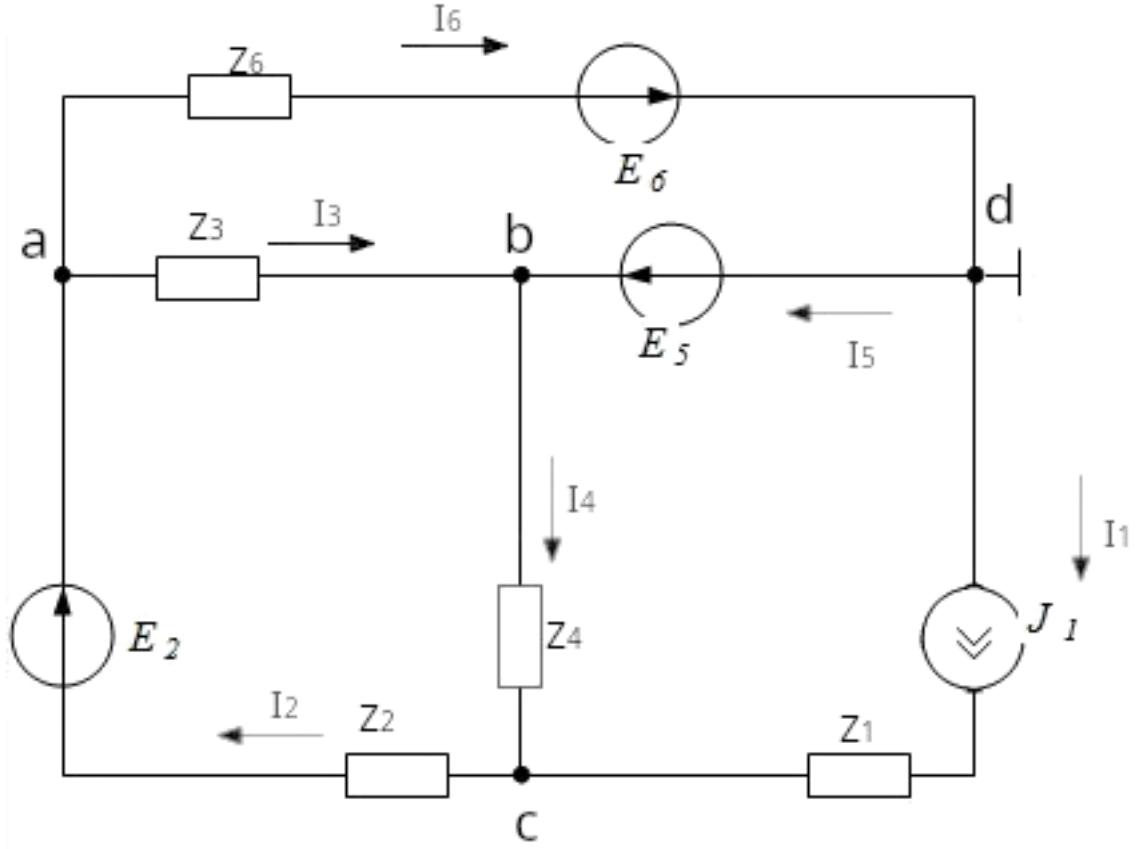
## 5.3 Напряжение на источнике тока

Найдем напряжение на источник 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 ( $\phi_d = 0$ ,  $\phi_b = \overline{E_5}$ ) 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**:

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

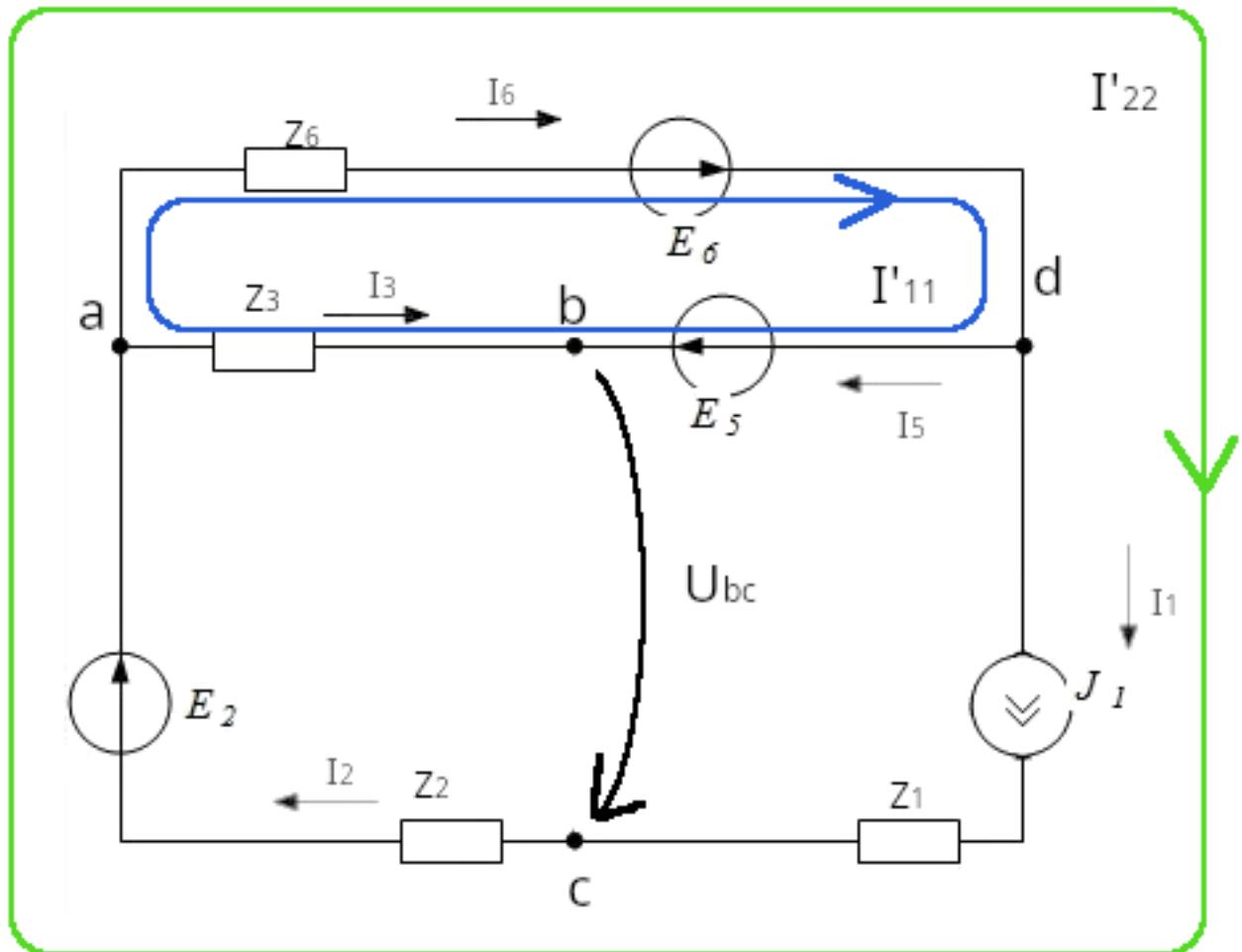
Рассмотрим узел **a**:

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

Получаем следующие уравнения:

$$\begin{cases} \phi_a \frac{1}{Z_2+0} + \phi_b \frac{1}{Z_4} - \phi_c \left( \frac{1}{Z_1+\infty} + \frac{1}{Z_4} + \frac{1}{Z_2+0} \right) + \phi_d \frac{1}{Z_1+\infty} = \bar{J}_1 + \frac{E_2}{Z_2+0} \\ \phi_a \left( \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_6-0} - \frac{1}{Z_2+0} \right) + \phi_b \frac{1}{Z_3} + \phi_c \frac{1}{Z_2+0} + \phi_d \frac{1}{Z_6+0} = -\frac{E_2}{Z_2+0} + \frac{E_6}{Z_6+0} \\ \phi_d = 0 \\ \phi_b = \bar{E}5 \end{cases} \quad (10)$$

## 7 Метод эквивалентного генератора



Контурные токи

$$\begin{cases} \bar{I}_{22}' = \bar{J}_1 = -4 \\ \bar{I}_{11}' = \frac{\bar{E}_6 + \bar{E}_5 - \bar{I}_{22}' Z_6}{Z_6 + Z_3} = \frac{(400 - 600j) + (-880 + 620j) - (-4)(50 - 50j)}{(50 - 50j) + (-20j)} = \frac{-280 - 180j}{50 - 70j} \end{cases} \quad (11)$$

Отсюда

$$\begin{cases} \bar{I}_2 = \bar{I}_{22}' = -4 \\ \bar{I}_3 = \bar{I}_{11}' = -\frac{-280 - 180j}{50 - 70j} = \frac{+280 + 180j}{50 - 70j} \end{cases} \quad (12)$$

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