

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

*Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова
Департамент компьютерной инженерии*

**Отчет по результатам домашней работы №1
Электротехника, электроника и метрология.
Вариант №5**

Подготовил:
Горбачева Валерия Юрьевна, БИВ201
Проверил:
Рябов Никита Иванович

Москва, 2022

Оглавление

Условие.....	3
Задание №1. Написать по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных токов и напряжений в ветвях схемы.....	4
Задание №2. Определить неизвестные токи и напряжения в ветвях схемы, решив полученную систему уравнений.....	5
Задание №3. Составить баланс мощностей для исходной схемы.....	6
Задание №4. Определить напряжение измеряемое вольтметрами	6
Задание №5. Рассчитать режим схемы с помощью программы SPICE.....	6

Условие

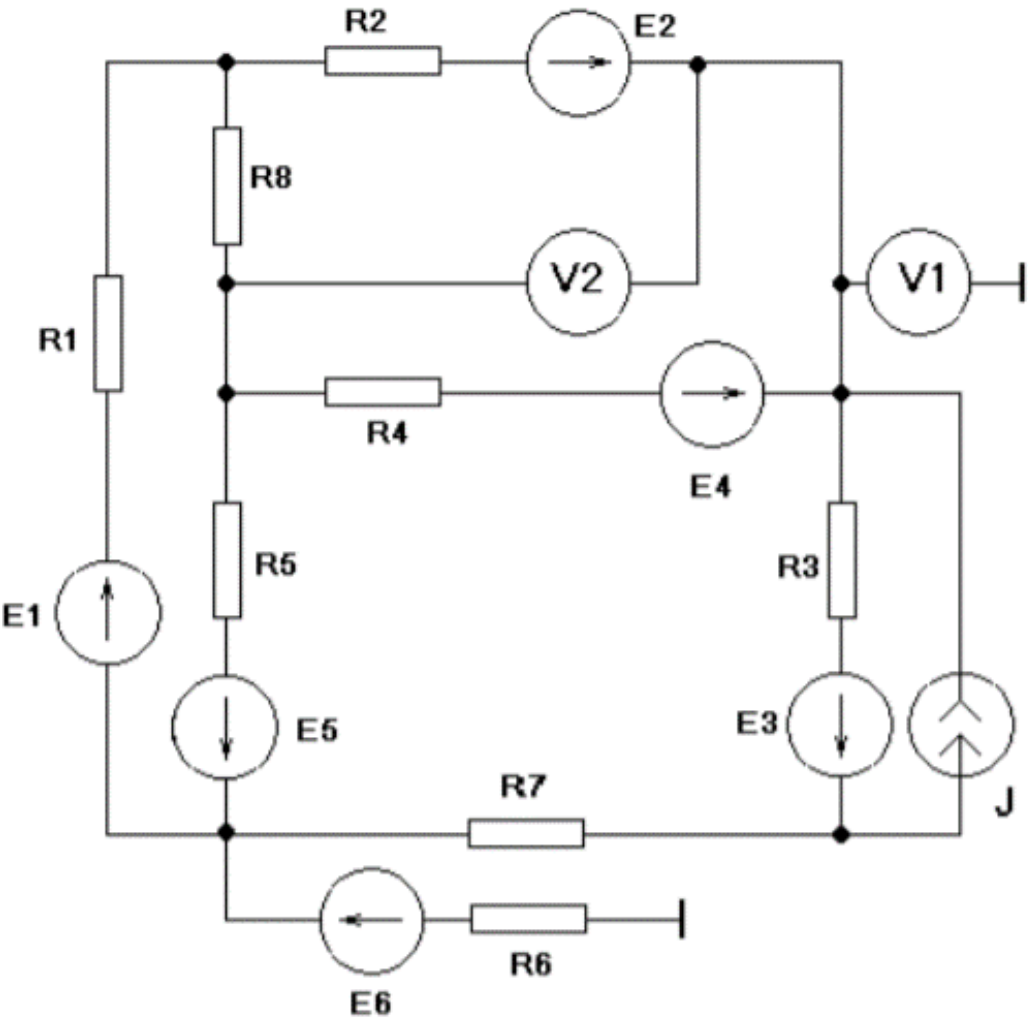


Рис.1. Исследуемая схема

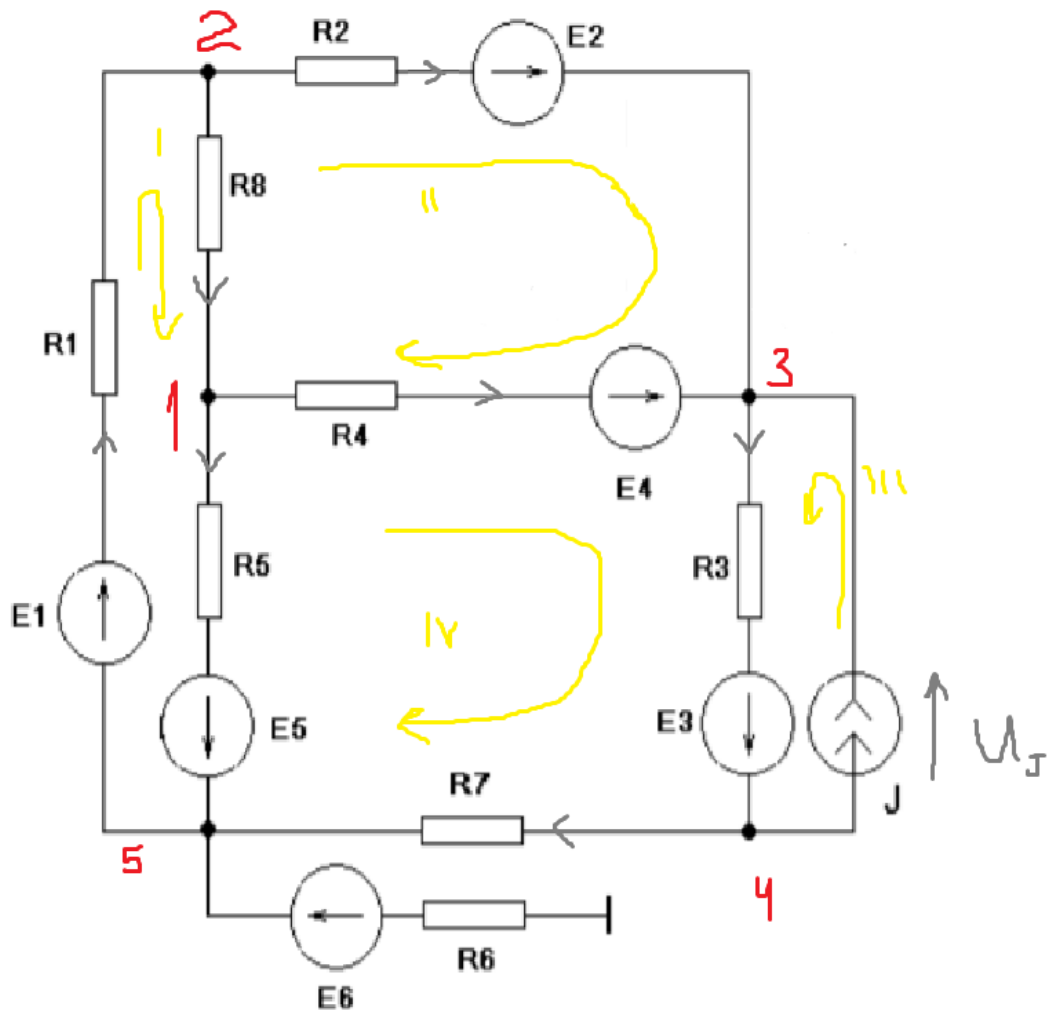
вариант 5

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	E1	E2	E3	E4	E5	E6	J, A
Om								B						
8	5	4	6	6	7	2	3	20	50	30	40	50	30	1

Таблица с данными.

Задание №1. Написать по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных токов и напряжений в ветвях схемы.

В схеме работы укажем направления токов и выберем направления обхода для второго закона Кирхгофа.



Заметим, что на 6 ветку ток течь не будет, так как она заземлена, а значит $I_6 = 0$. Получается 8 веток.

В данной цепи 5 узлов, а значит нужно составить $5 - 1 = 4$ уравнения по ЗТК и $8 - 5 + 1 = 4$ уравнения по ЗНК. Уравнения закона токов Кирхгофа составим для узлов 1, 2, 3 и 4, а уравнения напряжений Кирхгофа для контуров I, II, III и IV. Получим систему:

$$1: I_8 - I_4 - I_5 = 0$$

$$2: I_1 - I_2 - I_8 = 0$$

$$3: I_2 + I_4 - I_3 + J = 0$$

$$4: I_3 - I_7 - J = 0$$

$$\text{I: } I_1 R_1 + I_8 R_8 + I_5 R_5 = E_1 + E_5$$

$$\text{II: } I_2 R_2 - I_4 R_4 - I_8 R_8 = E_2 - E_4$$

$$\text{III: } I_3 R_3 = U_J + E_3$$

$$\text{IV: } I_4 R_4 + I_3 R_3 + I_7 R_7 - I_5 R_5 = E_4 + E_3 - E_5$$

Задание №2. Определить неизвестные токи и напряжения в ветвях схемы, решив полученную систему уравнений.

Подставим значения в уравнения.

$$\left\{ \begin{array}{l} I_8 - I_4 - I_5 = 0 \\ I_1 - I_2 - I_8 = 0 \\ I_2 + I_4 - I_3 + 1 = 0 \\ I_3 - I_7 - 1 = 0 \\ I_1 * 8 + I_8 * 3 + I_5 * 6 = 20 + 50 \\ I_2 * 5 - I_4 * 6 - I_8 * 3 = 50 - 40 \\ I_3 * 4 = U_J + 30 \\ I_4 * 6 + I_3 * 4 + I_7 * 2 - I_5 * 6 = 40 + 30 - 50 \end{array} \right.$$

Решим систему уравнений. Получаем следующие значения:

$$I_1 = 6,327$$

$$I_2 = 3,914$$

$$I_3 = 5,303$$

$$I_4 = 0,389$$

$$I_5 = 2,024$$

$$I_7 = 4,303$$

$$I_8 = 2,413$$

$$U_J = -8,790$$

Задание №3. Составить баланс мощностей для исходной схемы.

$$P_{\Pi} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_7^2 R_7 + I_8^2 R_8$$

$$= 6,327^2 * 8 + 3,914^2 * 5 + 5,303^2 * 4 + 0,389^2 * 6 + 2,024^2 * 6$$

$$+ 4,303^2 * 2 + 2,413^2 * 3$$

$$P_{\Pi} \approx 589,318 \text{ Вт}$$

$$P_A = E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3 + E_4 I_4 + E_5 I_5 + J U_j$$

$$= 20 * 6,327 + 50 * 3,914 + 30 * 5,303 + 40 * 0,389 + 50 * 2,024$$

$$- 8,790 * 1$$

$$P_A \approx 589,3 \text{ Вт}$$

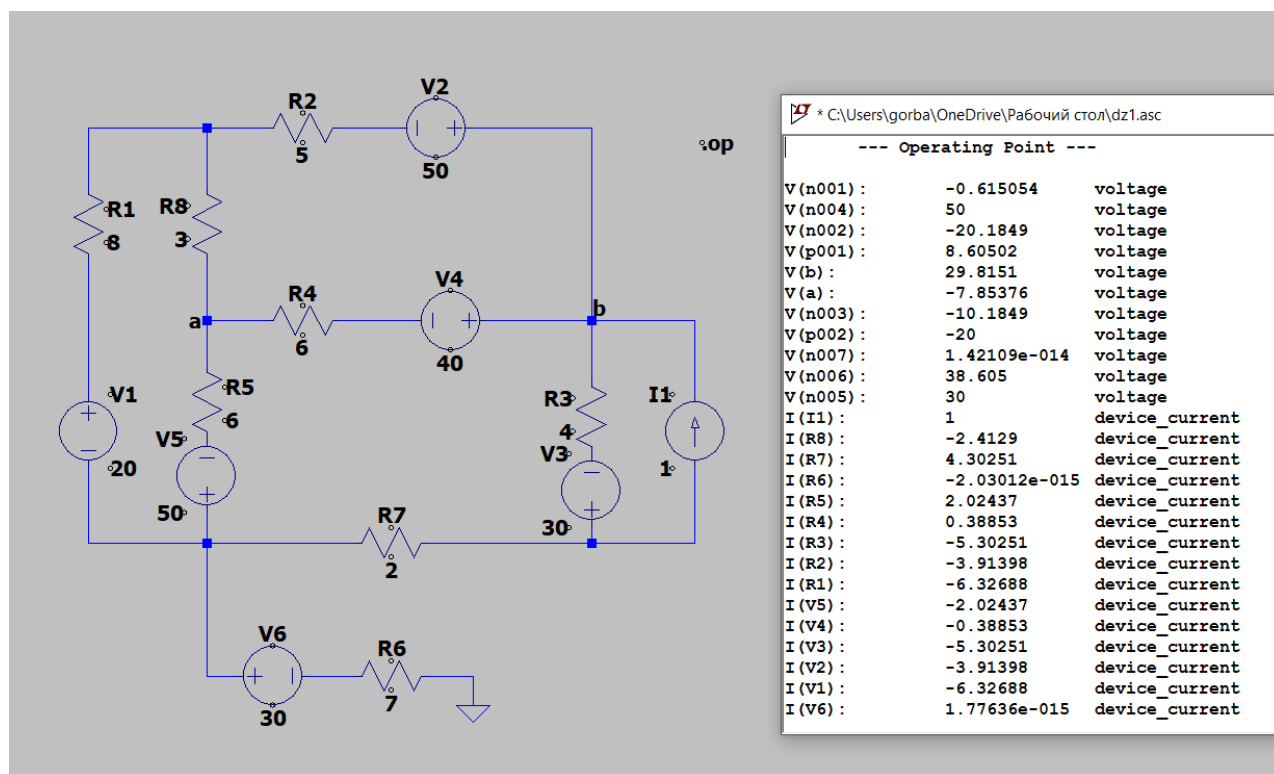
Погрешность в балансе мощностей не превышает 5%, значит расчеты проведены правильно.

Задание №4. Определить напряжение, измеряемое вольтметрами.

$$V_1 = I_3 R_3 - E_3 + I_7 R_7 + E_6 = 29,818 \text{ В}$$

$$V_2 = I_8 R_8 + E_2 - I_2 R_2 = 37,669 \text{ В}$$

Задание №5. Рассчитать режим схемы с помощью программы SPICE



Показание вольтметра V_1 это значение $V(b)$, показание вольтметра V_2 это значение $V(b) - V(a)$. Расчеты находятся в пределах погрешности.

$$\left(\begin{array}{cccccccc|c} -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -14 & 0 & -8 & -3 & 0 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -11 & 0 & -5 & 14 & 0 & -10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & 0 & 1 & -26 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & 0 & -6 & -6 & 0 & -16 \end{array} \right)$$

Опорный элемент:

$$p_8 = a_{55} = -14$$

$$\frac{a_{5,5} \times a_{i,j} - a_{i,5} \times a_{5,j}}{p_8} \rightarrow a_{i,j}$$

$$\left(\begin{array}{cccccccc|c} -14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & -3 & 0 & -70 \\ 0 & -14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & -17 & 0 & -70 \\ 0 & 0 & -14 & 0 & 0 & 0 & 14 & 0 & 0 & -14 \\ 0 & 0 & 0 & -14 & 0 & 0 & 8 & 17 & 0 & 70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -14 & 0 & -8 & -3 & 0 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 229 & 0 & 630 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -56 & 0 & 14 & -364 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -180 & -120 & 0 & -1064 \end{array} \right)$$

Опорный элемент:

$$p_9 = a_{67} = 18$$

$$\frac{a_{6,7} \times a_{i,j} - a_{i,7} \times a_{6,j}}{p_9} \rightarrow a_{i,j}$$

$$\left(\begin{array}{cccccccc|c} 18 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 102 & 0 & 360 \\ 0 & 18 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 120 & 0 & 360 \\ 0 & 0 & 18 & 0 & 0 & 0 & 0 & 229 & 0 & 648 \\ 0 & 0 & 0 & 18 & 0 & 0 & 0 & 109 & 0 & 270 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 0 & 0 & -127 & 0 & -270 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 229 & 0 & 630 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -916 & -18 & -2052 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 0 & -6732 \end{array} \right)$$

Опорный элемент:

$$p_{10} = a_{78} = -916$$

$$\frac{a_{7,8} \times a_{i,j} - a_{i,8} \times a_{7,j}}{p_{10}} \rightarrow a_{i,j}$$

$$\left(\begin{array}{cccccccc|c} -916 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 102 & -6692 \\ 0 & -916 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 120 & -4640 \\ 0 & 0 & -916 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 229 & -6870 \\ 0 & 0 & 0 & -916 & 0 & 0 & 0 & 0 & 109 & -1314 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -916 & 0 & 0 & 0 & -127 & -738 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -916 & 0 & 229 & -5954 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -916 & -18 & -2052 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 24524 \end{array} \right)$$

Опорный элемент:

$$p_{11} = a_{89} = -2790$$

$$\frac{a_{8,9} \times a_{i,j} - a_{i,9} \times a_{8,j}}{p_{11}} \rightarrow a_{i,j}$$

$$\left(\begin{array}{cccccccc|c} -2790 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -17652 \\ 0 & -2790 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -10920 \\ 0 & 0 & -2790 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -14794 \\ 0 & 0 & 0 & -2790 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1084 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 0 & 0 & 0 & 0 & -5648 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 0 & 0 & -12004 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 0 & -6732 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2790 & 24524 \end{array} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -2790 \times x_1 \\ -2790 \times x_2 \\ -2790 \times x_3 \\ -2790 \times x_4 \\ -2790 \times x_5 \\ -2790 \times x_7 \\ -2790 \times x_8 \\ -2790 \times x_9 \end{array} \right. \begin{array}{l} = -17652 \\ = -10920 \\ = -14794 \\ = -1084 \\ = -5648 \\ = -12004 \\ = -6732 \\ = 24524 \end{array} \quad (1)$$

- Из уравнения 8 системы (1) найдем переменную x_9 :

$$-2790 \times x_9 = 24524$$

$$x_9 = \frac{-12262}{1395}$$

- Из уравнения 7 системы (1) найдем переменную x_8 :

$$-2790 \times x_8 = -6732$$

$$x_8 = \frac{374}{155}$$

- Из уравнения 6 системы (1) найдем переменную x_7 :

$$-2790 \times x_7 = -12004$$

$$x_7 = \frac{6002}{1395}$$

- Из уравнения 5 системы (1) найдем переменную x_5 :

$$-2790 \times x_5 = -5648$$

$$x_5 = \frac{2824}{1395}$$

- Из уравнения 4 системы (1) найдем переменную x_4 :

$$-2790 \times x_4 = -1084$$

$$x_4 = \frac{542}{1395}$$

- Из уравнения 3 системы (1) найдем переменную x_3 :

$$-2790 \times x_3 = -14794$$

$$x_3 = \frac{7397}{1395}$$

- Из уравнения 2 системы (1) найдем переменную x_2 :

$$-2790 \times x_2 = -10920$$

$$x_2 = \frac{364}{93}$$

◦ Из уравнения 1 системы (1) найдем переменную x_1 :

$$-2790 \times x_1 = -17652$$

$$x_1 = \frac{2942}{465}$$

Ответ:

$$\circ x_1 = \frac{2942}{465}$$

$$\circ x_2 = \frac{364}{93}$$

$$\circ x_3 = \frac{7397}{1395}$$

$$\circ x_4 = \frac{542}{1395}$$

$$\circ x_5 = \frac{2824}{1395}$$

$$\circ x_6 = x_6$$

$$\circ x_7 = \frac{6002}{1395}$$

$$\circ x_8 = \frac{374}{155}$$

$$\circ x_9 = \frac{-12262}{1395}$$