

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

**Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ
ВШЭ**

Департамент компьютерной инженерии

Курс: Электротехника

Домашняя работа №1

**Студент: Цатурян Геворг
Самвелович**

Группа: БИВ201

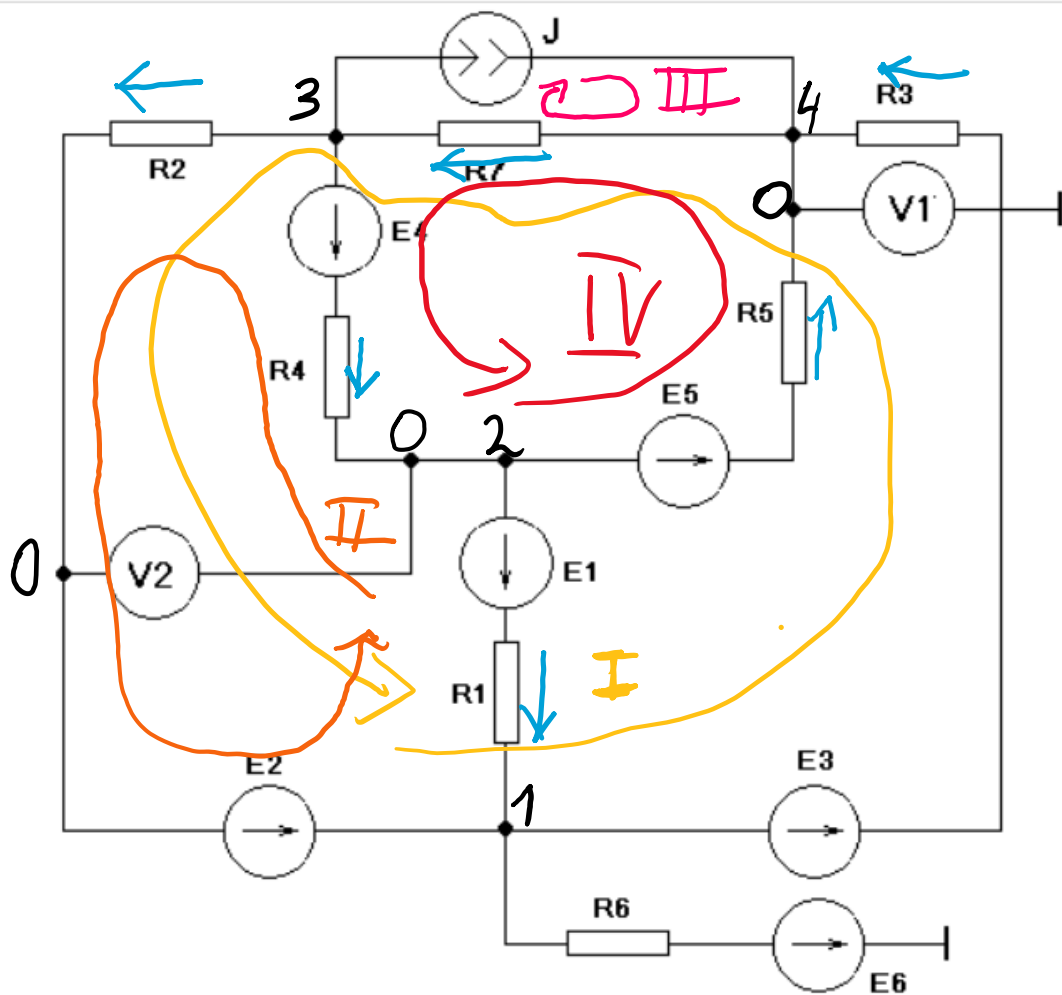
Вариант: 24

Руководитель: Рябов Н.И.

МОСКВА 2022

Задание

1. Написать по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных токов и напряжений в ветвях схемы.
2. Определить неизвестные токи и напряжения в ветвях схемы, решив полученную систему уравнений.
3. Составить баланс мощностей для исходной схемы.
4. Определить напряжение измеряемое вольтметрами.
5. Рассчитать режим схемы с помощью программы SPICE.



1. Написать по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных токов и напряжений в ветвях схемы.

4 узла, 7 ветвей => по 1 закону Кирхгофа $4 - 1 = 3$ уравнения, по 2 закону Кирхгофа $7 - 4 + 1 = 4$ уравнения

Система уравнений Кирхгофа:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1: I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 2: I_4 - I_5 - I_1 = 0 \\ 3: -J - I_2 + I_7 - I_4 = 0 \\ I: I_3 R_3 + I_2 R_2 + I_7 R_7 = E_3 + E_2 \\ II: -I_4 R_4 + I_2 R_2 - I_1 R_1 = E_2 - E_1 - E_4 \\ III: I_7 R_7 = U_j \\ IV: I_5 R_5 + I_7 R_7 + I_4 R_4 = E_4 + E_5 \end{array} \right.$$

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

2. Определить неизвестные токи и напряжения в ветвях схемы, решив полученную систему уравнений.

Решаем систему через онлайн [сервис](#)

$$\left\{ \begin{array}{l} -i_3 + (i_1 + i_2) = 0 \\ -i_1 + (i_4 - i_5) = 0 \\ -i_4 + (i_7 + (-i_2 - 1)) = 0 \\ 2i_7 + (5i_2 + 4i_3) = 80 \\ -8i_1 + (5i_2 - 6i_4) = -10 \\ 2i_7 = u \\ 6i_4 + (6i_5 + 2i_7) = 90 \end{array} \right.$$

Численный ответ

i11 = 0.6088709677419355
i21 = 5.830645161290323
i31 = 6.439516129032258
i41 = 5.713709677419355
i51 = 5.104838709677419
i71 = 12.54435483870968
u1 = 25.08870967741935

Ответ в текстовом виде:

$$I_1 = 0.60887A$$

$$I_2 = 5.8306A$$

$$I_3 = 6.4395A$$

$$I_4 = 5.7137A$$

$$I_5 = 5.10484A$$

$$I_7 = 12.5444A$$

$$U_j = 25.08871V$$

3. Составить баланс мощностей для исходной схемы

$$P_{\Pi} = (I_1)^2 R_1 + (I_2)^2 R_2 + (I_3)^2 R_3 + (I_4)^2 R_4 + (I_5)^2 R_5 + (I_7)^2 R_7 = (0.60887)^2 * 8 + (5.8306)^2 * 5 + (6.4395)^2 * 4 + (5.7137)^2 * 6 + (5.10484)^2 * 6 + (12.5444)^2 * 2 = 1005.7724016288 \text{ Вт}$$

$$(0.60887)^2 \times 8 + (5.8306)^2 \times 5 + (6.4395)^2 \times 4 + (5.7137)^2 \times 6 + (5.10484)^2 \times 6 + (12.5444)^2 \times 2 = 1005.7724016288$$

1005.7724016288

$$P_A = (I_1)E_1 + (I_2)E_2 + (I_3)E_3 + (I_4)E_4 + (I_5)E_5 + (J)U_j = 0.60887*20 + 5.8306*50 + 6.4395*30 + 5.7137*40 + 5.10484*50 + 1*25.08871 = 1005.77111 \text{ Вт}$$

$$0.60887 \times 20 + 5.8306 \times 50 + 6.4395 \times 30 + 5.7137 \times 40 + 5.10484 \times 50 + 1 \times 25.08871 = 1005.77111$$

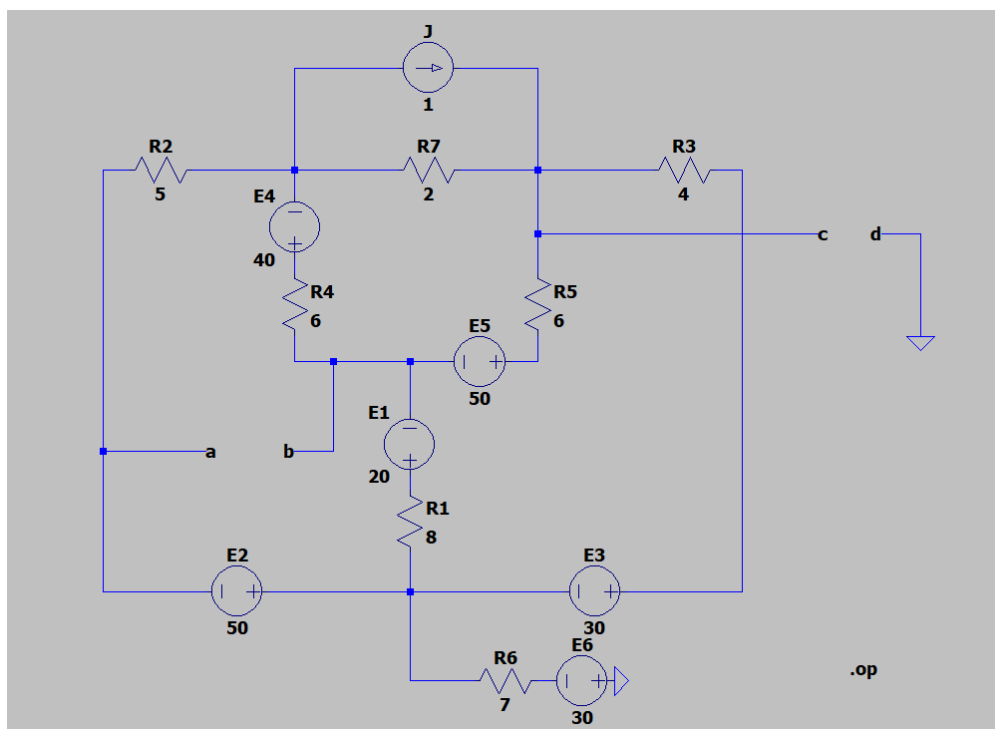
1005.77111

4. Определить напряжение, измеряемое вольтметрами.

$$V_1 = -I_5 R_5 + E_5 - E_1 + I_1 R_1 - E_6 = -(5.10484) * 6 + 50 - 20 + (0.60887) * 8 - 30 = -25.75808 \text{ В}$$

$$V_2 = I_2 R_2 + E_4 - I_4 R_4 = (5.8306) * 5 + 40 - (5.7137) * 6 = 34.8708 \text{ В}$$

5. Рассчитать режим схемы с помощью программы SPICE.



--- Operating Point ---

V(n005) :	-25.129	voltage
V(n006) :	-30	voltage
V(n001) :	-50.8468	voltage
V(a) :	-80	voltage
V(n002) :	-3.10862e-014	voltage
V(c) :	-25.7581	voltage
V(n003) :	-10.8468	voltage
V(b) :	-45.129	voltage
V(n004) :	4.87097	voltage
V(n007) :	-30	voltage
I(J) :	1	device_current
I(R7) :	12.5444	device_current
I(R6) :	4.56777e-015	device_current
I(R5) :	-5.10484	device_current
I(R4) :	5.71371	device_current
I(R3) :	6.43952	device_current
I(R2) :	5.83065	device_current
I(R1) :	0.608871	device_current
I(E6) :	4.44089e-015	device_current
I(E5) :	-5.10484	device_current
I(E4) :	-5.71371	device_current
I(E3) :	-6.43952	device_current
I(E2) :	-5.83065	device_current
I(E1) :	-0.608871	device_current

$$V(1) = V(c) = -25.7581\text{В}$$

$$V(2) = V(b) - V(a) = -45.129 + 80 = 34.871\text{В}$$

Значения, полученные с LTspice совпадают с значениями, высчитанными с помощью Законов Кирхгова