

# Индивидуальное расчетно-графическое задание № 1

## Методы расчета цепей постоянного тока

Целью работы является овладение основными методами расчета цепей постоянного тока: уравнения Кирхгофа, метод узловых потенциалов, метод контурных токов.

### План работы

1. Сборка схем.
2. Расчет токов и напряжений.
3. Сравнение рассчитанных значений токов с показаниями приборов при включении схем.
4. Составление отчета по работе.

### Отчет

Таблица 1 Значения параметров

Номер варианта	$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$R_4$ , Ом	$R_5$ , Ом	$R_6$ , Ом	$V_1$ , В	$V_2$ , В	$V_3$ , В	$V_4$ , В
1	1	6	9	2	1	7	2	3	4	5

1 Исследуемые схемы представлены на рис 1. и рис. 2.

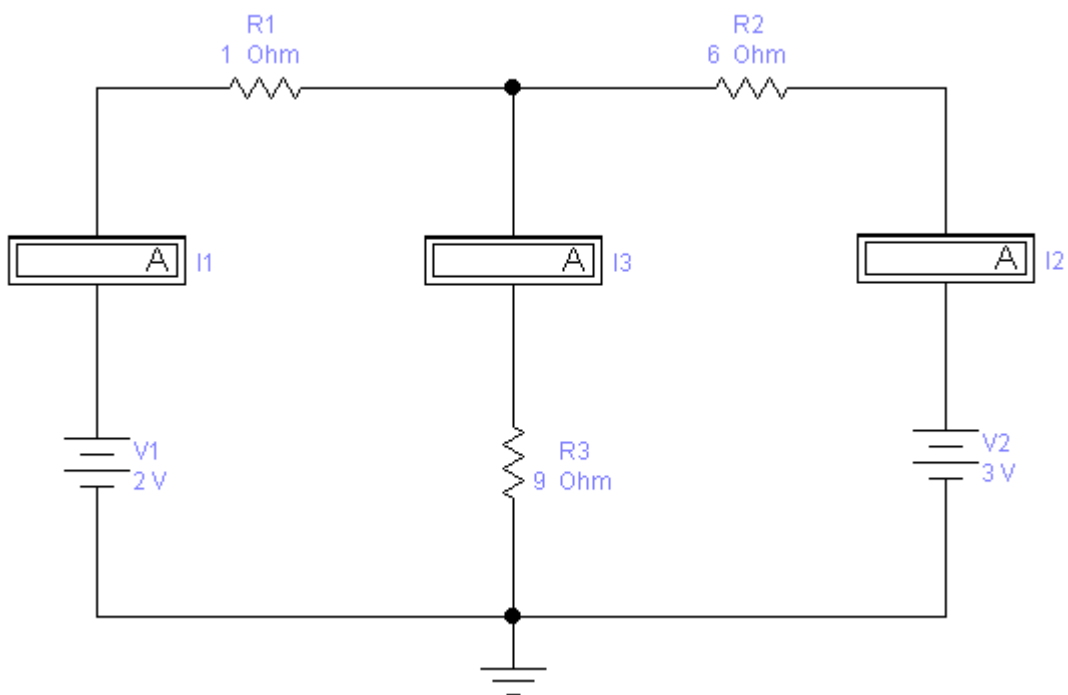


Рис. 1

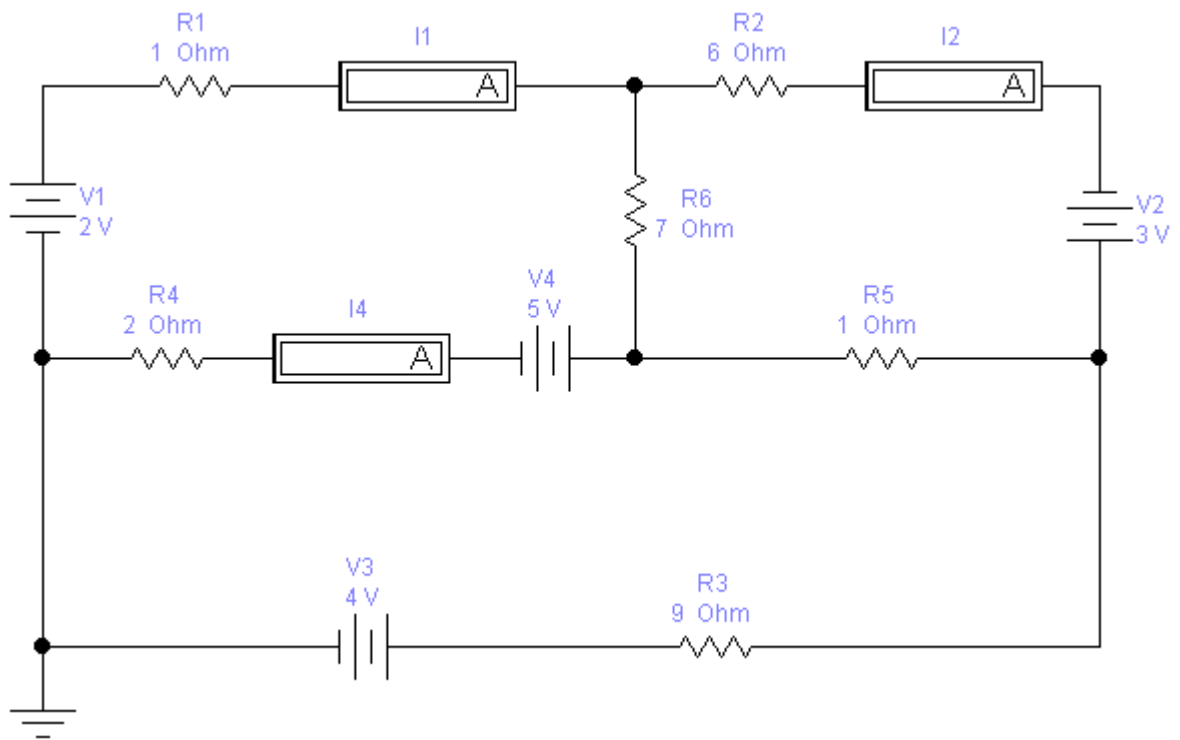


Рис. 2

2. Расчет токов и напряжений.

2.1 Расчет токов в цепи рис. 1 методом узловых потенциалов. Для цепи рис. 1 метод узловых потенциалов сводится к методу узлового напряжения (рис. 3).

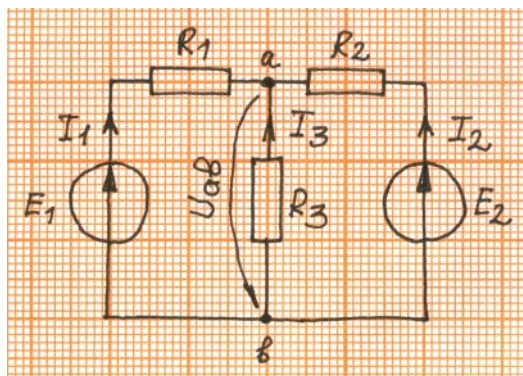


Рис. 3

Узловое напряжение

$$U_{ab} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Токи в ветвях цепи даются следующими формулами

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{ab}}{R_1}; \quad I_2 = \frac{E_2 - U_{ab}}{R_2}; \quad I_3 = \frac{-U_{ab}}{R_3}.$$

Выполним расчет в системе компьютерной математики MathCAD v. 11A.

Дано по варианту 1 (R, Ом; V, В)

R1 := 1    R2 := 6    R3 := 9    R4 := 2    R5 := 1    R6 := 7

V1 := 2    V2 := 3    V3 := 4    V4 := 5

Узловое напряжение

$$U_{ab} := \frac{\frac{V1}{R1} + \frac{V2}{R2}}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} \quad U_{ab} = 1.957$$

Токи в ветвях цепи (А)

$$I_1 := \frac{V1 - U_{ab}}{R1} \quad I_2 := \frac{V2 - U_{ab}}{R2} \quad I_3 := \frac{-U_{ab}}{R3}$$

I1 = 0.043     
 I2 = 0.174     
 I3 = -0.217

2.2 Расчет токов в цепи рис. 2 методом контурных токов (рис. 4).

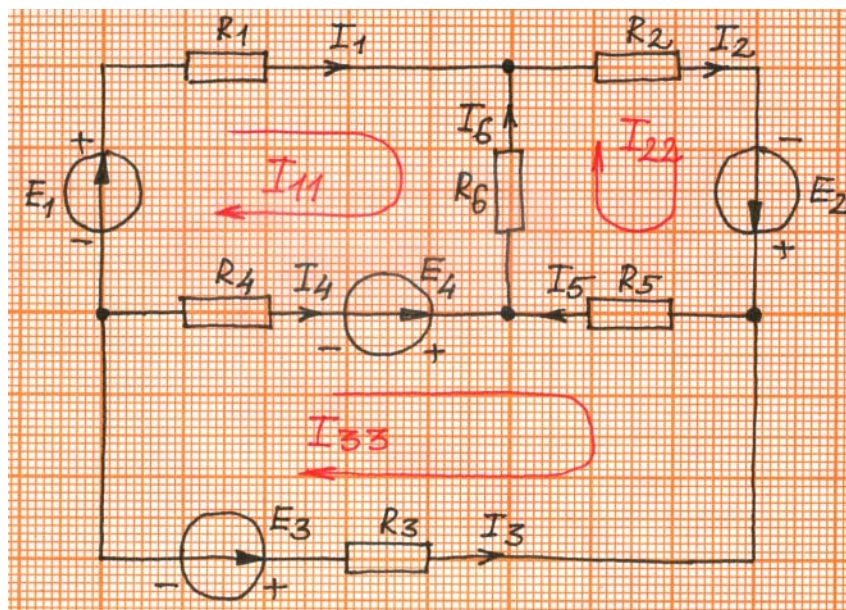


Рис. 4

Запишем систему уравнений метода контурных токов (МКТ)

$$\begin{cases} I_{11} \cdot (R_1 + R_4 + R_6) - I_{22} \cdot R_6 - I_{33} \cdot R_4 = E_1 - E_4 \\ -I_{11} \cdot R_6 + I_{22} \cdot (R_2 + R_5 + R_6) - I_{33} \cdot R_5 = E_2 \\ -I_{11} \cdot R_4 - I_{22} \cdot R_5 + I_{33} \cdot (R_3 + R_4 + R_5) = E_4 - E_3 \end{cases}$$

Токи в ветвях цепи по методу контурных токов даются выражениями

$$I_1 = I_{11}; I_2 = I_{22}; I_3 = -I_{33}; I_4 = I_{33} - I_{11}; I_5 = I_{22} - I_{33}; I_6 = I_{22} - I_{11}.$$

Выполним расчет системы уравнений МКТ в MathCAD методом обратной матрицы.

$$R := \begin{pmatrix} R_1 + R_4 + R_6 & -R_6 & -R_4 \\ -R_6 & R_2 + R_5 + R_6 & -R_5 \\ -R_4 & -R_5 & R_3 + R_4 + R_5 \end{pmatrix} \quad E := \begin{pmatrix} V_1 - V_4 \\ V_2 \\ V_4 - V_3 \end{pmatrix}$$

$$R = \begin{pmatrix} 10 & -7 & -2 \\ -7 & 14 & -1 \\ -2 & -1 & 12 \end{pmatrix} \quad E = \begin{pmatrix} -3 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} I_{11} \\ I_{22} \\ I_{33} \end{pmatrix} := R^{-1} \cdot E$$

$$I_{11} = -0.208 \quad I_{22} = 0.114 \quad I_{33} = 0.058$$

Токи в ветвях цепи (А)

$$I_1 := I_{11} \quad I_2 := I_{22} \quad I_3 := -I_{33} \quad I_4 := I_{33} - I_{11} \quad I_5 := I_{22} - I_{33} \quad I_6 := I_{22} - I_{11}$$

$$I_1 = -0.208$$

$$I_2 = 0.114$$

$$I_3 = -0.058$$

$$I_4 = 0.267$$

$$I_5 = 0.056$$

$$I_6 = 0.323$$

3. Сравнение рассчитанных значений токов с показаниями приборов при включении схем.

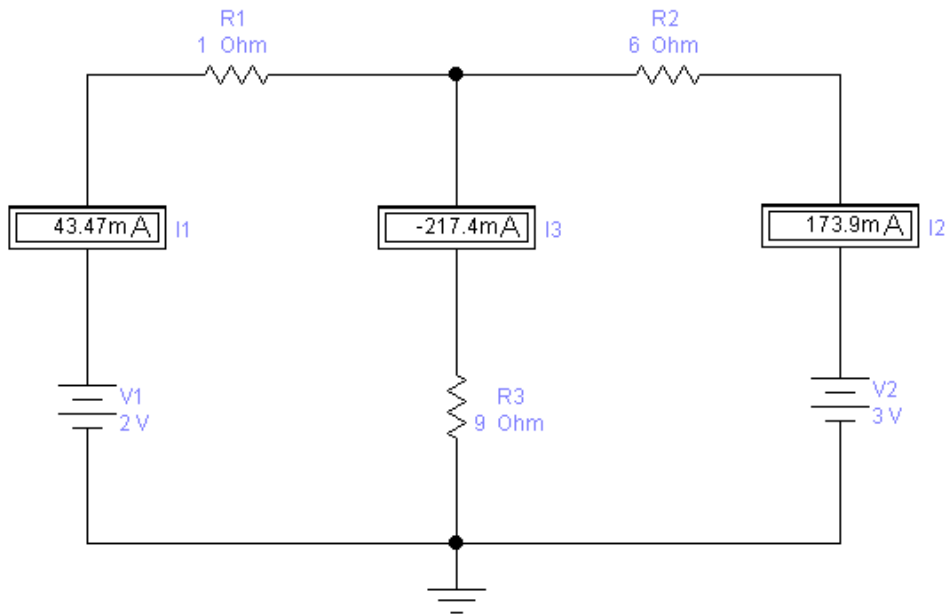
3.1 Для цепи рис. 1 получили расчетным путем токи (A)

$$I1 = 0.043$$

$$I2 = 0.174$$

$$I3 = -0.217$$

В системе моделирования EWB получили следующие значения токов



3.2 Для цепи рис. 2 получили расчетным путем токи (A)

$$I1 = -0.208$$

$$I2 = 0.114$$

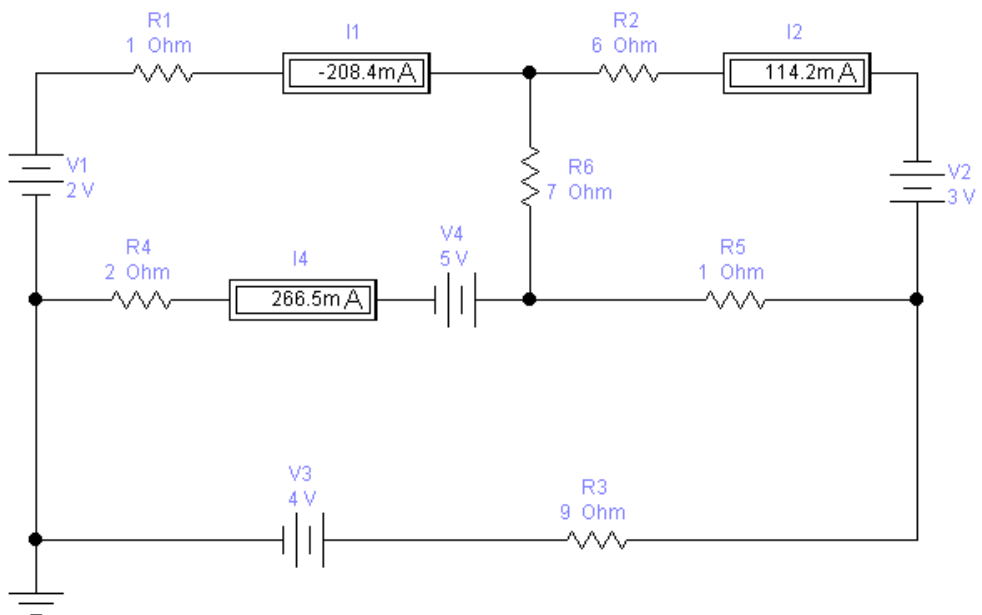
$$I3 = -0.058$$

$$I4 = 0.267$$

$$I5 = 0.056$$

$$I6 = 0.323$$

В системе моделирования EWB получили следующие значения токов



#### 4. Выводы по работе.

В работе выполнен расчет токов в цепи рис. 1 методом узловых потенциалов и в цепи рис. 2 методом контурных токов.

Затем были построены модели этих цепей в программе Electronic WorkBench v. 5.12 и найдены токи в трех ветвях при помощи измерительных приборов.

Те же результаты моделирования можно получить в последней версии программы Electronic WorkBench (Multisim v.11).

