



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»**

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ 6)

О т ч е т

по домашнему заданию № 1 (Вариант №7)

Дисциплина: Теоретические основы электротехники

**Название домашней работы: Анализ линейной электрической цепи
постоянного тока**

Студент гр. ИУ6-34

23.09.17

(Подпись, дата)

Габолаев Г.К.

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Иванов С.Р.

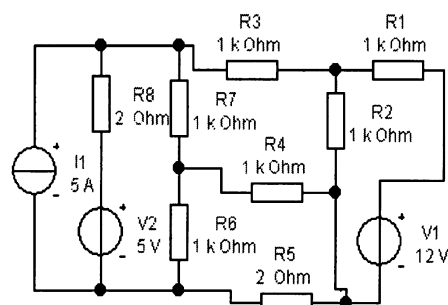
(И.О. Фамилия)

Задание:

Выполнить расчёт узловых потенциалов и токов в ветвях приведенной схемы методом обозначенным рядом с номером варианта задания символами а, b, с... в скобках. Правильность расчёта проверить, составив баланс мощностей. Подтвердить также правильность аналитического расчёта узловых потенциалов и токов ветвей рассматриваемой схемы, смоделировав её поведение с помощью пакета прикладных программ "MultiSIM".

В тексте расчётно-пояснительной записки должно быть представлено полностью задание, схема анализируемой цепи, построенная в пакете "MultiSIM" с обозначениями имен и параметров компонентов цепи, номеров узлов, выбранных направлении токов, аналитический расчет токов элементов цепи и узловых потенциалов, баланс мощностей. также представить распечатки полученных при моделировании токов ветвей, узловых потенциалов, напряжений и рассеиваемых мощностей на элементах цепи.

Вариант № 07(а, b, **с**)



Решение:

Согласно принципу распределения методов решения, мне, как студенту 4 группы, достался метод контурных токов.

Этап 1 - произвольный выбор направления токов ветвей (рис. 1)

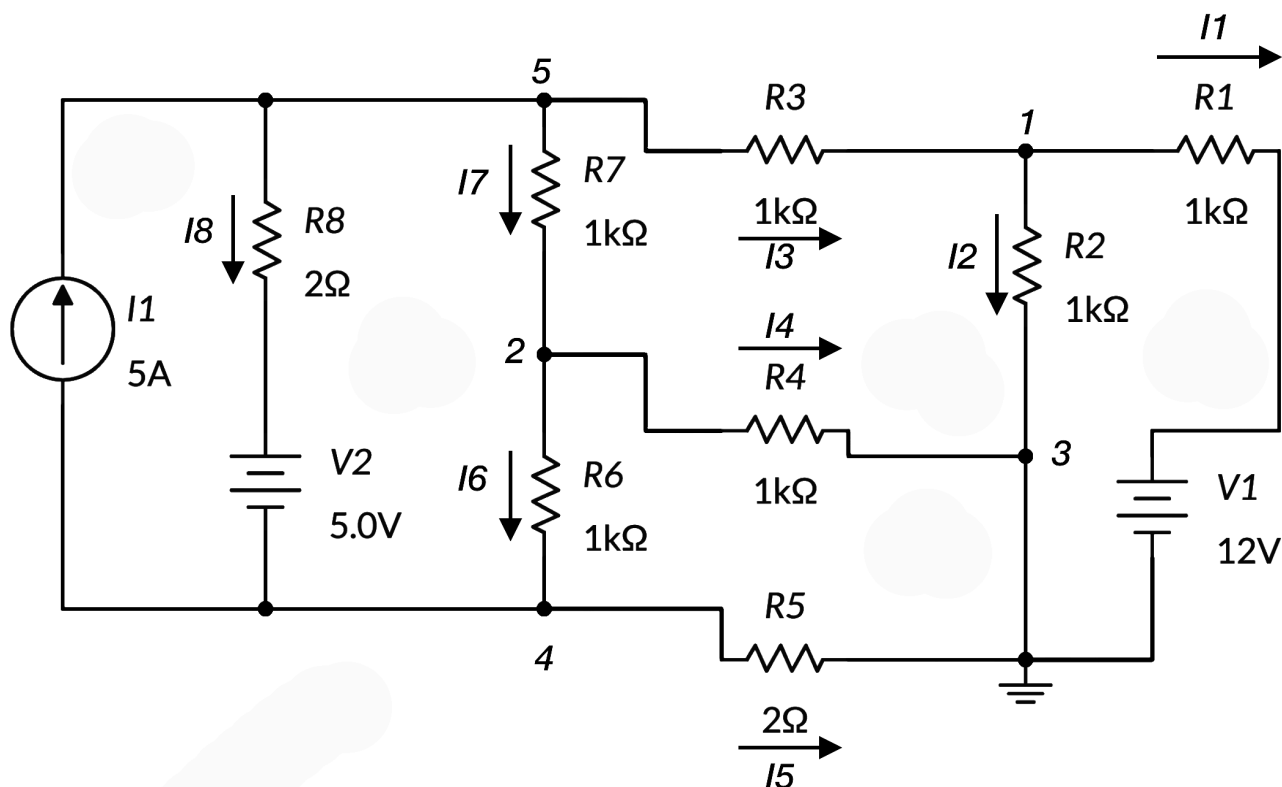


Рис. 1 - произвольная расстановка токов

Этап 2 - расчет токов

Для начала вычислим количество уравнений в системе:
 $N = N_B - (N_y - 1) - N_I$

В данном случае:

Количество ветвей (N_B) = 9;

Количество узлов (N_y) = 5;

Количество ветвей с идеальным источником тока (N_I) = 1

Теперь расставим контурные токи (рис. 2).

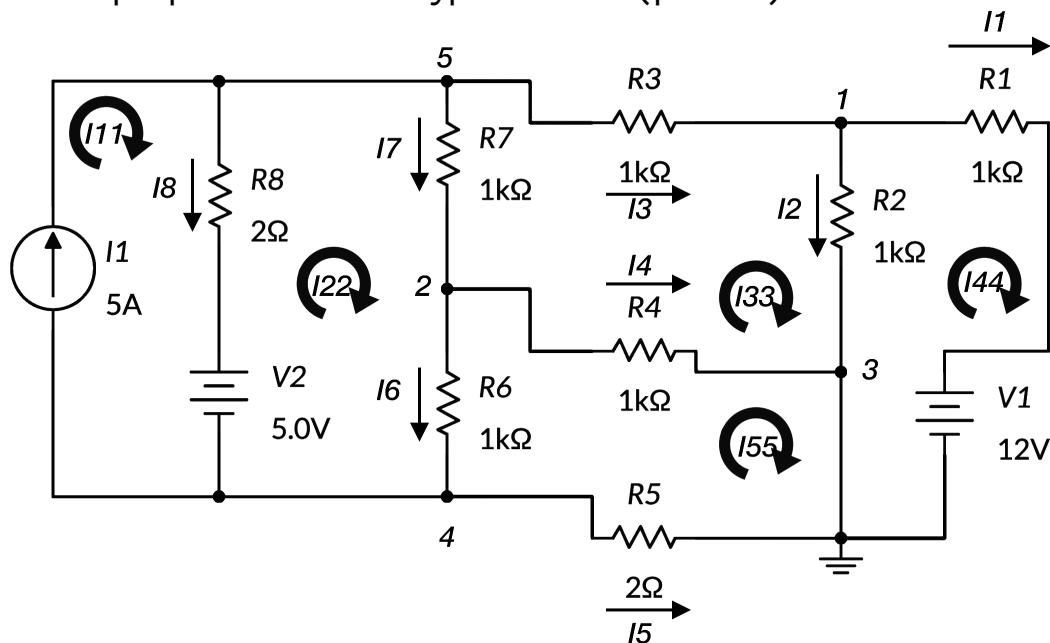


Рис. 2 - контурные токи

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 = I_{11} = 5A \\ I_{22}(R_6 + R_7 + R_8) - I_{11}R_8 - I_{33}R_7 - I_{55}R_6 = E_2 \\ I_{33}(R_2 + R_3 + R_4 + R_7) - I_{22}R_7 - I_{55}R_4 - I_{44}R_2 = 0 \\ I_{44}(R_1 + R_2) - I_{33}R_2 = -E_1 \\ I_{55}(R_4 + R_5 + R_6) - I_{22}R_6 - I_{33}R_4 = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

Подставим значения:

$$\begin{cases} I_{11} = 5A \\ 2002I_{22} - 1000I_{33} - 1000I_{55} = 15 \\ -1000I_{22} + 4000I_{33} - 1000I_{44} - 1000I_{55} = 0 \\ -1000I_{33} + 2000I_{44} = -12 \\ -1000I_{22} - 1000I_{33} + 2002I_{55} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{11} = 5A \\ I_{22} = 15.9mA \\ I_{33} = 5.96mA \\ I_{44} = -3.02mA \\ I_{55} = 10.9mA \end{cases}$$

Этап 3 - вычисление токов на резисторах

Для выполнения данной части задания, необходимо для каждого резистора рассчитать силу и направление тока, в зависимости от того, какие токи через него проходят.

$$I_8 = I_{11} - I_{22} = 4.98A$$

$$I_7 = I_{22} - I_{33} = 9.97mA$$

$$I_6 = I_{22} - I_{55} = 4.99mA$$

$$I_4 = I_{55} - I_{33} = 4.97mA$$

$$I_3 = I_{33} = 5.96mA$$

$$I_5 = -I_{55} = -10.93mA$$

$$I_2 = I_{33} - I_{44} = 8.98mA$$

$$I_1 = I_{44} = -3.01mA$$

Принимая во внимание тот факт, что на резисторах R1 и R5 значение силы тока получилось отрицательным, направление на них отличается от предположенного на рисунке 1. Для подтверждения рассчитанных выше токов на контурах и резисторах проведем эмуляцию данной электрической цепи средствами пакета MultiSIM. (рис. 3)

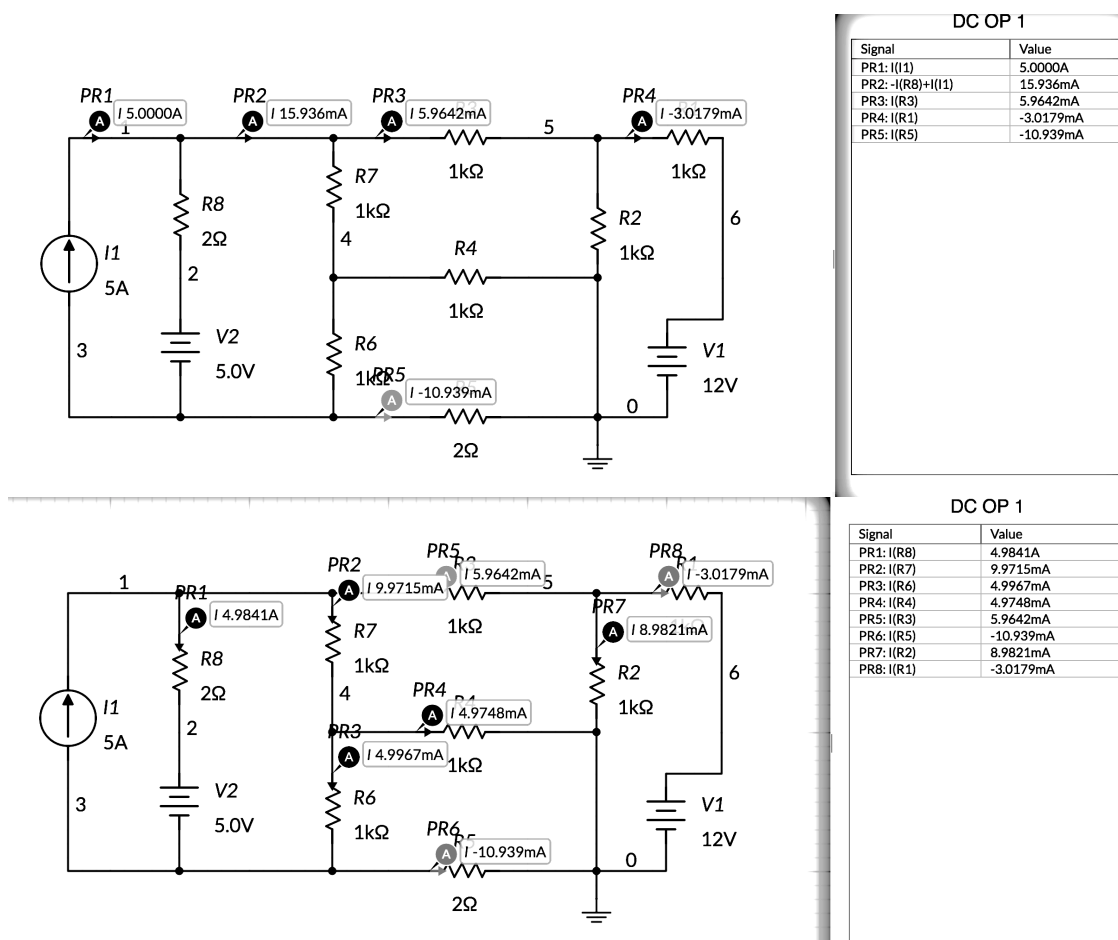


Рис. 3 - эмуляция цепи

Этап 4 - вычисление потенциалов

Т.к. узел 3 заземлён, мы считаем потенциал в нём равным 0В.
Формула для расчета потенциала:

$$I_{R_1} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1}$$

При прохождении тока из узла 4 в узел 3 через резистор R5 происходит падение напряжения на величину $dU_5 = I_5 R_5 = -21.86mB$. Следовательно на узле 4 потенциал равен $-0.021 + 0 = -0.021B$.

При прохождении тока из узла 2 в узел 4 через резистор R6 происходит падение напряжения на величину $dU_6 = I_6 R_6 = 4.99B$. Следовательно на узле 2 потенциал равен $-0.021 + 4.99 = 4.96B$.

При прохождении тока из узла 5 в узел 2 через резистор R7 происходит падение напряжения на величину $dU_7 = I_7 R_7 = 9.97B$. Следовательно на узле 5 потенциал равен $4.96 + 9.97 = 14.94B$.

При прохождении тока из узла 1 в узел 3 через резистор R2 происходит падение напряжения на величину $dU_2 = I_2 R_2 = 8.98B$. Следовательно на узле 1 потенциал равен $0 + 8.98 = 8.98B$.

Проверим вычисления в MultiSIM (рис. 4)

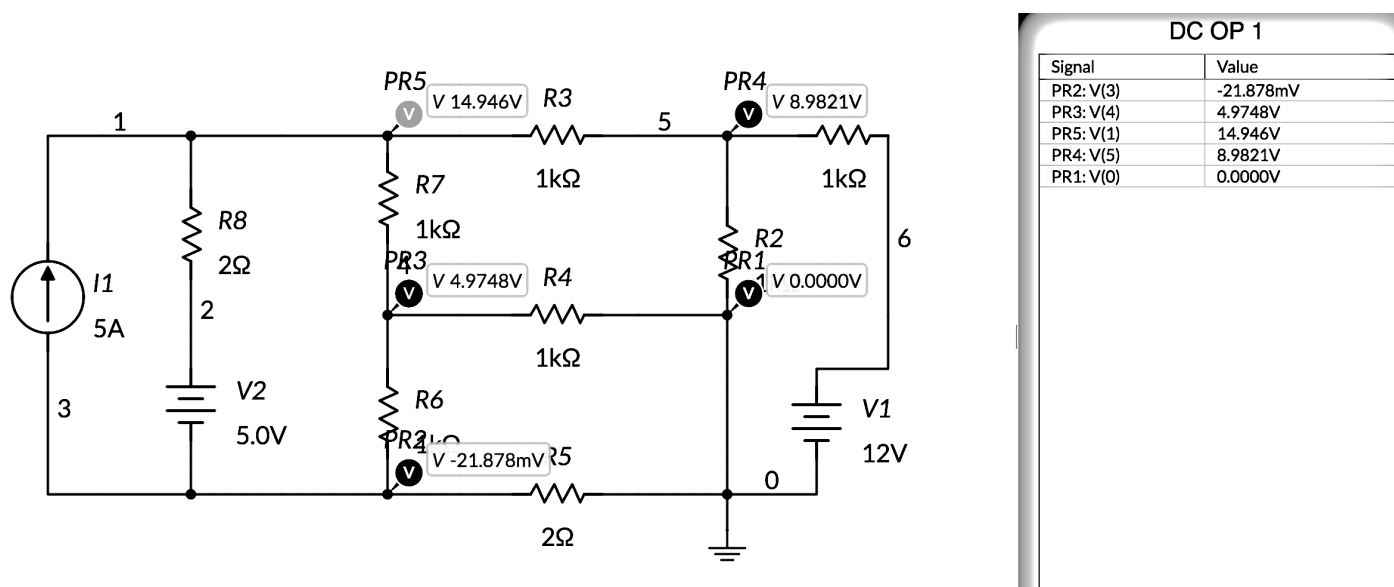


Рис. 4 - потенциалы

Этап 5 - баланс мощностей

Перед началом выполнения данного этапа взглянем на текущее состояние цепи с подробным отображением всех на данный момент найденных параметров на рисунке 5. Далее в таблице 1 отображены все расчеты мощностей.

Напряжения	
U_1	-3В
U_2	8.9В
U_3	5.9В
U_4	4.9В
U_5	-0.02В
U_6	4.9В
U_7	9.9В
U_8	9.96В

Токи	
I_1	-0.003А
I_2	0.0089А
I_3	0.0059А
I_4	0.0049А
I_5	-0.010А
I_6	0.0049А
I_7	0.0099А
I_8	4.98А

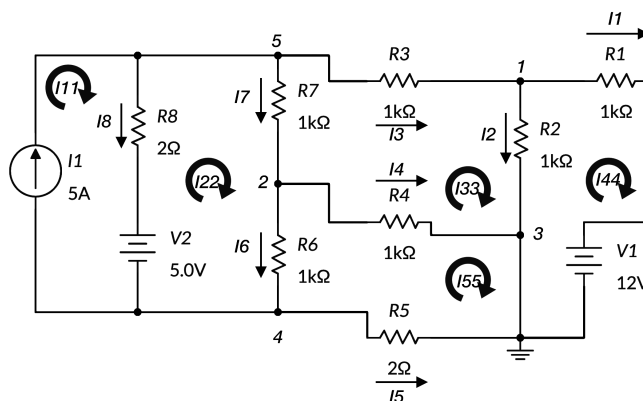


Рис. 5 - токи и напряжения

Компонент	Формула	Мощность, Вт
R_1	$P_1 = I_1^2 R_1$	-0.00910781934
R_2	$P_2 = I_2^2 R_2$	-0.08067782597
R_3	$P_3 = I_3^2 R_3$	-0.03557129062
R_4	$P_4 = I_4^2 R_4$	-0.02474854521
R_5	$P_5 = I_5^2 R_5$	-0.00023932161
R_6	$P_6 = I_6^2 R_6$	-0.02496669997
R_7	$P_7 = I_7^2 R_7$	-0.09943001171
R_8	$P_8 = I_8^2 R_8$	-49.68179534686
Σ потребление	—————	-49.95653686129
V_1	$P_{V1} = V_1 I_1$	0.03621499668
V_2	$P_{V1} = -V_2 I_8$	-24.92032186461
I_1	$I \times (\varphi_5 - \varphi_4)$	74.84064368
Σ производство	—————	49.95653681207
ПОТЕРИ	$ \sum R_i - \sum V_i + \sum I_j $	0,00000004922

Табл. 1 - Баланс мощностей