

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
им. В.Ф. УТКИНА

КАФЕДРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Дисциплина «Физические основы электротехники»

Практическая работа №1

Тема: Расчет электрической цепи на основе первого и второго законов Кирхгофа

Выполнил:
студент группы ____
Фамилия И.О.

Проверил: Витязева Т.А.

Рязань 2023 г.

Расчет электрической цепи на основе первого и второго законов Кирхгофа

Для схемы, представленной на рисунке 1, рассчитать токи в каждой ветви.

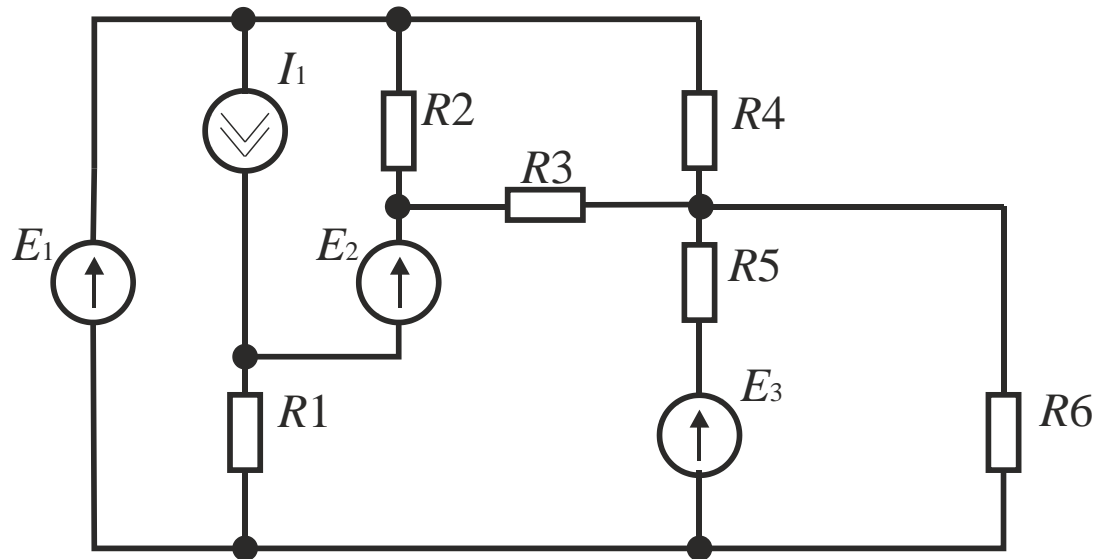


Рисунок 1

Варианты заданий представлены в таблице 1. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Таблица 1

№ вар	1
Данные	
I_1 , мА	10
E_1 , В	12
E_2 , В	1
E_3 , В	3
R_1 , кОм	1.5
R_2 , кОм	1
R_3 , кОм	1
R_4 , кОм	2
R_5 , кОм	2
R_6 , кОм	10

Краткие теоретические сведения (можно взять из текстовых файлов к каждой теме, но не копировать, а изложить своими словами) Для каждого метода расчета должны быть относящиеся к этому методу теоретические сведения.

После выполнения расчетов всеми тремя методами токи в одних и тех же ветвях должны быть одинаковые. Это признак правильности расчетов. Только не надо подгонять ответы.

Первый закон Кирхгофа

Существует две формулировки первого закона Кирхгофа:

а) алгебраическая сумма токов, подтекающих к любому узлу равна нулю.

Из этого определения следует, что часть токов имеет знак плюс (ток втекает в узел), а часть токов имеет знак минус (ток вытекает из узла). Отсюда следует вторая формулировка первого закона Кирхгофа:

б) сумма подтекающих к узлу токов равна сумме утекающих из узла токов.

Второй закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма падений напряжений на приемниках в любом контуре равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом же контуре:

$$\sum_{k=1}^m U_k = \sum_{i=1}^n E_i,$$

где m – число приемников в контуре,

n – число источников ЭДС.

Правила составления уравнений для расчета токов в ветвях электрической схемы.

При составлении уравнений необходимо следовать следующим правилам.

1. По первому закону Кирхгофа составляют число уравнений, равное числу узлов минус один, т.е. $N_1 = y - 1$.

2. Остальные $N_2 = N - N_1$ уравнений составляют по второму закону Кирхгофа. В этих уравнениях не должно быть ветвей, содержащих источники тока. Выбирается направление обхода контура. Падение напряжения на сопротивлении, направление тока в котором совпадает с направлением обхода контура, входит в уравнение со знаком «плюс», а если не совпадает, то со знаком «минус»

3. При составлении уравнений необходимо охватить все ветви схемы, не содержащие источники тока. При этом надо, чтобы в каждый новый контур, для которого составляется уравнение, входила хотя бы одна новая ветвь, т.е. не вошедшая в предыдущие контуры, для

которых уже записаны уравнения по второму закону Кирхгофа. Такие контуры называют независимыми.

Обозначим ток источника тока как J .

Обозначим на схеме токи, значение которых необходимо найти, и посчитаем количество связей на рисунке 2.

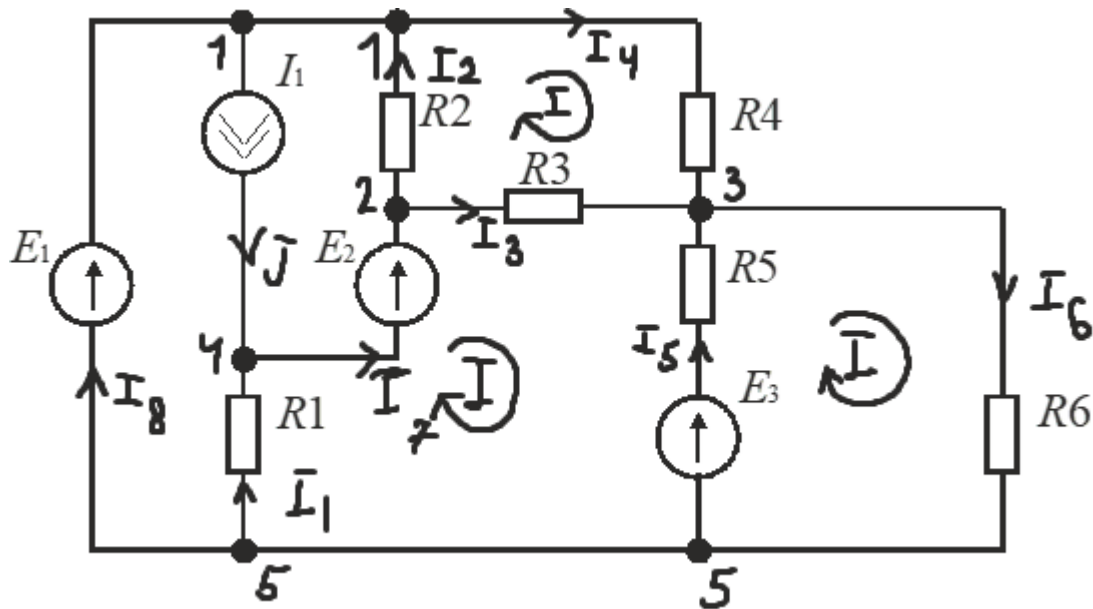


Рисунок 2

Соседние узлы без элементов можно принять за один узел. В таком случае мы имеем 5 узлов, значит нам нужно составить 4 уравнения по 1 закону Кирхгофа ($5 - 1 = 4$).

На схеме есть 9 ветвей, 1 из которых имеет источник энергии. Тогда получаем, что по 2 закону Кирхгофа нужно составить 4 уравнения ($9 - 1 - 4 = 4$).

Уравнения по 1 закону:

$$1 \text{ узел: } I_8 + I_2 - J - I_4 = 0$$

$$2 \text{ узел: } I_7 - I_2 - I_3 = 0$$

$$3 \text{ узел: } I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0$$

$$4 \text{ узел: } I_1 + J - I_7 = 0$$

Уравнения по 2 закону:

$$I_6 R_6 + I_5 R_5 = E_3$$

$$I_2 R_2 + I_4 R_4 - I_3 R_3 = 0$$

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 - I_5 R_5 = E_2 - E_3$$

$$I_4 R_4 + I_6 R_6 = E_1 \text{ (по внешней цепи)}$$

Составляем из уравнений систему и решаем её в Mathcad (рисунок 3) и делаем проверку выполнения первого закона Кирхгофа.

$$\begin{aligned} I &:= 0.012 & E_1 &:= 12 & E_2 &:= 3 & E_3 &:= 3 & R_1 &:= 1100 & R_2 &:= 1500 \\ R_3 &:= 1800 & R_4 &:= 2700 & R_5 &:= 2000 & R_6 &:= 12000 \\ i_1 &:= 1 & i_2 &:= 1 & i_3 &:= 1 & i_4 &:= 1 & i_5 &:= 1 & i_6 &:= 1 & i_7 &:= 1 & i_8 &:= 1 \end{aligned}$$

Given

Решение

$$I = i_1 + i_8$$

$$i_8 = i_2 + i_3$$

$$i_5 + i_3 = i_6 + i_4$$

$$i_1 + i_6 = i_5 + i_7$$

$$i_3 \cdot R_3 - i_5 \cdot R_5 - i_1 \cdot R_1 = E_2 - E_3$$

$$i_5 \cdot R_5 + i_6 \cdot R_6 = E_3$$

$$i_1 \cdot R_1 - i_2 \cdot R_2 = E_1 - E_2$$

$$i_2 \cdot R_2 - i_3 \cdot R_3 - i_4 \cdot R_4 = 0$$

$$i := \text{Find}(i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6, i_7, i_8) = \begin{pmatrix} 9.028 \times 10^{-3} \\ 6.206 \times 10^{-4} \\ 2.351 \times 10^{-3} \\ -1.223 \times 10^{-3} \\ -2.849 \times 10^{-3} \\ 7.249 \times 10^{-4} \\ 0.013 \\ 2.972 \times 10^{-3} \end{pmatrix} +$$

Проверка

$$I - i_0 - i_7 = 0$$

$$i_7 - i_1 - i_2 = 0$$

$$i_4 + i_2 - i_5 - i_3 = 0$$

$$i_0 + i_5 - i_4 - i_6 = 0$$

Рисунок 3

Итоговые значения токов:

$$I_1 = -7.319 \cdot 10^{-3}$$

$$I_2 = -2.174 \cdot 10^{-5}$$

$$I_3 = 2.703 \cdot 10^{-3}$$

$$I_4 = 1.362 \cdot 10^{-3}$$

$$I_5 = -3.138 \cdot 10^{-3}$$

$$I_6 = 9.275 \cdot 10^{-4}$$

$$I_7 = 2.681 \cdot 10^{-3}$$

$$I_8 = 0.011$$