

Лабораторная по электротехнике MicroCap

«Проверка законов Кирхгофа. Метод наложения»

1. Цель работы

На основании экспериментальных данных проверить выполнение законов Кирхгофа и метода наложения, используя среду аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей MicroCap 9.0.

2. Практическая часть.

2.1 Соберем схему, рис. 1

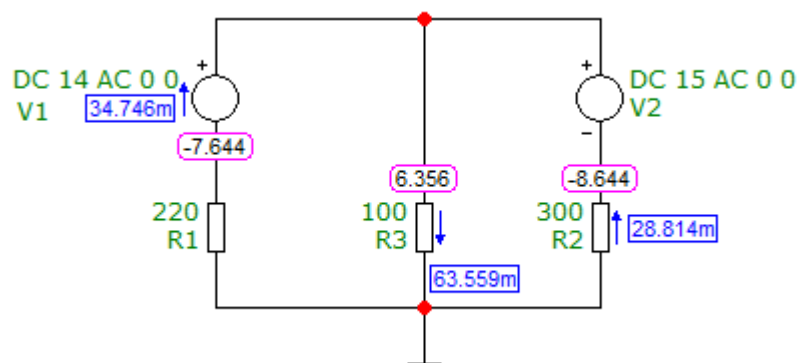


Рисунок 1 – Исследуемая схема

2.2 Выполним анализ а цепи по постоянному току используя инструмент *Analysis-Transient* , рис. 2

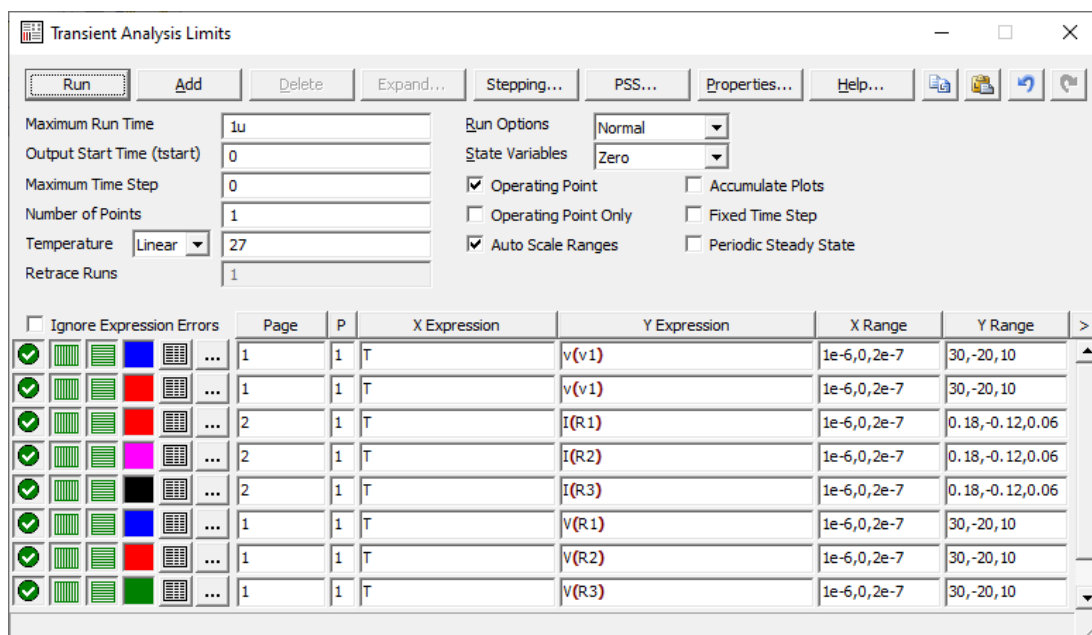


Рисунок 2 – Установки анализа в окне «*Transient Analysis Limits*»

По результатам анализа заполним таблицу (Табл.1)

Таблица 1 – Результаты анализа схемы рис. 1

V(V1)	V(V2)	I(R1)	I(R2)	I(R3)	V(R1)	V(R2)	V(R3)
14В	15 В	34.764 мА	28.814 мА	63.559 мА	7.644В	8.644В	6.356В

2.3 Соберем схему, рис. 2

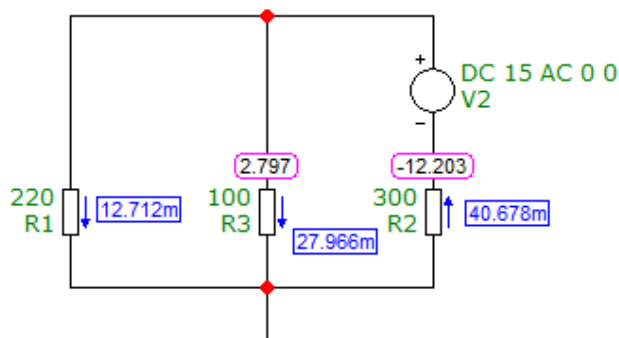


Рисунок 2 – Исследуемая схема без источника V1

2.4 Повторим действия п. 2.2

Таблица 1 – Результаты анализа схемы рис. 2

V(V1)	V(V2)	I(R1)	I(R2)	I(R3)	V(R1)	V(R2)	V(R3)
0	15 В	12.712 мА	40.678 мА	27.966 мА	2.797В	-12,203В	2.797В

2.5 Соберем схему, рис. 3

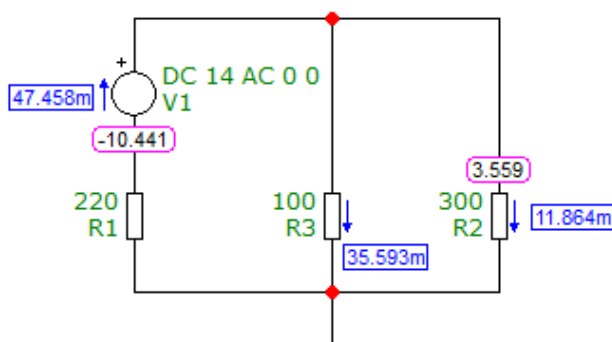


Рисунок 3 Схема без источника V2

2.6 Повторим действия п.2.2

Таблица 3 – Результаты анализа схемы рис. 3

V(V1)	V(V2)	I(R1)	I(R2)	I(R3)	V(R1)	V(R2)	V(R3)
14В	0	47.458 мА	11.864 мА	35.593 мА	10.441В	3.559В	3.559В

2.7 Проверка выполнения первого закона Кирхгофа - «Алгебраическая сумма мгновенных значений токов, сходящихся в узле, равна нулю. Одно из направлений токов при этом (например, к узлу) считается положительным.»

Положительным принимаем ток направленный к верхнему узлу.

Сумма токов в верхнем узле:

-схема 1 $34.746 - 63.559 + 28.814 = 0;$

-схема 2 $-12.712 - 27.966 + 40.678 = 0;$

-схема 3 $47.458 - 35.593 - 11.864 = 0.$

Первый закон Кирхгофа выполняется.

2.8 Проверка выполнения второго закона Кирхгофа

2.8.1 Рассчитаем напряжения на резистивных элементах и сумму ЭДС в левом и правом контурах, рис. 4.

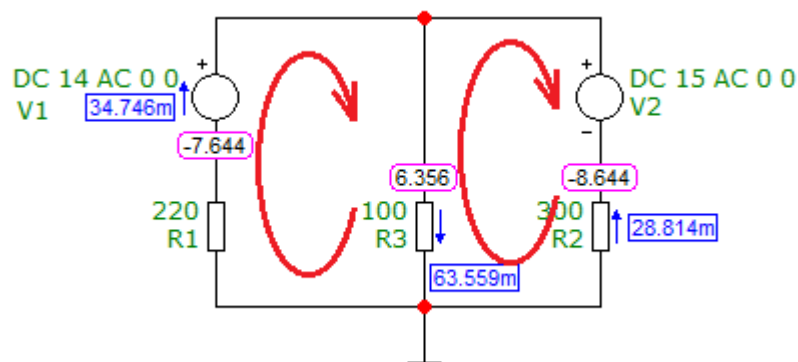


Рисунок 4 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 1.

Правый контур.

$$U_{R1} = I1 \cdot R1 = 34.746 \cdot 10^{-3} \cdot 220 = 7.644B$$

$$U_{R3} = I3 \cdot R3 = 63.559 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 6.356B$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R1} + U_{R3} = 7.644 + 6.356 = 14B$$

$$E_{\Sigma} = V1 = 14B$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Формулировка второго закона Кирхгофа: «В любом замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма мгновенных значений ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжений на пассивных элементах.»

Второй закон Кирхгофа для правого контура первой схемы выполняется.

Левый контур.

$$U_{R2} = -I2 \cdot R2 = -28.814 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = -8.644B$$

$$U_{R3} = -I3 \cdot R3 = -63.559 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = -6.356$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R2} + U_{R3} = -8.644 - 6.356 = -15B$$

$$E_{\Sigma} = -V2 = -15B$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Второй закон Кирхгофа для левого контура первой схемы выполняется.

2.8.2 Рассчитаем напряжения на резистивных элементах и сумму ЭДС в левом и правом контурах, рис. 5.

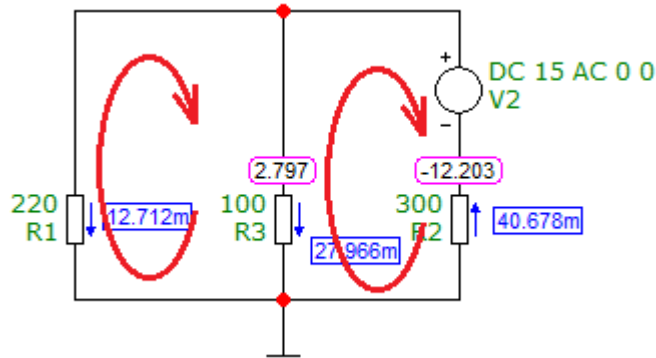


Рисунок 5 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 2.

Правый контур.

$$U_{R1} = -I1 \cdot R1 = -12.712 \cdot 10^{-3} \cdot 220 = -2.797B$$

$$U_{R3} = I3 \cdot R3 = 27.966 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 2.797B$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R1} + U_{R3} = -2.797 + 2.797 = 0$$

$$E_{\Sigma} = 0$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Второй закон Кирхгофа для правого контура второй схемы выполняется.

Левый контур.

$$U_{R2} = -I2 \cdot R2 = -40.678 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = -12,204B$$

$$U_{R3} = -I3 \cdot R3 = -27,966 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = -2,797B$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R2} + U_{R3} = -12.203 - 2.797 = -15B$$

$$E_{\Sigma} = -V2 = -15B$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Второй закон Кирхгофа для левого контура второй схемы выполняется.

2.8.3 Рассчитаем напряжения на резистивных элементах и сумму ЭДС в левом и правом контурах, рис. 6.

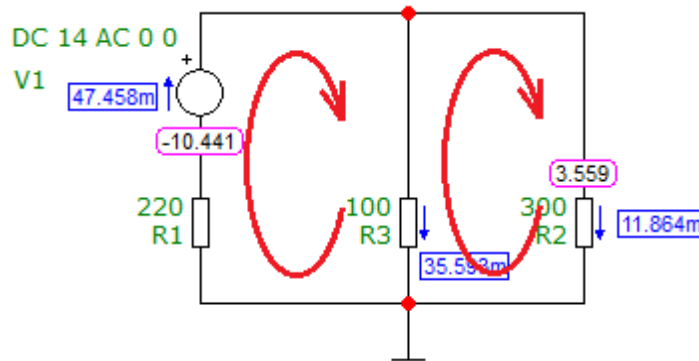


Рисунок 6 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 3.

Правый контур.

$$U_{R1} = I1 \cdot R1 = 47.458 \cdot 10^{-3} \cdot 220 = 10.441B$$

$$U_{R3} = I3 \cdot R3 = 35.593 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 3,559B$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R1} + U_{R3} = 10.441 + 3.559 = 14B$$

$$E_{\Sigma} = V1 = 14B$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Второй закон Кирхгофа для правого контура второй схемы выполняется.

Левый контур.

$$U_{R2} = I2 \cdot R2 = 11.864 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = 3.559B$$

$$U_{R3} = -I3 \cdot R3 = 35.593 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = -3.559B$$

$$U_{R\Sigma} = U_{R2} + U_{R3} = -3.559 + 3.559 = 0$$

$$E_{\Sigma} = 0$$

$$U_{R\Sigma} = E_{\Sigma}$$

Второй закон Кирхгофа для левого контура второй схемы выполняется.

2.9 Проверка принципа наложения.

Формулировка принципа наложения Ток в любой ветви схемы с несколькими источниками равен алгебраической сумме токов вызываемых каждым из источников схемы в отдельности, в этой ветви.

Токи в схеме, вызываемые источником V1:

$$I_{1V1} = 47.458\text{мА}$$

$$I_{2V1} = -11.864\text{мА}$$

$$I_{3V1} = -35.593\text{мА}$$

Токи в схеме, вызываемые источником V2:

$$I_{1V2} = -12.712\text{мА}$$

$$I_{2V2} = 40.678\text{мА}$$

$$I_{3V2} = -27.966\text{мА}$$

Полные токи ветвей:

$$I_1 = I_{1V1} + I_{1V2} = 47.458 - 12.712 = 34.746\text{мА}$$

$$I_2 = I_{2V1} + I_{2V2} = -11.864 + 40.678 = 28.814\text{мА}$$

$$I_3 = I_{3V1} + I_{3V2} = -35.593 - 27.966 = -63.559\text{мА}$$

Что совпадает с данными табл.1, Таким образом, принцип наложения выполняется.