

# 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

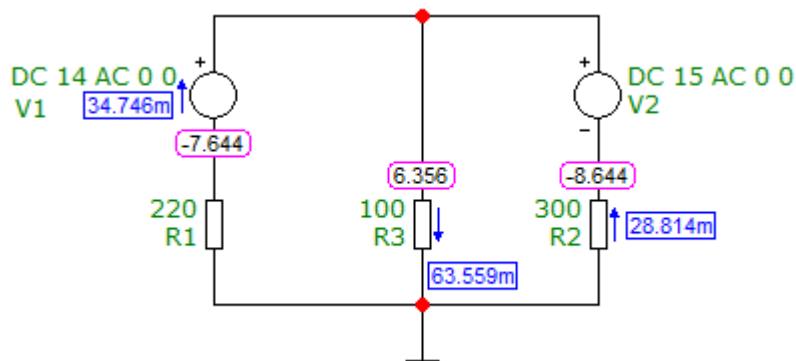


Рисунок 1 – Исследуемая схема

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

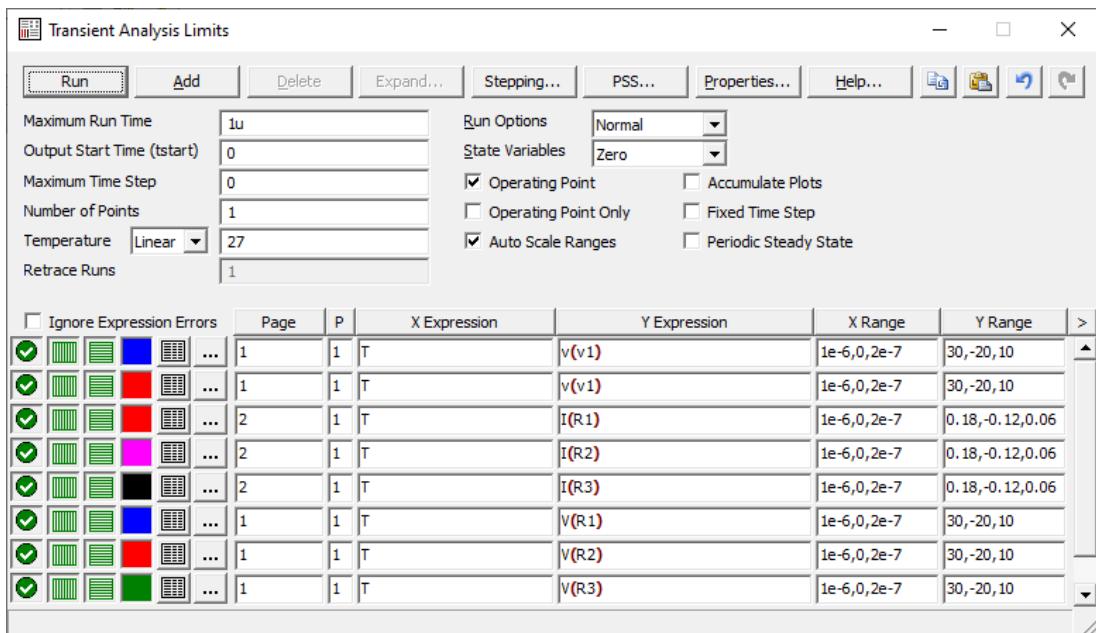


Рисунок 2 – Установки анализа в окне «Transient Analysis Limits»

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 mA	28.814 mA	63.559 mA	7.644В	8.644В	6.356В

### 2.3 Соберем схему, рис. 2

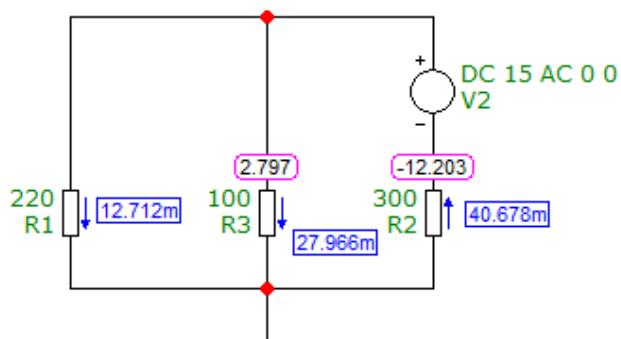


Рисунок 2 – Исследуемая схема без источника V1

## 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 mA	40.678 mA	27.966 mA	2.797В	-12,203В	2.797В

## 2.5 Соберем схему, рис. 3

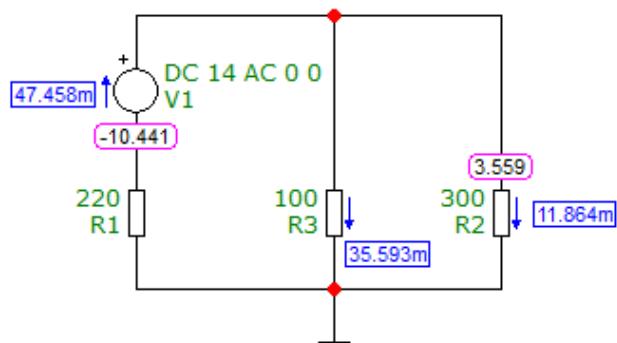


Рисунок 3 Схема без источника V2

## 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 mA	11.864 mA	35.593 mA	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.

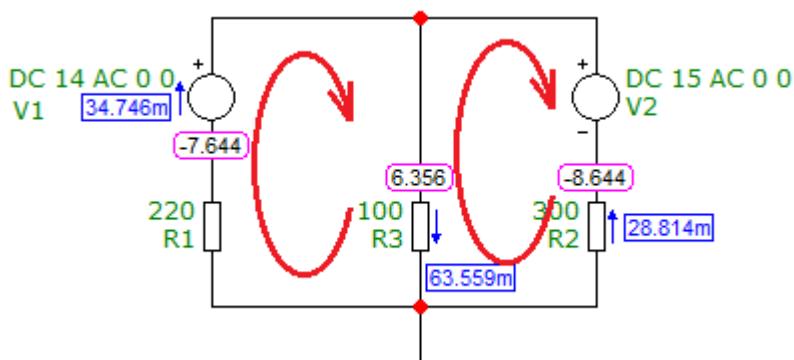


Рисунок 4 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 1.

Правый контур.

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

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

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

$$E_{\Sigma} = V1 = 14 \text{ В}$$

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

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.

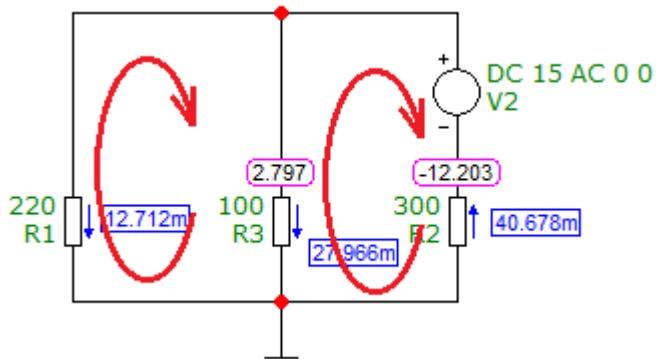


Рисунок 5 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 2.

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.

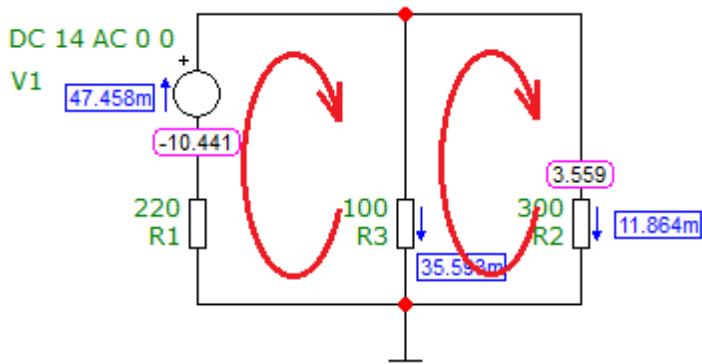


Рисунок 6 – Проверка выполнения второго закона Кирхгофа для схемы рис. 3.

Правый контур.

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

$$U_{R3} = I3 \cdot R3 = 35.593 \cdot 10^{-3} \cdot 220 = 3,559B$$

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

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

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

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:

$$I1_{V1} = 47.458\text{mA}$$

$$I2_{V1} = -11.864\text{mA}$$

$$I3_{V1} = -35.593\text{mA}$$

Токи в схеме, вызываемые источником V2:

$$I1_{V2} = -12.712\text{mA}$$

$$I2_{V2} = 40.678\text{mA}$$

$$I3_{V2} = -27.966\text{mA}$$

Полные токи ветвей:

$$I1 = I1_{V1} + I1_{V2} = 47.458 - 12.712 = 34.746\text{mA}$$

$$I2 = I2_{V1} + I2_{V2} = -11.864 + 40.678 = 28.814\text{mA}$$

$$I3 = I3_{V1} + I3_{V2} = -35.593 - 27.966 = -63.559\text{mA}$$

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