

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра ТОЭ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №1
Тема: «Исследование линейных резистивных систем»

Студент гр. 2381

Комосский Е.А.

Студент гр. 2381

Кузнецов И.И.

Студент гр. 2381

Рыжиков И.С.

Преподаватель

Санкт-Петербург
2024

Цель работы

Экспериментальное исследование линейных разветвленных резистивных цепей с использованием методов наложения, эквивалентного источника и принципа взаимности.

Приборы и материалы

- мультиметр;
- набор резисторов;
- соединительные провода.
- Схема для исследования, изображенная на рис. 1.

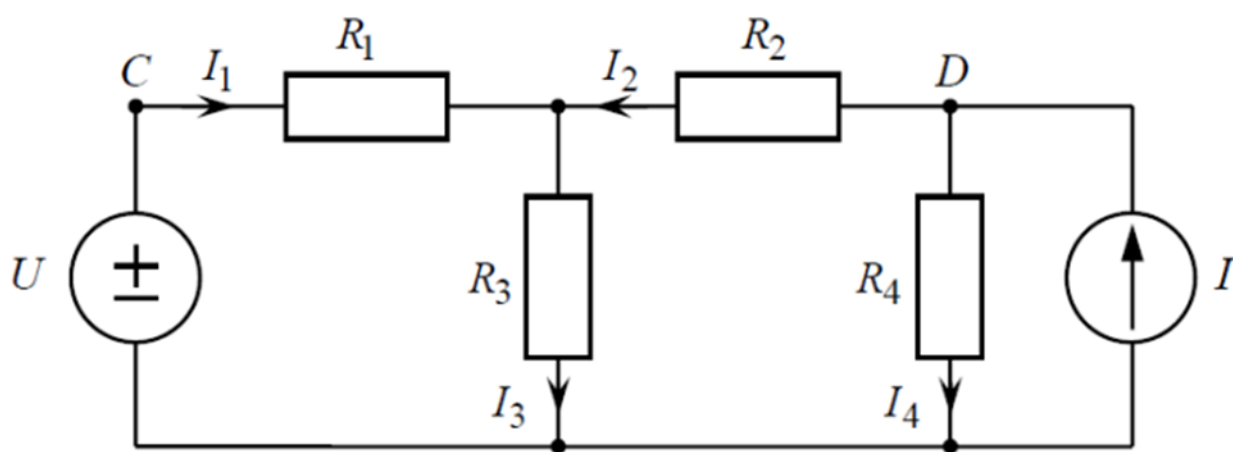


Рис. 1: Схема для исследования

$$R_1 = R_2 = 1,5 \text{ кОм}, R_3 = R_4 = 3 \text{ кОм}.$$

Выполнение работы

Исследование цепи при питании её от двух источников

Проверим результаты эксперимента, используя уравнения Кирхгофа. Для этого составим систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ I - I_2 - I_4 = 0 \\ U_1 + U_3 - U = 0 \end{cases}$$

Подставим в уравнения значения напряжений и токов:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0,206 + 0,274 - 0,475 = 0,005 \text{ (мА)} \\ I - I_2 - I_4 = 0,989 - 0,274 - 0,680 = 0,035 \text{ (мА)} \\ U_1 + U_3 - U = 0,31 + 1,57 - 1,92 = 0,04 \text{ (мВ)} \end{cases}$$

Учитывая погрешность измерений, можно сделать вывод, что результаты эксперимента совпадают с результатами, полученными с помощью уравнений Кирхгофа.

Определение токов методом наложения

Токи в цепи можно определить методом наложения, а именно: ток в цепи равен алгебраической сумме токов, которые протекали бы в цепи при включении каждого источника по отдельности.

Чтобы определить это составим таблицу, в которой будут указаны токи:

Включены источники	I_1 , мА	I_2 , мА	I_3 , мА	I_4 , мА
U	0,528	−0,238	0,301	0,245
I	−0,358	0,534	0,138	0,475
U, I	0,170	0,296	0,475	0,720
U, I (измерено)	0,206	0,274	0,439	0,680

Определение тока в ветви с сопротивлением R_3 методом эквивалентного источника напряжения

По отношению к одной из ветвей линейную цепь с несколькими источниками можно представить одним эквивалентным ИН U_0 с последовательно соединённым сопротивлением R_0 (рис. 2).

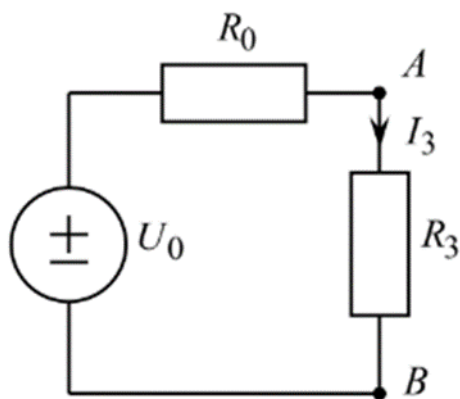


Рис. 2: Эквивалентная схема

Видно, что в данном случае

$$I_3 = \frac{U_0}{R_0 + R_3},$$

где U_0 — напряжение между выводами A и B ветви 3 при обрыве в данных точках, а R_0 — выходное сопротивление цепи со стороны рассматриваемой ветви при исключении источников в схеме (рис. 3).

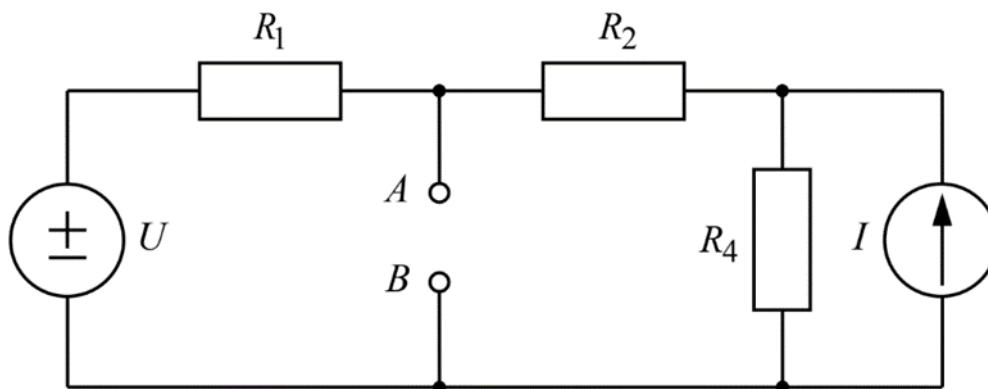


Рис. 3: Схема с исключенным сопротивлением R_3

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_4} = \frac{1}{1,5\text{кОм}} + \frac{1}{4,5\text{кОм}} = \frac{4}{4,5\text{кОм}} \Rightarrow \\ \Rightarrow R_0 = 1,125\text{кОм}$$

Теперь найдем I_3 :

$$I_3 = \frac{U_0}{R_0 + R_3} = \frac{2,20\text{В}}{1,125\text{кОм} + 3\text{кОм}} = \frac{2,20\text{В}}{4,125\text{кОм}} = 0,533\text{мА}$$

Теоритический расчет показал, что ток в ветви с сопротивлением R_3 равен 0,533 мА, что совпадает с результатами экспериментального определения тока (0,491 мА) в ветви с сопротивлением R_3 с учётом погрешности.

Экспериментальная проверка принципа взаимности

Принцип взаимности можно сформулировать следующим образом:

Если источник напряжение (единственный в цепи), действуя в одной ветви линейной электрической цепи, вызывает ток в другой ветви, то тот же источник после его переноса во вторую ветвь вызовет в первой ветви такой же ток.

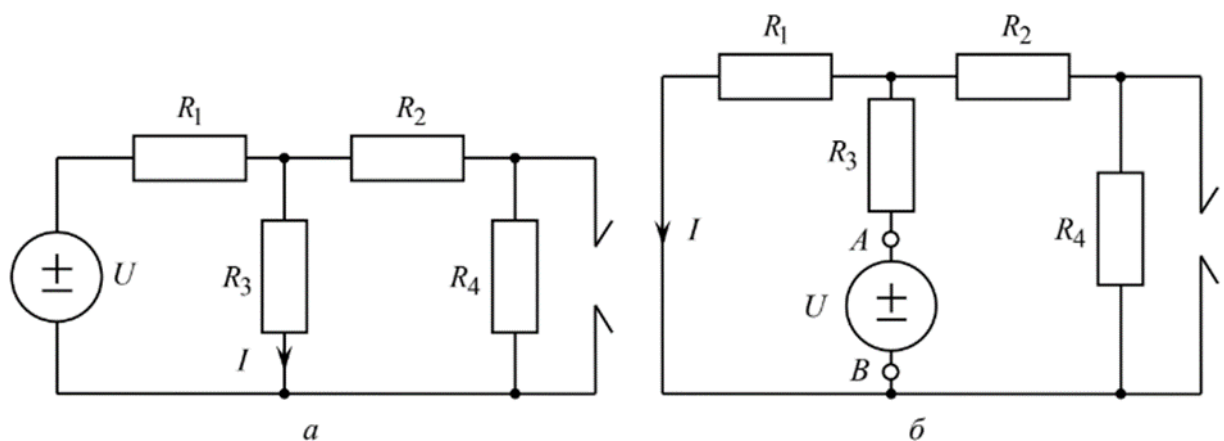


Рис. 4: Схема для проверки принципа взаимности

По результатам эксперимента $I_3 = I'_1$: 0,32 мА = 0,32 мА. Значит принцип подтверждается на практике.

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены основные методы анализа линейных электрических цепей: метод наложения, метод эквивалентного источника и принцип взаимности.

Проведенные измерения подтвердили правильность применения уравнений Кирхгофа для анализа электрической цепи, принцип суперпозиции, принцип эквивалентного источника и принцип взаимности.

Метод наложения позволил успешно определить токи в различных ветвях цепи. Сравнение экспериментальных значений с теоретическими расчетами показало, что результаты совпадают в пределах допустимой погрешности, что подтверждает эффективность данного метода в анализе электрических цепей.

Использование эквивалентного источника напряжения для расчета тока в ветви с сопротивлением R_3 также дало удовлетворительные результаты. Полученное значение тока ($0,533 \text{ мА}$) близко к экспериментально измеренному ($0,491 \text{ мА}$), что подтверждает правильность выбранного подхода.

Экспериментальная проверка принципа взаимности также подтвердила его справедливость: токи в разных ветвях при переносе источника напряжения остались одинаковыми ($0,32 \text{ мА}$), что соответствует теоретическим ожиданиям.