

МАИ

Кафедра Теоретической электротехники

Лаборатория ТОЭ

Отчет по работе № _____

Наименование работы

студента _____ группы _____
Ф.И.О

Отчет принял преподаватель _____
Ф.И.О

« _____ » _____ 20 ____ г.

Подпись преподавателя

20 год

Цель работы — экспериментальная проверка справедливости закона Ома, первого и второго законов Кирхгофа; определение внутренних сопротивлений источников напряжения.

Элементы и приборы

Резисторы: $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_5 = 200 \text{ Ом}$, $R_7 = 500 \text{ Ом}$; источник постоянного напряжения с нерегулируемой ЭДС E_1 , источник постоянного напряжения с регулируемой ЭДС $E_2 = (0 \pm 24) \text{ В}$; цифровой вольтметр.

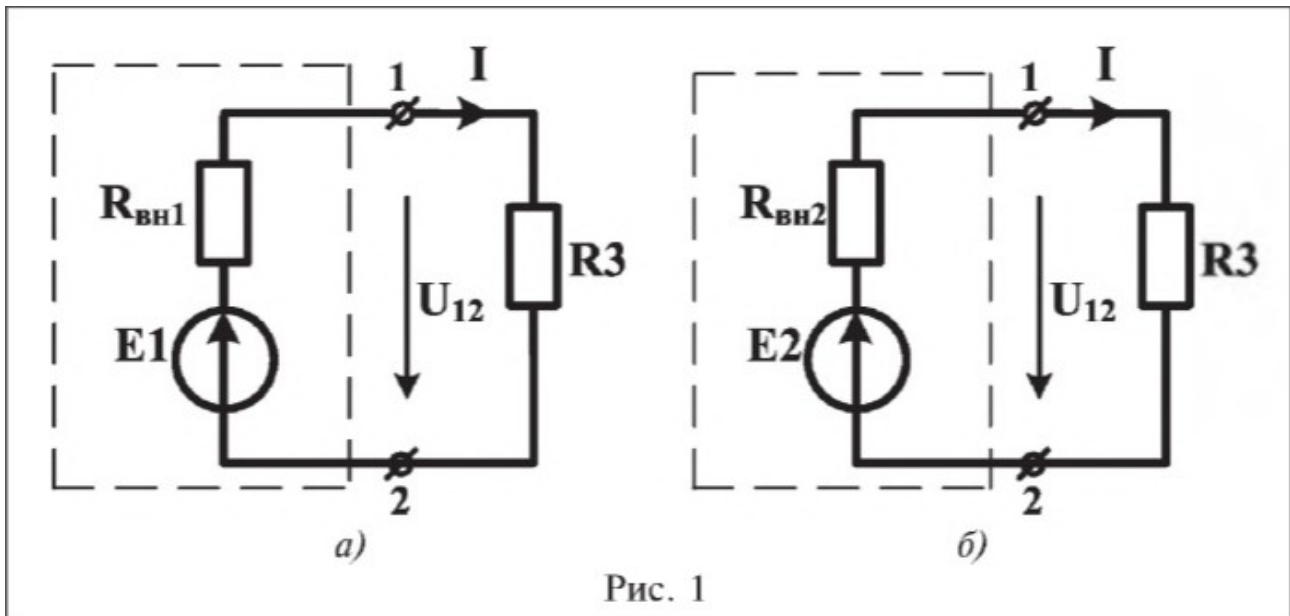
Порядок выполнения работы

Все измерения проводятся с помощью универсального цифрового вольтметра.

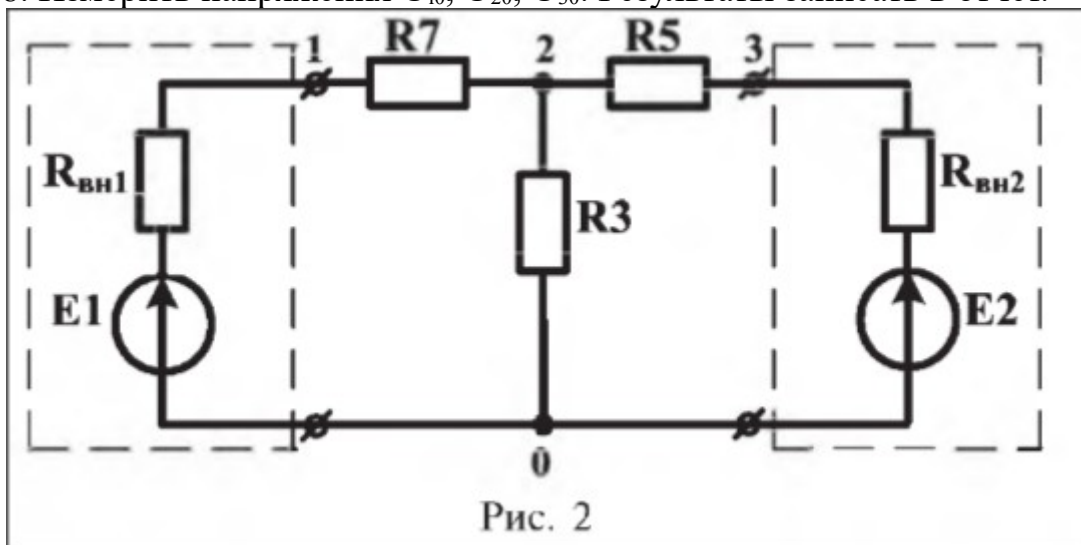
Рекомендуется для более точного теоретического расчета уточнить значения сопротивлений используемых резисторов, переключив вольтметр на «Режим измерения сопротивления» и установив переключатель «Пределы измерения» в соответствии с величиной измеряемого сопротивления. Для измерения напряжения предварительно установить переключатель «Переменное/постоянное (AC/DC)» в положение измерения постоянного напряжения (DC) и включить переключатель «Режим измерения напряжения». Переключатель «Пределы измерения» установить в соответствии с величиной измеряемого напряжения.

Экспериментальная часть

1. Измерить значение ЭДС источника постоянного напряжения с нерегулируемой ЭДС E_x , подключив цифровой вольтметр непосредственно к выводам источника. Результат записать в отчет.
2. Для определения внутреннего сопротивления источника R_{int} собрать цепь по схеме рис. 1,а.
3. Измерить напряжение U_n . Результат записать в отчет.



4. Для определения $R_{вн2}$ собрать цепь по схеме рис. 1,б.
5. Установить значение ЭДС источника постоянного напряжения с регулируемой ЭДС $E_2 = 10$ В.
6. Измерить напряжение U_{12} . Результат записать в отчет.
7. Для экспериментальной проверки законов Кирхгофа собрать цепь по схеме рис. 2, установив $E_2 = 10$ В.
8. Измерить напряжения U_{10} , U_{20} , U_{30} . Результаты записать в отчет.



Величина	Значение
E_1	20.5В
U_n	19.4В
E_2	10В
U_{12}	9.88В
U_{10}	20.1В
U_{20}	5.05В
U_{30}	9.99В

Расчетная часть

1. На основании закона Ома вычислить значение тока I в цепи рис. 1,а, используя результат измерения п.3 экспериментальной части.

2. Составить уравнение по второму закону Кирхгофа для исследуемой цепи рис. 1,а. Используя результаты, полученные в п.1 и п.3 экспериментальной части и в п.1 расчетной части, определить внутреннее сопротивление $R_{вт1}$ источника E_1 .

3. Вычислить значение тока I в цепи рис. 1,б, используя результат измерения п.6 экспериментальной части.

4. Составить уравнение по второму закону Кирхгофа для исследуемой цепи рис. 1,б. Используя результаты, полученные в п.5 и п.6 экспериментальной части и в п.3 расчетной части, определить внутреннее сопротивление $R_{вт2}$ источника E_1 .

5. Используя результаты измерений п.8, вычислить на основании закона Ома значения токов I_7 , I_3 , I_5 , протекающих через резисторы R_7 , R_3 , R_5 в цепи рис. 2, и указать на схеме их положительные направления.

6. Записать уравнение по первому закону Кирхгофа для одного из узлов цепи рис.2. Подставив в уравнение результаты, полученные в п.5 расчетной части, проверить справедливость первого закона Кирхгофа.

7. Используя результаты, полученные в п.1 и п.5 экспериментальной части и п.2,3 и п.5 расчетной части, составить уравнения по второму закону Кирхгофа для контуров цепи рис.2, предварительно выбрав направления обхода соответствующего контура. Проверить справедливость второго закона Кирхгофа.

.

1. Определение внутренних сопротивлений источников

1.1. Для источника E_1 (схема 1,а)

- Вычисление тока I_1 :

$$I_1 = U_n / R_3 = 19.4 \text{ В} / 100 \text{ Ом} = 0.194 \text{ А}$$

- Определение внутреннего сопротивления $R_{вт1}$:

Из $E_1 = I_1 \cdot (R_3 + R_{вт1})$ следует:

$$R_{вт1} = (E_1 / I_1) - R_3 = (20.5 \text{ В} / 0.194 \text{ А}) - 100 \text{ Ом} \approx 105.67 \text{ Ом} - 100 \text{ Ом} = 5.67 \text{ Ом}$$

1.2. Для источника E_2 (схема 1,б)

- Вычисление тока I_2 :

$$I_2 = U_{12} / R_3 = 9.88 \text{ В} / 100 \text{ Ом} = 0.0988 \text{ А}$$

- Определение внутреннего сопротивления $R_{вт2}$:

Из $E_2 = I_2 \cdot (R_3 + R_{вт2})$ следует:

$$R_{вт2} = (E_2 / I_2) - R_3 = (10 \text{ В} / 0.0988 \text{ А}) - 100 \text{ Ом} \approx 101.21 \text{ Ом} - 100 \text{ Ом} = 1.21 \text{ Ом}$$

2. Проверка законов Кирхгофа (схема 2)

2.1. Вычисление токов в ветвях

- Ток I_7 (через R_7 , между узлами 1 и 2):

$$I_7 = (U_{10} - U_{20}) / R_7 = (20.1 \text{ В} - 5.05 \text{ В}) / 500 \text{ Ом} = 15.05 \text{ В} / 500 \text{ Ом} = 0.0301 \text{ А}$$

$(1 \rightarrow 2)$

- Ток I_3 (через R_3 , между узлами 2 и 0):

$$I_3 = U_{20} / R_3 = 5.05 \text{ В} / 100 \text{ Ом} = 0.0505 \text{ А}$$

$(2 \rightarrow 0)$

- Ток I_5 (через R_5 , между узлами 3 и 2):

$$I_5 = (U_{30} - U_{20}) / R_5 = (9.99 \text{ В} - 5.05 \text{ В}) / 200 \text{ Ом} = 4.94 \text{ В} / 200 \text{ Ом} = 0.0247 \text{ А}$$

$(3 \rightarrow 2)$

2.2. Проверка Первого закона Кирхгофа (для узла 2)

Токи I_7 и I_5 втекают в узел 2, ток I_3 вытекает. $I_7 + I_5 = I_3$.

- Сумма втекающих токов: $0.0301 \text{ А} + 0.0247 \text{ А} = 0.0548 \text{ А}$
- Вытекающий ток: 0.0505 А
- Сравнение: $0.0548 \text{ А} \approx 0.0505 \text{ А} \rightarrow$ закон выполняется.

2.3. Проверка Второго закона Кирхгофа

- Для левого контура (E_1 , $R_{\text{вт1}}$, R_7 , R_3):

$$E_1 = I_7 \cdot R_{\text{вт1}} + I_7 \cdot R_7 + I_3 \cdot R_3$$

$$E_1 = (0.0301 \text{ А} \cdot 5.67 \text{ Ом}) + (0.0301 \text{ А} \cdot 500 \text{ Ом}) + (0.0505 \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом})$$

$$E_1 = 0.17 \text{ В} + 15.05 \text{ В} + 5.05 \text{ В} = 20.27 \text{ В}$$

- Сравнение: $20.27 \text{ В} \approx 20.5 \text{ В}$ (ЭДС источника) \rightarrow закон выполняется.

- Для правого контура (E_2 , $R_{\text{вт2}}$, R_5 , R_3):

$$E_2 = I_5 \cdot R_{\text{вт2}} + I_5 \cdot R_5 + I_3 \cdot R_3$$

$$E_2 = (0.0247 \text{ А} \cdot 1.21 \text{ Ом}) + (0.0247 \text{ А} \cdot 200 \text{ Ом}) + (0.0505 \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом})$$

$$E_2 = 0.03 \text{ В} + 4.94 \text{ В} + 5.05 \text{ В} = 10.02 \text{ В}$$

- Сравнение: $10.02 \text{ В} \approx 10 \text{ В}$ (ЭДС источника) \rightarrow закон выполняется.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы №1 были экспериментально проверены основные законы для цепей постоянного тока — законы Ома и Кирхгофа, а также определены параметры реальных источников питания.

Небольшие расхождения между расчетными и экспериментальными данными можно объяснить погрешностью измерительных приборов (вольтметра), неидеальностью соединительных проводов, а также возможным отклонением фактических номиналов резисторов от заявленных.

Таким образом, цель работы была полностью достигнута: законы Ома и Кирхгофа были успешно проверены на практике, а ключевые характеристики элементов цепи — определены.