

010204. Законы Ома и Кирхгофа.

Цель работы: Практически убедиться в справедливости закона Ома для участка цепи. Проверить опытным путем законы Кирхгофа.

Требуемое оборудование:

Модульный учебный комплекс: МУК-ЭМ1 или МУК-ЭМ2.

Приборы:

- | | |
|-------------------------------------------|-------|
| 1. Генератор напряжений ГН1 | 1 шт. |
| 2. Стенд с объектами исследования СЗ-ЭМ01 | 1 шт. |
| 3. Амперметр-вольтметр АВ1 | 1 шт. |
| 4. Комплект проводников | 1 шт. |

Краткое теоретическое введение

Немецкий физик Георг Симон Ом (1787-1854) в 1826 году экспериментально установил, что отношение падения напряжения на участке электрической цепи к величине электрического тока через этот участок есть величина постоянная. Эту величину называют электрическим сопротивлением проводника R :

Единицей измерения сопротивления служит ом [Ом], равный сопротивлению такого проводника, в котором при напряжении в 1 В, течет ток силой 1 А. Величина сопротивления зависит от формы и размеров проводника, а также от свойств материала, из которого он сделан:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

где l – длина проводника;

S – площадь поперечного сечения проводника;

ρ – удельное электрическое сопротивление.

Величина удельного электрического сопротивления зависит от свойств материалов и измеряется в СИ в ом-метрах [Ом·м].

Различают закон Ома для участка цепи, не содержащего источника э.д.с., и для замкнутой неразветвлённой цепи, содержащей источник э.д.с..

Закон Ома для участка цепи, не содержащего источника э.д.с., гласит: падение напряжения на участке с сопротивлением R пропорционально сопротивлению и величине тока через эту цепь:

$$U = IR, \quad (2)$$

Если значение сопротивления резистора не зависит от тока, протекающего через него, то такой **резистор называется линейным**, а электрическая цепь, состоящая только из таких резисторов, – **линейной резистивной**. Вольт-амперная характеристика такого элемента ($ВАХ$) представляет собой линейную функцию, проходящую через начало координат.

Закон Ома для участка замкнутой неразветвлённой цепи, содержащего источник э.д.с., будет гласить: сила тока в цепи пропорциональна э.д.с. E и обратно пропорциональна полному

сопротивлению цепи R_{II} . В полное сопротивление входит как внешняя, так и внутренняя цепь источника э.д.с.:

$$I = \frac{E}{R_{II}} \quad (3)$$

Приведенный выше закон позволяет проводить расчеты напряжения и тока для простейших электрических цепей. Расчет разветвленных цепей значительно упрощается, если пользоваться двумя правилами, которые сформулировал немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф (1824-1884).

Первое правило из них относится к узлам цепи. **Узлом** называется точка, в которую сходится более чем два проводника. Ток, текущий к узлу имеет один знак (плюс или минус), а текущий от узла – противоположный ему.

Первый закон Кирхгофа можно сформулировать как алгебраическая сумма токов в узле (узловой точке) равна нулю;

$$\sum I_k = 0 \quad (4)$$

Этот закон следует из закона сохранения заряда.

Второй закон Кирхгофа

Согласно второму закону Кирхгофа, в любой замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме напряжений на всех резистивных элементах контура.

$$\sum I_k R_k = \sum E_k \quad (5)$$

Уравнение (5) может быть составлено для всех замкнутых контуров, которые можно выделить мысленно в данной разветвленной цепи. Однако независимыми будут только уравнения для тех контуров, которые нельзя получить наложением других контуров друг на друга.

При составлении уравнений второго закона Кирхгофа токам и ЭДС нужно приписывать знаки в соответствии с выбранным направлением обхода. Направления обхода в каждом из контуров можно выбирать совершенно произвольно и независимо от выбора направлений в других контурах.

Методика проведения экспериментов

Для проверки законов Ома и Кирхгофа используется модульный учебный комплекс МУК-ЭМ1(2), в состав которого входит источник регулируемого постоянного напряжения ГН1, амперметр-вольтметр АВ1 и стенд с объектами исследования СЗ-ЭМ01.

Закон Ома для участка цепи. Для экспериментальной проверки этого закона можно исследовать на линейность вольтамперную характеристику постоянного резистора. Для этого необходимо воспользоваться схемой рис.1.

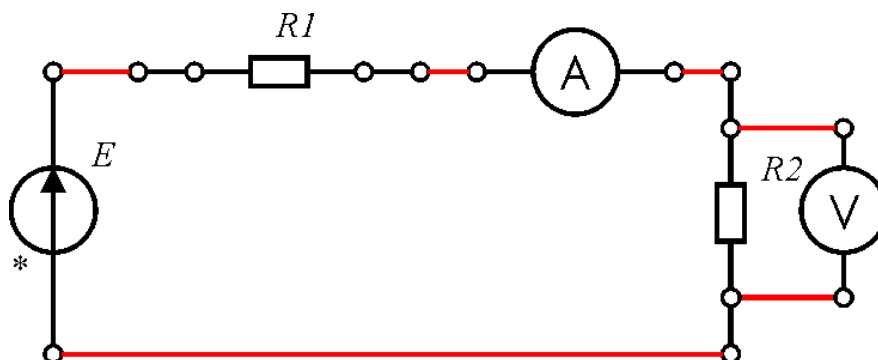


Рис. 1

Закон Ома для полной цепи. Для экспериментальной проверки этого закона можно сравнить практические значения тока в замкнутой цепи с теоретическим, рассчитанным по формуле (3). Для этого необходимо воспользоваться схемой рис.2.

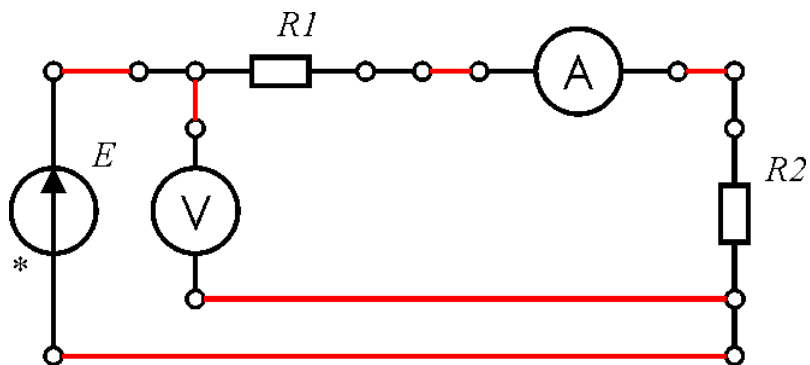


Рис. 2

Первый закон Кирхгофа. Для проверки этого закона можно собрать схему рис. 3. Измерить значения токов в ветвях можно переключая амперметр в соответствующую ветвь. Амперметр следует включать значком «*» к узлу.

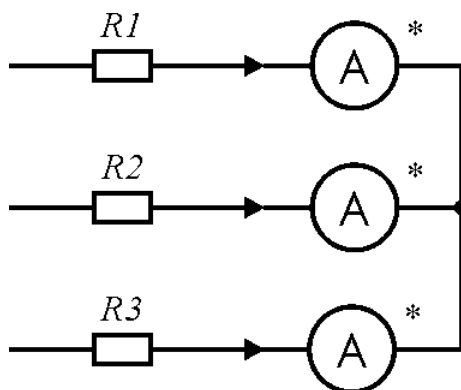


Рис. 3

Второй закон Кирхгофа. Полярность вольтметра нельзя менять относительно направления обхода контура. Т. е. «*» вольтметра всегда должна указывать, например, на основании стрелки, по которой производится обход контур рис. 4.

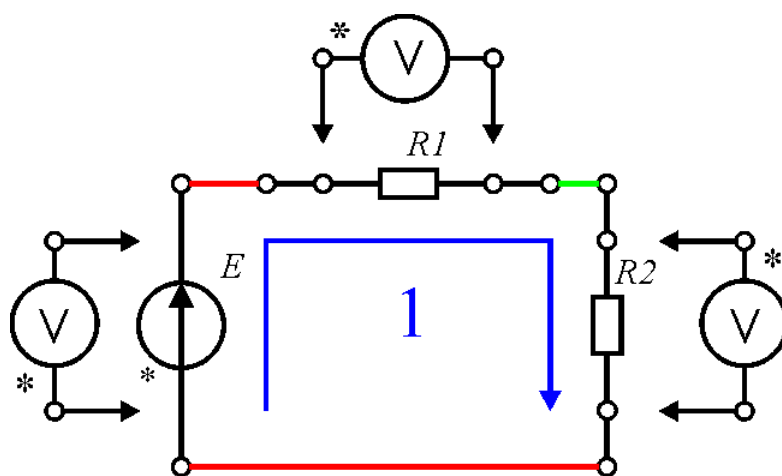


Рис. 4

Рекомендуемое задание к работе

1. Соберите схему рис. 1. Отключите внутреннее сопротивление источника. Меняя значение ЭДС источника E , измерьте значение тока I и напряжения U . Постройте график зависимости $U=f(I)$.

2. Соберите схему рис. 2. Для нескольких значений E измерьте значение I . Согласно выражению (3) рассчитайте теоретические значения тока. При этом $R_n=R_1+R_2$. Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь. Сравните полученные результаты.

3. Соберите схему рис. 5. Установите произвольное значение ЭДС. Измерьте значения токов втекающих в узел. Проверьте первый закон Кирхгофа.

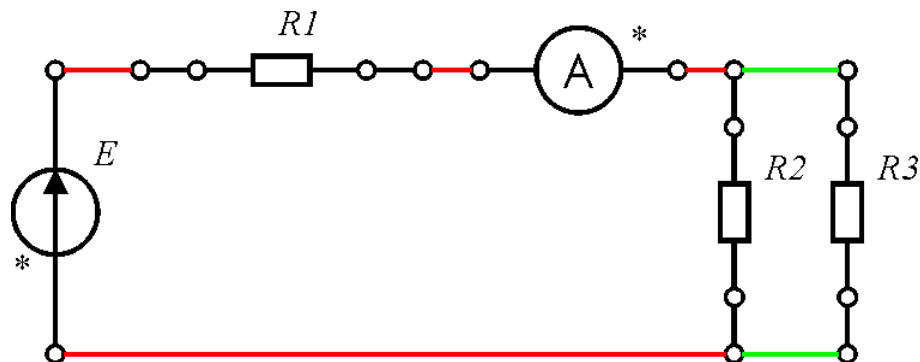


Рис. 5

4. Соберите схему рис. 6. Установите произвольное значение ЭДС. Обходя контур 1, по часовой стрелке найдите значения напряжений на каждом из участков цепи. Проверьте второй закон Кирхгофа. Проведите аналогичные измерения для контуров 2 и 3. Сделайте выводы.

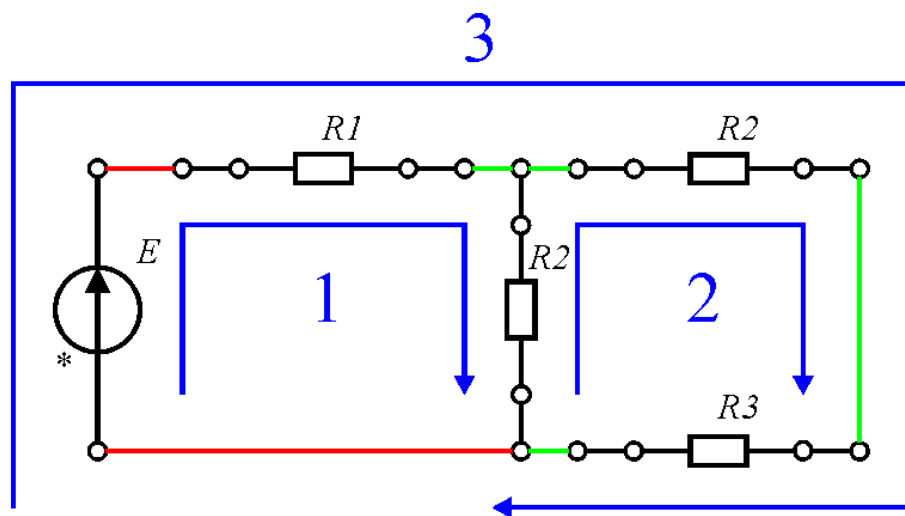


Рис. 6

Список использованных источников

1. Савельев И.В. Курс общей физики. - М.: Наука, 1978 - т. 2.

сентябрь 2010