

12.11.2020. Основы электротехники 32 группа .

Работаем в программе Начало электроники.

ЭДС и внутреннее сопротивление источников постоянного тока. Закон Ома для полной цепи.

Цель: определить внутреннее сопротивление источника тока и его ЭДС.

1. Краткое теоретическое описание

Электрический ток в проводниках вызывают так называемые источники постоянного тока. Силы, вызывающие перемещение электрических зарядов внутри источника постоянного тока против направления действия сил электростатического поля, называются *сторонними силами*. Отношение работы $A_{стор.}$, совершаемой сторонними силами по перемещению заряда D Q вдоль цепи, к значению этого заряда называется *электродвижущей силой* e источника (ЭДС):

(1)

Электродвижущая сила выражается в тех же единицах, что и напряжение или разность потенциалов, т.е. в Вольтах.

Работа – эта мера превращения энергии из одного вида в другой. Следовательно, в источнике сторонняя энергия преобразуется в энергию электрического поля

$$W = e \cdot Q \quad (2)$$

При движении заряда Q на внешнем участке цепи преобразуется энергия стационарного поля, созданного и поддерживаемого источником:

$$W_1 = U \cdot Q, \quad (3)$$

а на внутреннем участке:

$$W_2 = U_{вн.} \cdot Q \quad (4)$$

По закону сохранения энергии

$$W = W_1 + W_2 \text{ или } e \cdot Q = U \cdot Q + U_{вн.} \cdot Q \quad (5)$$

Сократив на Q , получим:

$$e = U_{\text{вн.}} + U \quad (6)$$

т.е. электродвижущая сила источника равна сумме напряжений на внешнем и внутреннем участке цепи.

При разомкнутой цепи $U_{\text{вн.}} = 0$, то

$$e = U \quad (7)$$

Подставив в равенство (6) выражения для U и $U_{\text{вн.}}$ по закону Ома для участка цепи

$$U = I R; U_{\text{вн.}} = I r,$$

получим:

$$e = I R + I r = I (R + r) \quad (8)$$

Отсюда

$$(9)$$

Таким образом, сила тока в цепи равна отношению электродвижущей силы источника к сумме сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи. Это закон Ома для полной цепи. В формулу (9) входит внутреннее сопротивление r .

Рис.1

Пусть известны значения сил токов I_1 и I_2 и падения напряжений на реостате U_1 и U_2 (см. рис.1.). Для ЭДС можно записать:

$$e = I_1 (R_1 + r) \text{ и } e = I_2 (R_2 + r) \quad (10)$$

Приравнивая правые части этих двух равенств, получим

$$I_1 (R_1 + r) = I_2 (R_2 + r)$$

или

$$I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r$$

$$I_1 r - I_2 r = I_2 R_2 - I_1 R_1$$

Т.к. $I_1 R_1 = U_1$ и $I_2 R_2 = U_2$, то можно последнее равенство записать так

$$r? (I_1 - I_2) = U_2 - U_1,$$

откуда

(11)

2. Порядок выполнения работы

2.1. Соберите цепь по схеме, изображенной на рисунке 1. Установите сопротивление реостата 7 Ом, ЭДС батарейки 1,5 В, внутреннее сопротивление батарейки 3 Ом.

2.2. При помощи мультиметра определите напряжение на батарейке при разомкнутом ключе. Это и будет ЭДС батарейки в соответствии с формулой (7).

2.3. Замкните ключ и измерьте силу тока и напряжение на реостате. Запишите показания приборов.

2.4. Измените сопротивление реостата и запишите другие значения силы тока и напряжения.

2.5. Повторите измерения силы тока и напряжения для 6 различных положений ползунка реостата и запишите полученные значения в таблицу.

2.6. Рассчитайте внутреннее сопротивление по формуле (11).

2.7. Определите абсолютную и относительную погрешность измерения ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки.

3. Контрольные вопросы

3.1. Сформулируйте закон Ома для полной цепи.

3.2. Чему равно ЭДС источника при разомкнутой цепи?

3.3. Чем обусловлено внутреннее сопротивление источника тока?

3.4. Чем определяется сила тока короткого замыкания батарейки?