

09.11.2020 31 группа Основы электротехники

Работаем в программе. Начало электроники

Тема 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 ΔQ вдоль цепи, к значению этого заряда называется *электродвижущей силой* ε 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

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

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

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

Сократив на Q , получим:

$$\varepsilon = U_{вн.} + U \quad (6)$$

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

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

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

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:

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

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:

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

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

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?