

Работа 312

Определение внутреннего сопротивления батарейки

Решаемые задачи

- Измерение напряжения U источника тока как функции силы тока I в нагрузке.
 - Определение внутреннего сопротивления R_i , э.д.с. батарейки \mathcal{E} и тока короткого замыкания $I_{кз}$.
 - Вычисление зависимости мощности P от сопротивления нагрузки R .
 - Определение максимальной мощности P_{max} и связанных с ним параметров R_{max} , U_{max} и I_{max} .
-
-

Э.д.с. источника тока \mathcal{E} , в общем случае, отличается от напряжения на его выводах U , например при максимальной силе тока, которая может быть получена от источника, токе короткого замыкания $I_{кз}$ напряжение на выводах источника тока становится равным нулю. Это значит, что у любого источника тока есть внутреннее сопротивление R_i , на котором происходит падение напряжения.

В этой работе для определения внутреннего сопротивления используется электрическая цепь, состоящая из реостата в качестве нагрузки и батарейки в качестве источника. Напряжение на выводах батарейки U и сила тока I в цепи измеряются при разных значениях сопротивления нагрузки. Если предположить что внутреннее сопротивление источника R_i при этом не изменяется, зависимость напряжения от силы тока можно записать в виде простой линейной зависимости:

$$U = \mathcal{E} - R_i \cdot I. \quad (1)$$

Из графика такой зависимости можно найти внутреннее сопротивление R_i . Так как R_i постоянно, ток короткого замыкания $I_{кз}$ равен:

$$I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{R_i}. \quad (2)$$

Мощность P , потребляемая нагрузкой, равна

$$P = U \cdot I, \quad (3)$$

и зависит от сопротивления нагрузки

$$R = \frac{U}{I}. \quad (4)$$

Используя выражения (1), (3) и (4) можно получить зависимость мощности от сопротивления нагрузки:

$$P = \mathcal{E}^2 \frac{R}{(R + R_i)^2}, \quad (5)$$

из чего следует, что мощность максимальна при сопротивлении нагрузки R равном внутреннему

сопротивлению источника тока R_i , при этом максимум мощности равен

$$P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4 \cdot R_i} = \frac{1}{4} \cdot \mathcal{E} \cdot I_{\text{кз}}. \quad (6)$$

При максимальной мощности напряжение на выводах источника тока равно половине э.д.с.:

$$U_{\max} = \frac{\mathcal{E}}{2}, \quad (7)$$

а ток в нагрузке равен половине тока короткого замыкания:

$$I_{\max} = \frac{\mathcal{E}}{2 \cdot R} = \frac{I_{\text{кз}}}{2}. \quad (8)$$

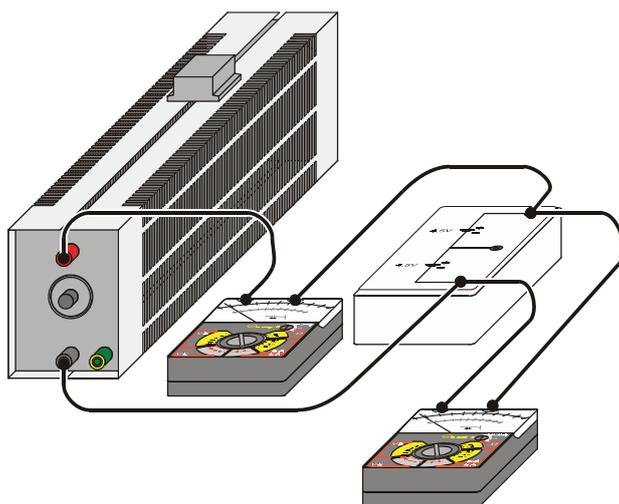


Рис. 1. Экспериментальная установка для определения внутреннего сопротивления батарейки.

Оборудование

Батарейный ящик 1 x 1,5 В	1 шт.	57689
Мультиметр LDanalog 20	2 шт.	531120
Соединительный провод 100 см чёрный	3 шт.	50133
Соединительный провод 25 см чернй	2 шт.	50123

Порядок выполнения работы

Примечание: В качестве вольтметра и амперметра в работе используются универсальные измерительные приборы (мультиметры) «LDanalog 20». Род тока (переменный или постоянный) и режим работы (измерение тока или напряжения, предел шкалы) выбирается поворотом переключателя.

- Подключите батарейный ящик последовательно с амперметром и реостатом, но не замыкайте цепь, чтобы батарея не разряжалась.
- Подключите вольтметр к выводам батарейного ящика.
- Замкните цепь, и подстройте реостат так, чтобы ток в цепи был минимальным.

- Понемногу сдвигая ручку реостата и изменяя сопротивление нагрузки, для каждого шага запишите значения напряжения и силы тока в цепи (10–15 пар значений). Постарайтесь делать измерения быстро. Результаты измерений занесите в таблицу.
- Закончив измерения разомкните цепь.

Обработка результатов

1. Определение внутреннего сопротивления R_i и э.д.с. \mathcal{E} источника тока.

Постройте график зависимости напряжения на выводах источника тока U от силы тока в цепи I . Проведите через экспериментальные точки прямую, и из ее наклона определите внутреннее сопротивление батарейки, а из пересечения прямой с осью $I = 0$ найдите э.д.с источника.

2. Мощность как функция сопротивления нагрузки.

Для каждой пары измеренных значений тока I и напряжения U рассчитайте мощность P на нагрузке и сопротивление нагрузки R по формулам (3) и (4). Результаты занесите в таблицу. Постройте график зависимости P от R . Из графика найдите значение максимальной мощности P_{\max} и соответствующего ей сопротивление нагрузки R_{\max} , и рассчитайте значения U_{\max} и I_{\max} .

3. Объясните полученные результаты.

Вопросы для подготовки

1. Постоянный электрический ток. Условия возникновения пост постоянного тока. Плотность и сила тока.
2. Сторонние электродвижущие силы. Напряжение, разность потенциалов и э.д.с. Различие между ними.
3. Закон Ома для однородного, неоднородного участка и полной электрической цепи.
4. Линейные электрические цепи. Правила Кирхгофа.
5. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.