

ПРЯМОЕ И КОСВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ
СОПРОТИВЛЕНИЯ
В ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Освоить методику применения цифрового омметра, метод амперметра и вольтметра для косвенного измерения величины сопротивления резистора, оценить точность проведенных измерений.

2 БИБЛИОГРАФИЯ

1 Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика: Учеб. Пособие для вузов. - 3 -е изд., испр. и доп. - М.: Наука. Гл. Ред. физ. - мат. лит., 1990. - 592 с. - (Общий курс физики; Т.2).

Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 478 с.

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Измерение удельного сопротивления с помощью амперметра и вольтметра осуществляется на основе точного измерения тока или напряжения.

1 Рассмотрим схему и методику измерения активного сопротивления по техническому методу с точным измерением тока (рисунок 1).

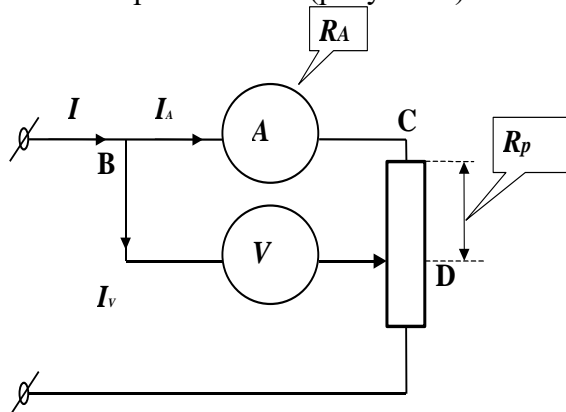


Рисунок 1

Если R_A - сопротивление амперметра, R_p - сопротивление участка резистора CD, то сопротивление R участка BD может быть определено по формуле

$$R = R_A + R_p.$$

Отсюда сопротивление R_p участка CD резистора определится из выражения

$$R_p = R - R_A. \quad (1)$$

Так как в данной схеме амперметр показывает точное значение тока, проходящего через резистор, а вольтметр определяет напряжение на участке BD, то для данного участка ток определится из закона Ома

$$I_A = \frac{U_V}{R}.$$

Отсюда сопротивление R равно

$$R = \frac{U_V}{I_A}. \quad (2)$$

Подставляя значение сопротивления R из уравнения (2) в выражение (1), получим рабочую формулу для определения сопротивления участка резистора CD:

$$R_p = \frac{U_V}{I_A} - R_A. \quad (3)$$

Удельное сопротивление однородного участка проводника может быть определено из выражения

$$R_p = \rho \frac{l}{S}. \quad (4)$$

Рассмотрим схему и методику измерения активного сопротивления по техническому методу с точным измерением напряжения (рисунок 2).

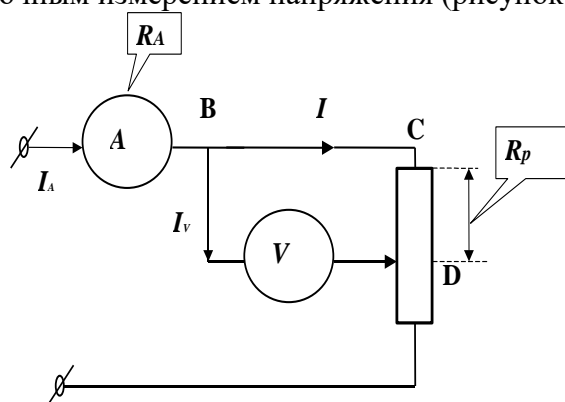


Рисунок 2

Если R_V - сопротивление вольтметра, R_p - сопротивление участка резистора CD, то сопротивление R участка BD может быть определено по формуле

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_p}.$$

Отсюда сопротивление R_p участка резистора CD определится из выражения

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_V}. \quad (5)$$

Так как в данной схеме вольтметр показывает точное значение напряжения на участке BD (сопротивлением подводящих проводов на участке BC и других участках пренебрегаем), а амперметр определяет ток на этом участке, то для данного участка ток определится из закона Ома

$$I_A = \frac{U_V}{R}.$$

Отсюда сопротивление R равно

$$R = \frac{U_V}{I_A}. \quad (6)$$

Подставляя значение сопротивления R из уравнения (6) в выражение (5), получим рабочую формулу для определения сопротивления участка резистора CD:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{\frac{U_V}{I_A}} - \frac{1}{R_V}.$$

Отсюда можно определить сопротивление R_p участка резистора CD.

$$R_p = \frac{1}{\frac{I_A}{U_V} - \frac{1}{R_V}} \approx \frac{I_A}{U_V} + \frac{1}{R_V}. \quad (7)$$

Удельное сопротивление однородного участка проводника, как и в предыдущем случае, может быть определено из выражения (4).

4. Порядок выполнения работы

4.1. Установить поворотный переключатель рода работы мультиметра МУ64 в положение для измерения сопротивлений «Ω». Подключить измерительные щупы к выводам тестируемой нагрузки. В качестве искомого сопротивления использовать сопротивления магазина сопротивлений ИТС8. Следует помнить, при измерении сопротивлений питание

Включить питание мультиметра. Если измеряемое сопротивление превышает максимальное значение для данного диапазона измерений или вход не подключен к сопротивлению, то на дисплее прибора появится «1». Результат измерения завести в табл. 1.

Резистор	Показание прибора	Результат измерения
R1=		
R2=		
R3=		
R4=		

 $R_V=10 \text{ MO}_M$

4.2. Для косвенного измерения сопротивления собрать электрическую цепь в соответствии с рис. 3. В качестве нагрузочного сопротивления использовать минимодуль резистора с сопротивлением $R=22\text{ Ом}$. Установить режим постоянного выходного напряжения функционального генератора. Регулятор выходного напряжения поставить в крайнее левое положение.

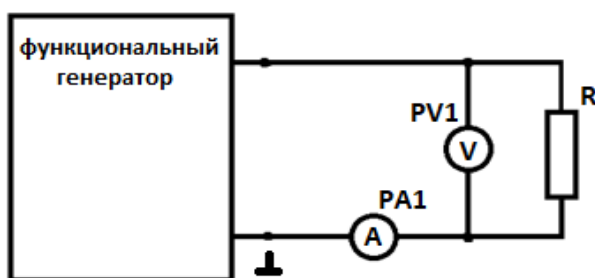


Рисунок 3

Таблица 2

[illegible]

- 4.4. Изменить нагрузочное сопротивление R и повторить опыт. Результаты занести в табл. 2. Выключить электропитание.
- 4.5. Собрать цепь по рис. 4.

4.6. После проверки цепи преподавателем включить электропитание стенда, установив заданное значение выходного напряжения функционального генератора и повторить опыты при заданных значениях нагрузочного сопротивления. Результаты занести в табл. 2. Выключить электропитание.

4.7. Измерить величину нагрузочного сопротивления R повторить опыт. Результаты занести в табл. 2. Выключить электропитание.

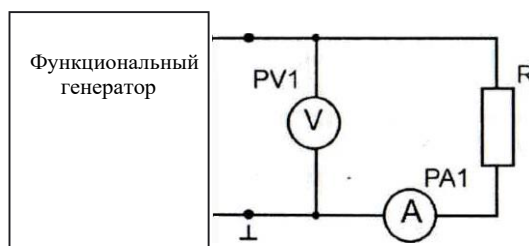


Рисунок 4

4.8 Рассчитать величину сопротивления R по показаниям приборов, максимальные абсолютные погрешности миллиамперметра ΔI и вольтметра ΔU , абсолютную инструментальную погрешность косвенного измерения сопротивления ΔR , относительную методическую погрешность измерения сопротивления для рассмотренных схем. Сравнить полученные значения относительной погрешности и сделать выводы.

При выполнении расчетов учесть, что максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра зависят от класса точности и предела измерения приборов (номинального значения):

$$\gamma = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\%, \quad \gamma = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\%$$

Относительную инструментальную погрешность результата косвенного измерения сопротивления можно определить как:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} \cdot 100\% = \sqrt{\left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2} \cdot 100\%.$$

$$\Delta R = \frac{\varepsilon \cdot R}{100\%}$$

Результаты вычислений занести в табл. 3.

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение предела измерения, цены деления, чувствительности и класса точности электроизмерительного прибора.
2. Нарисуйте схемы включения в электрическую цепь амперметра, вольтметра, ваттметра.
3. Какими должны быть внутренние сопротивления амперметра, вольтметра? Почему?
4. Рассчитайте по заданию преподавателя шунт для амперметра, добавочное сопротивление для вольтметра.