

СБОРКА И ИСПЫТАНИЕ МОСТОВОЙ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение мостового метода измерения величины сопротивления, исследование чувствительности и точности мостовой схемы измерения сопротивлений.

2. ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова Т.И. Курс физики.- М.: Высш. шк., 2003.- 542 с.
2. Основы электрических измерений: методические указания к проведению лабораторных работ на стенде "Основы электрических измерений". Составители Бородянко В.Н., Шулдяков В.В. – Челябинск: Учтех - Профи, 2019.- 43 с.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ

Принципиальная схема моста для измерения электрического сопротивления приведена на рис. 1. К источнику электропитания подключены параллельно два плеча моста: плечо из последовательно соединенных резисторов R_1 и измеряемого сопротивления R_X , и плечо из R_2 и магазина сопротивлений R_{MC} . Они соединяются так, что образуют замкнутый четырехугольник ACBDA (рис. 1.).

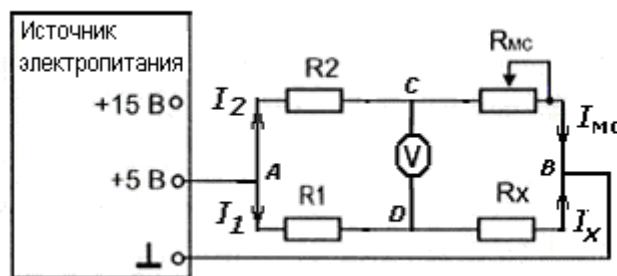


Рис.1.

Для фиксации момента равновесия моста используется цифровой мультиметр МУ-64. При измерении сопротивления R_X добиваются равновесия моста – одинаковых потенциалов в точках С и D ($\varphi_C = \varphi_D$) изменением сопротивления магазина R_{MC} . Поэтому $I_1 R_1 = I_2 R_2$, $I_{MC} R_{MC} = I_X R_X$, откуда с учетом того, что $I_1 = I_X$ и $I_2 = I_{MC}$, имеем

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_X}{R_{MC}}, \text{ или } R_X = \frac{R_{MC} R_1}{R_2}. \quad (1)$$

Выражение (1) позволяет определить R_X , если R_1 , R_2 и R_{MC} известны.

4. ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Мультиметр МУ-64, источник электропитания, магазин сопротивлений РЗЗ, резисторы R_1 , R_2 и R_X , наборное поле, соединительные провода.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Включить электропитание цифрового мультиметра МУ- 64 и измерить им в режиме измерения сопротивления значения сопротивлений резисторов R_1 и R_2 , заданных преподавателем. Результаты измерений занести в табл. 1. Выключить электропитание.

Таблица 1

R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_{MC} , Ом	R_X , Ом		Относительная погрешность измерения $\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_{MC}^2}$
			Измерено	Вычислено $R_X = R_1 R_{MC} / R_2$	

5.2. Для измерения величины R_X с помощью мостовой схемы собрать на наборном поле цепь (рис.1). В качестве вольтметра использовать мультиметр МУ-64 в режиме измерения постоянного напряжения с пределом измерения 20 В. В соответствии со схемой включить в одно из плеч моста (R_{MC}) магазин сопротивлений Р33. Установить все переключатели магазина сопротивлений в нулевое положение. В качестве резисторов R_1 и R_2 использовать минимодули с прецизионными резисторами 3300 Ом (1500 Ом) 0,125 Вт 0,1% и 330 Ом 0,125 Вт (150 Ом 0,25 Вт) 1%. Схему подключить к источнику электропитания на “выход +5В”. Представить схему для проверки преподавателю.

5.3. После проверки схемы включить электропитание. Используя переключатели магазина сопротивлений Р33, подобрать такое значение сопротивления магазина (R_{MC}), при котором напряжение между точками моста С и D будет отсутствовать, т.е. на дисплее мультиметра значение напряжения будет равно нулю. Значение сопротивления магазина занести в табл.1. Рассчитать величину искомого сопротивления R_X по формуле (1).

5.4. Для определения чувствительности схемы увеличить значение сопротивления магазина сопротивлений на 1000 Ом. Значение напряжения, которое измеряется мультиметром, занести в табл.2.

5.5. Увеличить значение сопротивления магазина сопротивлений на ΔR_i и занести в табл.2..

Таблица 2

№ п/п	Показания мультиметра U , В	Изменения сопротивления ΔR_i , Ом	Изменения напряжения ΔU_i , В	Чувствительность моста $S_i = \Delta U_i / \Delta R_i$, В/Ом
1		$\Delta R_1 = +1000$		
2		$\Delta R_2 = +100$		
3		$\Delta R_3 = +10$		
4		$\Delta R_4 = +1$		
5		$\Delta R_5 = +0,1$		

5.6. По данным табл. 2 рассчитать чувствительность моста $S = \Delta U / \Delta R$. Полученные результаты занести в табл.2.

5.7. Для полученных значений S_i рассчитать математическое ожидание чувствительности моста M_S и дисперсию D_S :

$$M_S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i, \quad D_S = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (S_i - M_S)^2.$$

5.8. Для полученных значений чувствительности моста рассчитать среднеквадратичное отклонение (оценить ошибку определения M_S):

$$\sigma_S = \pm \sqrt{D_S} .$$

5.9. Рассчитать относительную погрешность измерения величины сопротивления R_X мостовым методом:

$$\delta_X = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_{MC}^2} ,$$

где δ_1, δ_2 – относительные погрешности прецизионных резисторов R_1 и R_2 , δ_{MC} – относительная погрешность резистора магазина сопротивлений. Класс точности магазина сопротивлений Р33 равен 0,1%.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- наименование и цель работы;
- описание принципа работы мостовой схемы;
- таблицы, содержащие результаты экспериментов и расчетов;
- расчетные соотношения;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте электрическую схему моста постоянного тока. В чем заключается условие равновесия мостовой схемы?
2. При каком условии можно считать, что $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_X}{R_{MC}}$?
3. Выведите формулу (1).
4. Сформулируйте и запишите первое и второе правила Кирхгофа.
5. Как найти дисперсию случайной величины?