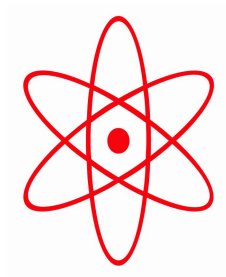


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ



ФЭЛ-9

**ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ МОСТА
ПОСТОЯННОГО ТОКА.**

Тула, 2011 г

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ МОСТА ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Цель работы: Знакомство с методами измерения сопротивления резистора, а также приобретение практических навыков обращения с измерительными приборами.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Одним из распространенных методов измерения сопротивления является метод, в котором используется мостовая схема рис.1. Такая мостовая схема постоянного тока часто сокращенно называется мостом Уитстона.

Сущность измерения электрического сопротивления методом мостика состоит в следующем: соединим сопротивления R_1 , R_2 , R между собой так, как это показано на рис.1 и при этом пусть сопротивление, например R_x , является измеряемым. Электрический ток источника напряжения E разветвляется между параллельными ветвями ACB и ADB между которыми включается ветвь CGD , содержащая гальванометр G . Эту ветвь называют мостиком.

В общем случае в ветви CGD пойдет ток, направление которого зависит от того, какая из точек (C или D) имеет более высокий потенциал. Но если потенциалы точек C и D окажутся равными, то тогда тока в мостике не будет. В этом случае напряжение $I_1 R_1$ на участке AD равно напряжению $I_2 R_x$ на участке AC . Тогда:

$$I_1 R_1 = I_2 R_x \quad (1)$$

В свою очередь, для участков DB и CB имеем:

$$I_1 R_2 = I_2 R \quad (2)$$

Разделив (1) и (2) получим:

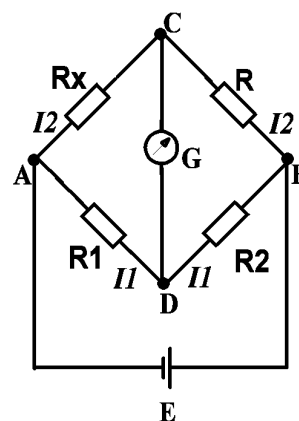


Рис. 1. Принципиальная схема моста постоянного тока для измерения

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R} \quad (3)$$

Следовательно, зная R_1 , R_2 и R можно определить неизвестное сопротивление R_x . На практике для измерений в качестве сопротивления R выбирают либо магазин сопротивлений, либо переменный резистор с таким расчетом, чтобы измеряемое сопротивление R_x было сопоставимо по величине с сопротивлениями R_1 и R_2 .

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Приборы и оборудование

Практическая схема, применяемая в лабораторной установке, полностью сохраняет принципиальное устройство схемы рис.1, немного отличаясь исполнением (рис.2).

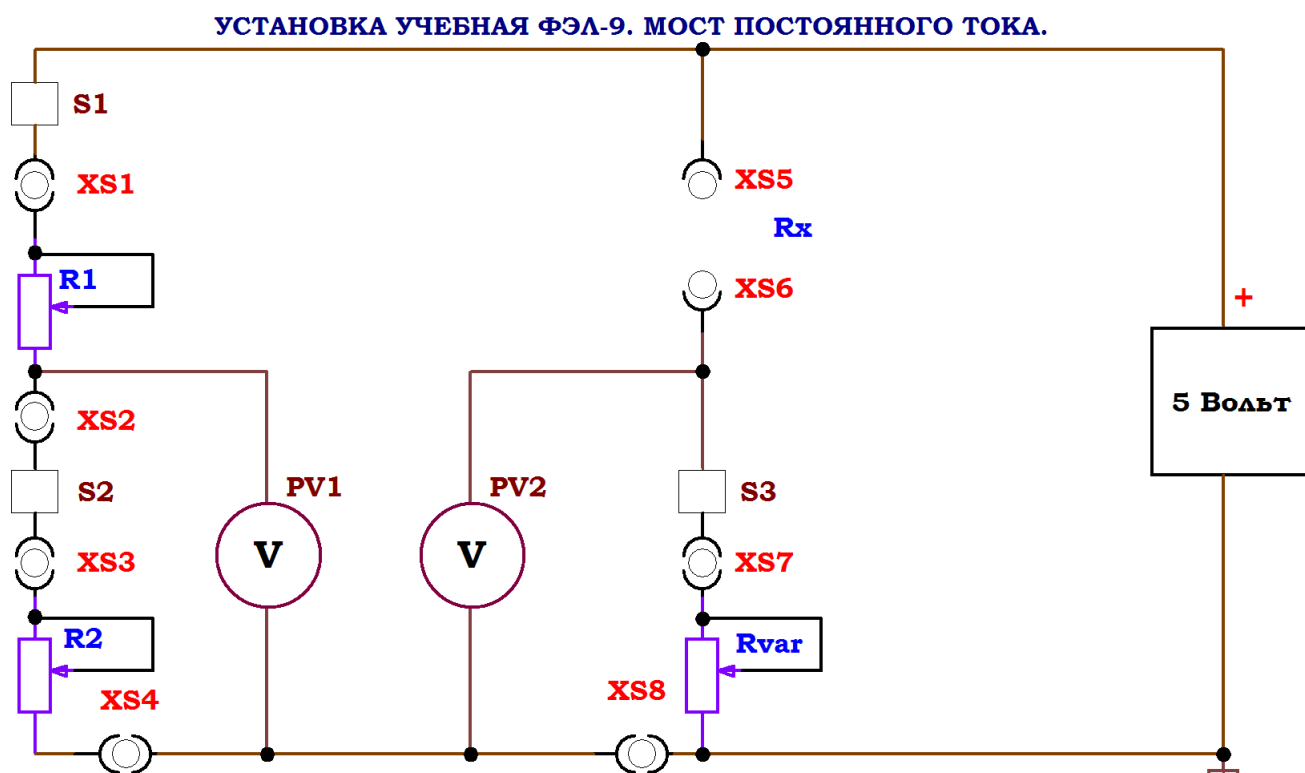


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема для измерения сопротивлений на учебной установке ФЭЛ-9.

Исследуемая схема питается от стабилизированного источника постоянного тока, обозначенного на рис.2 как источник 5 Вольт. Напряжение питания схемы $U_{пит}=5$ В. В качестве неизвестного сопротивления

используется «БЛОК НАГРУЗКИ», содержащий переменный резистор R_x , сопротивление которого надо измерить в нескольких положениях. Резистор R_x подключается к схеме к клеммам XS5-XS6 посредством перемычек типа «тюльпан-тюльпан». Изменяемые сопротивления R_1 , R_2 , R_{var} представляют собой потенциометры (переменные резисторы), значение сопротивлений которых можно изменять в пределах 0...50 кОм. Для измерения значений сопротивлений этих резисторов к соответствующим клеммам «XS1 – XS2», «XS3 – XS4», «XS7 – XS8» подключается мультиметр, при этом соответствующие кнопки S1, S2, S3 должны быть отжаты для отключения резисторов от схемы (для точного измерения значений). Во время балансировки моста кнопки S1, S2 и S3 должны быть нажаты, при этом все резисторы будут подключены к схеме. В качестве гальванометра G используются два встроенных цифровых вольтметра U2 (вольтметр 2) и U1 (вольтметр 1, на LCD ЖКД измерительном приборе выводится как U), измеряющие потенциалы соответствующих точек «2» и «1» относительно общего корпуса.

В этих условиях процесс измерений на мостовой схеме заключается в установке переменного сопротивления R_{var} и сопротивлений R_1 и R_2 таких значений, при котором разность потенциалов между точками «1» и «2» моста стала равной нулю, т. е. $U_1 = U_2$. При этом потенциал точки «1» можно изменять, вращая ручки «R1», «R2», потенциал точки 2 устанавливается вращением ручки R_{var} . Эта операция подбора переменного сопротивления называется уравниванием моста, а мост, через гальванометр которого не идет ток (т. е. у которого потенциалы точек «1» и «2» равны), называется уравновешенным. Значения измеренных потенциалов в точках «1» и «2» выводятся на LCD ЖКД индикатор как U и U2 соответственно, напряжение питания схемы обозначается $U_{сц}=5V$.

Порядок выполнения.

1. Ознакомиться с принципиальной схемой для измерения сопротивлений методом моста рис.1 и рис.2.
2. Перед включением установки в сеть проверить целостность

сетевых проводов и соединительных кабелей.

3. Подключить блок «НАГРУЗКА» измеряемого сопротивления к выходу «Rx» к клеммам XS5-XS6 на лабораторном модуле соединительными проводами.
4. Включить установку в сеть напряжением ~220 В. Поставить переключатель «СЕТЬ» на панели учебного модуля в положение «ВКЛ», при этом должен загореться сигнальный индикатор.
5. Поставить ручку «РЕЗИСТОР» на блоке «НАГРУЗКА» в приблизительно среднее положение для измерения первого сопротивления.
6. Установить все кнопки S1, S2 и S3 в нажатое положение, тем самым подключив резисторы к схеме.
7. Вращением ручки переменного резистора «Rvar» на передней панели учебной установки установить какой-либо потенциал точки «2». Цифровые вольтметры обозначены соответственно наименованию по схеме рис. 2 как U и U2.
8. Вращением ручек «R1» и «R2» добиться значения потенциала в точке «1» равного установленному вами потенциалу точки «2»: $U_1=U_2$.
9. После балансировки моста, для измерения значений переменных сопротивлений R1, R2 и Rvar следует отжать кнопки S1, S2 и S3 и подключить мультиметр к клеммам XS1 – XS2 (измерение R1), XS3 – XS4 (измерение R2) и XS7 – XS8 (измерение Rvar), поставив переключатель в положение Ω 20 k либо 200 k, обеспечивающее измерение сопротивлений в диапазоне до 20 кОм либо до 200 кОм. **Перед подключением мультиметра обратить внимание на то, чтобы кнопки S1, S2 и S3 были отжаты.**
10. Рассчитать значение измеряемого неизвестного сопротивления. Из формулы (3) легко получить соотношение для нахождения неизвестного сопротивления:

$$R_x = R_{var} \frac{R_1}{R_2}$$

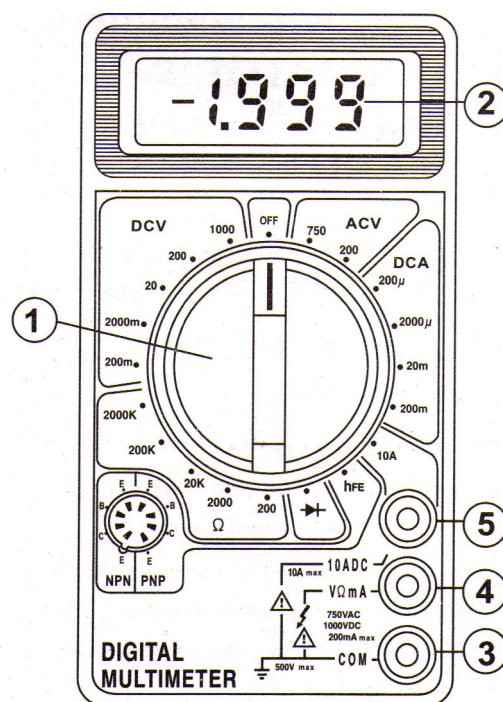


Рис. 3. Мультиметр универсальный.

- 1- ручка переключения диапазонов
 4- разъем для подключения сигнального (красного) провода
 3 – разъем для подключения ЗЕМЛИ (черного провода)
 5 – разъем для измерения больших токов (не используется в работе)

11. Подключить к блоку «НАГРУЗКА, R_x » цифровой мультиметр, поставив переключатель в положение 20 k либо 200 k и сопоставить найденное вами значение сопротивления методом моста показаниям мультиметра. Учесть, что ошибка измерения сопротивления мультиметром может составлять до $\pm 8 \dots 10\%$.
12. Поставив ручку «РЕЗИСТОР» на блоке «НАГРУЗКА» в другое положение, повторить пп. 6-10.
13. Прodelать аналогичные действия пп. 6-10 для двух-трех других сопротивлений R_x , изменяя положение ручки «НАГРУЗКА».
14. По окончании работы выключить установку и вынуть сетевую вилку из розетки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое резистор, от чего зависит сопротивление резистора?
2. Какое сопротивление можно назвать линейным?
3. Что представляет собой мостовая схема измерения? Объясните принцип измерения.
4. В чем преимущества измерения по мостовой схеме перед другими методами.
5. Вывести формулу для определения неизвестного сопротивления в мостовой схеме.
6. Пояснить принцип работы учебной установки согласно рис. 2. Рассчитайте токи и напряжения на схеме, используя измеренные вами значения.
7. Что представляет собой мультиметр? Для каких целей он может быть использован.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. Г. Калашников, Электричество, «Наука», 1964.
2. Курс физики, под редакцией Н. Д. Папалекси, т. II, Гостехиздат, 1948.
3. А. Е. Свирский, Общий курс электрических и магнитных измерений, Оборонгиз, М., 1939.
4. Курс электрических измерений, под редакцией В. Т. Прыткова и А. В. Талицкого, Госэнергоиздат, 1960.
5. А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. "Курс общей физики". — М.: Высшая школа, 1989г.
6. В. И. Иверонова и др. «Физический практикум». — М.: Физико-математическая литература, 1962г.
7. В. С. Попов. "Теоретическая электротехника". — М.: Энергоатомиздат, 1990г.
8. Т. И. Трофимова. «Курс физики». — М.: Высшая школа, 1998г.
9. Д. Джанколи. «Физика». Том II. — М.: Мир, 1989г.
10. Г. Г. Рекус, В. Н. Чесноков. "Лабораторные работы по электротехнике и основам электроники". — М.: Высшая школа, 1989г.

**ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
НПО Учебной Техники «ТулаНаучПрибор»**