

Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения

Цель работы

Целью работы являются:

- 1) исследование зависимости силы тока в резисторе от приложенного к резистору напряжения;
- 2) измерение электрического сопротивления резистора.

Метод экспериментального исследования явления

В работе с помощью датчиков тока и напряжения измеряется вольт-амперная характеристика резистора и определяется его электрическое сопротивление.

Теория

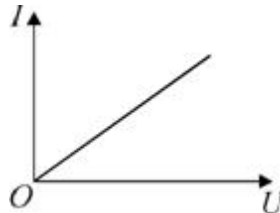
Для каждого проводника существует определенная зависимость силы тока в нем от приложенной к его концам разности потенциалов (напряжения). Эта зависимость получила название *вольт-амперной характеристики проводника*. Наиболее простой вид имеет вольт-амперная характеристика неподвижных металлических проводников. Согласно закону Ома сила тока I в металлическом проводнике прямо пропорциональна напряжению U , приложенному к проводнику, и обратно пропорциональна сопротивлению R проводника:

$$I = U / R$$

Вольт-амперная характеристика металлического проводника (резистора) изображается прямой линией, проходящей через начало координат. Следует отметить, что применимость закона Ома ограничена. Существует достаточно много устройств, не подчиняющихся этому закону, например электродвигатель, вакуумный и полупроводниковый диоды, фотоэлемент, газоразрядная лампа и др. даже у металлических проводников при достаточно больших значениях тока наблюдается отклонение от закона Ома, так как их электрическое сопротивление увеличивается с повышением температуры.

Из закона Ома следует, что $U / I = R$

Поэтому для определения сопротивления R проводника опытным путем достаточно измерить напряжение U на его концах и силу протекающего по нему тока I и разделить первую из этих величин на вторую.



Вольт-амперная характеристика металлического проводника

Вольт-амперная характеристика проводника определяется путем измерения силы тока в проводнике при различных значениях приложенного к этому проводнику напряжения. Схема демонстрационной экспериментальной установки, которая предназначена для этой цели, изображена на рисунке. Постоянное напряжение от источника питания подается на клеммы реостата, который используется в качестве делителя напряжения. Проводником, вольт-амперная характеристика которого измеряется в опыте, служит резистор R . Сила тока в резисторе измеряется с помощью датчика тока (условно обозначенного кружком с латинской буквой «А» внутри), а напряжение на концах резистора — с помощью датчика напряжения (обозначенного

кружком с латинской буквой «V» внутри). Изменение напряжения на резисторе достигается перемещением скользящего контакта (ползунка) реостата. По углу наклона полученной вольтамперной характеристики определяется сопротивление резистора, которое сравнивается с его номинальным значением.

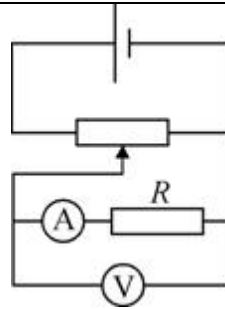


Схема установки для измерения вольт-амперной характеристики резистора

Контрольные вопросы

1. Как включают датчик тока в электрическую цепь?
2. Будут ли различаться показания датчика тока, если включать его в разные участки неразветвленной электрической цепи?
3. Как включают датчик напряжения для измерения напряжения между двумя точками электрической цепи?
4. Почему датчик тока и датчик напряжения включают в электрическую цепь по-разному?
5. От чего зависит сила тока в проводнике?
6. Как можно с помощью датчиков тока и напряжения измерить сопротивление проводника?

Оборудование экспериментальной установки

Датчик тока:

Датчик напряжения:

Магазин резисторов на панели: сопротивление 1–10 Ом.

Реостат: сопротивление 15 Ом.

Источник питания: напряжение 0–12 В.

Провода соединительные с клеммами.



Параметры экспериментальной установки

Длительность проведения эксперимента

Рекомендуется провести по одному опыту для двух-трех резисторов разного сопротивления.

Измерение вольт-амперной характеристики одного резистора может быть проведено за 1–2 мин.

Время проведения всего цикла измерений 2–6 мин.

На обсуждение содержания эксперимента и его результатов, ответы на вопросы во время выполнения измерений и после их окончания отводится 10–30 мин.

Точность измерений

При строгом следовании рекомендациям разделов «Монтаж и настройка», «Подготовка приборов» и «Методика выполнения эксперимента» данный эксперимент позволяет измерить силу тока с точностью до 0,01 А, напряжение с точностью до 0,05 В, а сопротивление резистора с точностью до 0,05 Ом.

Техника безопасности

Во время проведения эксперимента необходимо соблюдать все правила техники безопасности, указанные для персонального компьютера как электрического оборудования.

Используемое измерительное оборудование (система сбора данных, датчики тока и напряжения) экспериментальной установки рассчитано на питание от низковольтного напряжения, не представляющего опасности для человека.

Для измерения сопротивления проводника используется низковольтное напряжение, не представляющее опасности для человека.

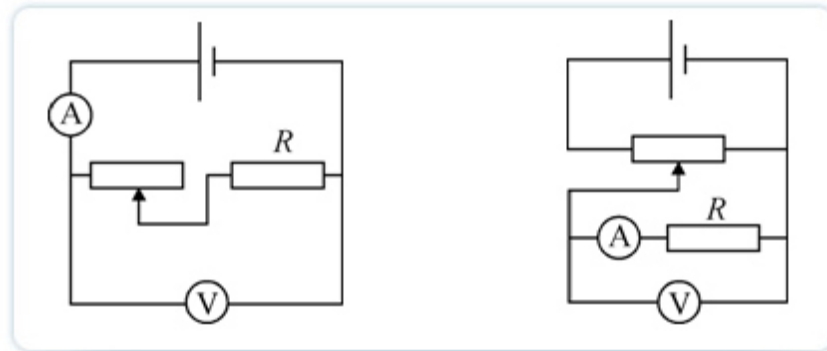
Обеспечение наглядности результатов эксперимента

Опыт следует проводить на демонстрационном столе в месте, позволяющем обеспечить хороший обзор проведения эксперимента для каждого ученика.

Для обеспечения удобства управления демонстрацией эксперимента компьютер необходимо располагать достаточно близко от установки (на расстоянии не более 1,5 м).

Экран компьютера рекомендуется продублировать с помощью проектора.

Монтаж и настройка



Схемы измерения сопротивления

На демонстрационном столе располагаются датчики тока и напряжения, панель с магазином резисторов, реостат, источник питания. С помощью соединительных проводов собирается электрическая цепь для измерения зависимости силы тока в резисторе от напряжения на нем. В зависимости от имеющегося оборудования может быть использована одна из двух схем, изображенных на рисунке. При наличии источника питания с плавно регулируемым выходным напряжением удобнее использовать схему *а*. В этом случае реостат включается в цепь резистора R последовательно, что позволяет путем перемещения ползунка реостата легко изменять сопротивление этой цепи.

Если имеется источник питания со ступенчато изменяющимся выходным напряжением, следует использовать схему *б*. В этом случае реостат выполняет роль делителя напряжения. Перемещением ползунка реостата достигается плавное изменение напряжения на резисторе.

Подготовка приборов

Перед началом проведения эксперимента необходимо выполнить следующее:

Внимательно прочитайте инструкции, подготовьте необходимое оборудование, соберите установку в соответствии с разделом «Монтаж и настройка».

Запустите программу **SensorLab ПО**.

Выберите Новая страница

Подключите систему сбора данных SensorLab к компьютеру с помощью USB кабеля.

Подключите датчик тока и датчик напряжения к аналоговым входам системы сбора данных.

Методика выполнения эксперимента

Проведение измерений

Используя набор резисторов и реостат, установите измеряемое сопротивление в диапазоне 5–15 Ом.

Нажмите кнопку **Пуск**. При этом на графике **Ток–Напряжение** появятся точки, соответствующие измеренным с частотой 4 Гц значениям тока в резисторе и напряжения на нем.

Плавно изменяйте напряжение на исследуемом участке цепи. При измерениях по схеме *а* используйте регулировку выходного напряжения источника; при измерениях по схеме *б* перемещайте



ползунок реостата. На графике **Ток–Напряжение** будут появляться новые точки и аппроксимирующая их прямая.

Внимание! Во время проведения эксперимента необходимо следить за тем, чтобы измеряемое напряжение не превысило значение 6 В, а измеряемый ток — значение 0,6 А. В случае превышения указанных значений датчики могут выйти из строя.

Остановите измерения, нажав кнопку **Стоп**. Сбор данных прекращается, по углу наклона аппроксимирующей прямой на графике **Ток–Напряжение** определяется значение сопротивления исследуемого участка цепи, рассчитанное значение сопротивления автоматически заносится в ячейку столбца **Измеренное сопротивление** таблицы результатов.

Примечание. При каждом последующем нажатии кнопки **Пуск** автоматически очищается поле графика **Ток–Напряжение** и активизируется следующая строка таблицы.

Анализ результатов

Все измеренные данные заносятся в таблицу автоматически. Никаких дополнительных действий вывода результатов анализа не требуется.

Повторные измерения

Установите новое значение измеряемого сопротивления в диапазоне 5–15 Ом.

Проведите измерения по пунктам 2–4 раздела «Проведение измерений».

Справка

Принцип работы датчика напряжения

Прежде всего необходимо отметить, что напряжение измеряет система сбора данных SensorLab, к которой подключается датчик напряжения. Традиционный датчик напряжения представляет собой два провода с прижимными контактами, которые подсоединяются непосредственно к аналоговому входу платы сбора данных. В этом случае черный провод соединяется с землей платы сбора данных, а подаваемое на красный провод напряжение измеряется относительно земли платы.

Такой режим работы датчика напряжения не всегда удобен. Например, если необходимо измерить разность электрических потенциалов между проводниками с током, а напряжение обоих проводников отлично от нуля относительно земли платы сбора данных. В этом случае прямое подключение одного из проводов к земле платы сбора данных запрещено, поскольку это может привести к короткому замыканию и повреждению платы. Для решения таких задач используется датчик напряжения дифференциального типа, позволяющий провести измерения разности электрических потенциалов относительно нулевого значения.

Датчик напряжения дифференциального типа подает электрические потенциалы на оба входа операционного усилителя, встроенного в плату сбора данных SensorLab, и аналогоцифровой преобразователь измеряет уже разность потенциалов. Дифференциальный тип измерений имеет много преимуществ, например способность подавления синфазных помех, возникающих в виде электрических импульсов в обоих проводах, идущих от датчика.

При измерении разности потенциалов сигнал помехи будет вычитаться.

При работе с датчиком напряжения дифференциального типа необходимо обращать внимание на величину электрического потенциала подключенных проводов относительно земли платы сбора данных SensorLab. Например, если относительно земли платы электрическая разность потенциалов составляет 100 и 103 В, то измеряемое напряжение 3 В входит в разрешенный диапазон измерений платы сбора данных SensorLab (+/-6 В), но значительная

разность потенциалов относительно земли платы может привести к выходу устройства из строя.

Принцип работы датчика тока

В современной измерительной технике процедура регистрации электрического тока сводится к измерению падения напряжения на известном эталонном сопротивлении. В используемом в работе датчике тока между его красным и черным разъемами установлен высокоточный резистор номиналом 0,1 Ом. Оставшаяся часть датчика тока представляет собой датчик напряжения дифференциального типа, который измеряет разность электрических потенциалов на концах этого резистора (т. е. падение напряжения). Сила тока определяется как отношение измеренного напряжения к значению эталонного сопротивления.