**ЛАБОРАТОРНАЯ** **РАБОТА** **№2**

**ИЗМЕРЕНИЕ** **СОПРОТИВЛЕНИЙ** **НА** **ПОСТОЯННОМ** **ТОКЕ**

Целью работы является изучение методов измерения активных сопротивлений и анализ погрешностей полученных результатов.

**1. Основные** **положения.**

В данной лабораторной работе исследуются 3 метода измерений активных сопротивлений: метод непосредственной оценки, косвенный метод, и метод сравнения с мерой.

1. В методе непосредственной оценки величины измеряемого сопротивления определяется непосредственно по прибору (микроамперметру), шкала которого проградуирована в единицах сопротивлений (Ом, кОм. МОм).

Для измерения больших сопротивлений ( Ом) метод непосредственной оценки реализуется с помощью омметра, построенного по последовательной схеме рис.1.

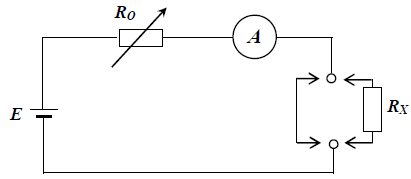


Рис.1.1

Показание амперметра определяется выражением:

(1.1)

где **–** напряжение источника питания;

– переменный резистор, служащий для калибровки «0»;

– внутреннее сопротивление электромеханического прибора, в качестве которого используется высокочувствительный амперметр;

– испытуемый образец.

Из выражения (1) следует, что показания амперметра однозначно определяются величиной сопротивления , поскольку, , – величины постоянные. Так как с течением времени напряжение батареи падает, то перед каждым измерением следует устанавливать «0» омметра, закорачивая клеммы. В этом случае ток, как следует из выражения (2.1), изменением сопротивления регулировочного резистора устанавливается равным номинальному току . Отсюда следует, что нуль омметра совмещен с максимальным показанием прибора, а нулевое показание прибора соответствует , и шкала омметра неравномерная.

Для измерения малых сопротивлений *RX* 10 Ом метод непосредственной оценки реализуется при параллельном соединении измеряемого сопротивления и прибора (рис.2.).

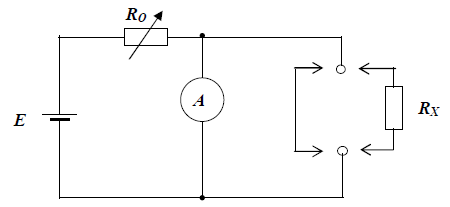


Рис.1.2.

Калибровка омметра в этом случае производится при разомкнутых клеммах для подключения сопротивления, т.е., и изменением величины устанавливается ток , т. е. равный максимальному показанию прибора. При замыкании клемм показание прибора равно нулю, поскольку замыкаются клеммы прибора. При подключении любого малого сопротивления показание прибора определится из выражения:

(1.2)

и, как и в предыдущем случае, шкала омметра будет иметь неравномерный характер.

2. В косвенном методе измеряемое сопротивление определяется согласно известному закону Ома, т.е. зависимости тока и падения напряжения от измеряемого сопротивления:

(1.3)

В реальных измерительных схемах подключение измерительных приборов (амперметра и вольтметра) оказывает влияние на результат измерения, вызывая систематические методические погрешности, зависящие как от внутренних сопротивлений приборов, так и от способа подключения этих приборов в схему.

При измерении малых сопротивлений, т. е. величина которых сравнима с внутренним сопротивлением **амперметра** и значительно меньше внутреннего сопротивления вольтметра, используется схема с параллельным подключением вольтметра к измеряемому резистору, рис.3.

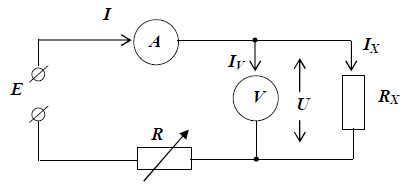


Рис.1.3.

Для этой схемы справедливо выражение:

(1.4)

где: – проводимость внутреннего сопротивления вольтметра;

– проводимость измеряемого сопротивления;

– падение напряжения на резисторе (показание вольтметра);

– показание амперметра (сумма токов через вольтметр и измеряемое сопротивление).

Заменяя в формуле (4) проводимости через сопротивления и, решая уравнение относительно , получим

(1.5)

***Примечание:*** *по* *этой* *схеме* *возможно измерение* *сопротивлений,* *сравнимых* *с* *внутренним* *сопротивлением* *вольтметра,* *но,* *как* *будет* *показано* *ниже,* *систематическая* *методическая* *погрешность* *значительно* *возрастает* *за* *счет* *неточности* *задания* *внутреннего* *сопротивления* *вольтметра.*

При измерении больших сопротивлений, т.е. величина которых сравнима с внутренним сопротивлением **вольтметра** и значительно больше сопротивления амперметра, применяется схема с последовательным подключением амперметра и измеряемого резистора, (рис.4).

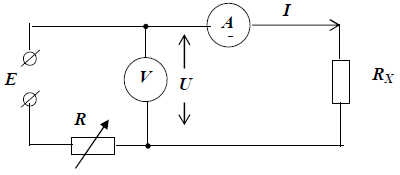


Рис. 1.4

Для этой схемы справедливо выражение для определения измеряемого сопротивления:

(1.6)

где: – показание вольтметра;

– ток через измеряемый резистор;

– внутреннее сопротивление амперметра.

***Примечание:*** *по* *этой* *схеме* *возможно* *измерение* *сопротивлений,* *сравнимых* *с* *внутренним* *сопротивлением* *амперметра,* *но,* *как* *будет* *показано* *ниже,* *систематическая* *методическая* *погрешность* *значительно* *возрастает* *за* *счет* *неточности* *задания* *внутреннего* *сопротивления* *амперметра.*

3. Метод сравнения с мерой реализуется по схеме одинарного моста, принципиальная схема которого приведена на рис.5.

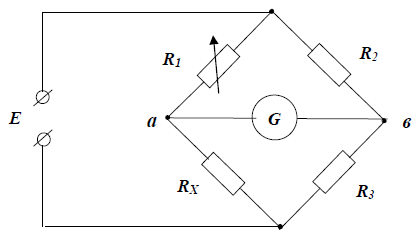


Рис.1.5.

Сравнение измеряемого сопротивления с мерой, в качестве которой используются образцовые сопротивления , , производится по нулевым показаниям гальванометра ***G***, включенного в диагональ ***ав.*** В потенциалы и равны, мост уравновешен изменением этом случае образцового сопротивления магазина . При этом выполняется условие равновесия

(1.7)

из которого можно найти неизвестное сопротивление

(1.8)

Таким образом, установив определенное соотношение сопротивлений резисторов и и, добившись баланса моста резистором , неизвестное сопротивление будет определено по формуле (2.8).

**2. Лабораторное** **задание.**

2.1. Омметром с непосредственным отсчетом типа АВО – 5М или Ц4353 измерить величину **большого** **и** **малого** **сопротивлений**, заданных преподавателем. Оценить точность измерений, исходя из класса точности прибора. Результат записать в , соблюдая правила округления.

2.2. Измерить величину **большого** **сопротивления** косвенным методом вольтметра-амперметра. Измерение провести **три** раза, изменяя в небольших пределах ток через измеряемое сопротивление. Пределы измерения вольтметра и амперметра устанавливать такими, чтобы их показания находились в последней трети шкалы прибора. Данные измерений занести в таблицу 1.

Табл. 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показание амперметра,  А | Показание вольтметра,  В | Внутреннее сопротивление вольтметра, Ом | Измеряемое сопротивление,  Ом |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

По результатам одного из измерений определить погрешность измерения. За результат измерения принять среднеарифметическое из трех измерений. Результат записать в виде , соблюдая правила округления.

2.3. Измерить величину **малого** **сопротивления** косвенным методом вольтметра – амперметра. Измерение провести **три** раза, изменяя в небольших пределах ток через измеряемое сопротивление. Пределы измерения вольтметра и амперметра выбирать такими, чтобы их показания находились в последней трети шкалы прибора. Данные измерений занести в таблицу 2.

Табл. 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показание амперметра,  А | Внутреннее сопротивление амперметра, Ом | Показание вольтметра,  В | Измеряемое сопротивление,  Ом |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

По результатам одного из измерений определить погрешность измерения. За результат измерения принять среднеарифметическое из трех измерений. Результат записать в виде , соблюдая правила округления.

2.4. Одинарным мостом измерить величину **большого** **сопротивления** с помощью прибора Р329. Измерение провести **три** раза, устанавливая сопротивления моста и , равные 10, 100 и 1000 Ом. В каждом из трех случаев определить чувствительность моста. Рассчитать погрешность измерения сопротивления для случая максимальной чувствительности моста. Результат измерения записать в виде , соблюдая правила округления.

2.5. Измерить величины малого и большого сопротивлений с измерителя иммитанса Е7 – 21. Определить погрешность измерения случае.

Результаты всех измерений свести в таблицу 3.

Табл.3. Сравнение методов измерения сопротивлений по точности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Объект измерения | Метод измерения | Результат измерения, Ом | Погрешность измерения, Ом |
| Большое сопротивление | непосредственной оценки |  |  |
| косвенный |  |  |
| сравнение с мерой |  |  |
| прибором Е7–21 |  |  |
| Малое сопротивление | непосредственной оценки |  |  |
| косвенный |  |  |
| прибором Е7–21 |  |  |

**3. Методические** **указания** **к** **выполнению** **работы.**

3.1. Измерение сопротивлений омметрами с непосредственным отсчетом

Измерение с помощью омметра прибора АВО – 5М.

Для проведения измерений необходимо:

1) Проверить нулевое положение стрелки прибора; при необходимости установить «0» арретиром.

2) Поставить левый переключатель в положение.

3) Правым переключателем выбрать необходимый предел измерения .

4) Для проведения калибровки (уст. 0) кратковременно замкнуть клеммы прибора «–» и «, » и вращением потенциометра «уст 0» установить стрелку прибора на максимальное отклонение, соответствующее нулевому показанию омметра. Если стрелка прибора не устанавливается, то следует заменить источник питания.

5) Разомкнуть зажимы, подключить к ним измеряемое сопротивление и снять отсчет по шкале « ».

6) По окончании работы поставить левый переключатель в положение «ВЫКЛ».

***Примечание:*** *во* *избежание* *быстрого* *выхода* *из* *строя* *внутреннего* *источника* *питания* *(батарея,* *аккумулятор)* *следует* *все* *измерения* *проводить* *при* *кратковременном* *подключении* *измеряемого* *сопротивления,* *и* *немедленно* *после* *снятия* *отсчета* *размыкать* *цепь.*

3.1.1 Измерение с помощью омметра Ц 4353.

Для проведения измерений **больших** **сопротивлений** прибором необходимо:

1) Установить арретиром стрелку прибора на нуль.

2) Нажать клавишу переключателя «».

3) Установить галетный переключатель в положение «».

4) Нажать клавишу включения прибора ВКЛ.

5) Для проведения калибровки кратковременно замкнуть входные клеммы прибора и вращением потенциометра «» установить стрелку прибора на максимальное отклонение, соответствующее нулевому показанию омметра. Если стрелка прибора не устанавливается, то следует заменить источник питания.

6) Разомкнуть зажимы, подключить к ним измеряемое сопротивление и снять отсчет по шкале «», «».

7) По окончании измерений нажать кнопку «ВЫКЛ».

Для измерения **малых** **сопротивлений** прибором необходимо:

1) Установить арретиром стрелку прибора на нуль.

2) Нажать одновременно клавиши «» и «–».

3) Установить галетный переключатель в положение «».

4) Нажать клавишу включения прибора ВКЛ.

5) При разомкнутых клеммах провести калибровку омметра вращением потенциометра «», установив стрелку прибора на максимальное отклонение, соответствующее показанию омметра равному «».

6) Подключить измеряемое малое сопротивление к основным клеммам прибора и снять отсчет по шкале «».

7) По окончании измерения нажать кнопку «ВЫКЛ».

3.2 Измерение сопротивлений косвенным методом вольтметра – амперметра.

***При*** ***сборке*** ***схем*** ***измерений*** ***в*** ***качестве*** ***источника*** ***питания*** ***используется*** ***стабилизированный*** ***выпрямитель*** ***Б5 – 2*** ***(1,5*** ***–*** ***2)*** ***В.*** ***Для*** ***изменения*** ***тока*** ***в*** ***цепи*** ***в*** ***качестве*** ***сопротивления используется*** ***магазин*** ***сопротивлений.***

3.2.1 Для измерения **малых** **сопротивлений** **собрать** **схему** **рис.1.3.** После сборки схемы и проверки ее преподавателем установить предел измерения вольтметра 3 В, предел измерения амперметра (1,5–3) А, сопротивление магазина максимальным. Включить питание и, уменьшая сопротивления магазина, добиться показаний вольтметра (0,5–1,0) В, затем изменить предел измерения амперметра до получения показаний в пределах шкалы. Дальнейшим манипулированием пределов амперметра, вольтметра и величины сопротивления магазина установить показания вольтметра и амперметра в последней трети шкалы. Снять показания приборов и вычислить внутреннее сопротивление вольтметра по формуле

(3.1)

где – номинальное напряжение (предел шкалы) вольтметра;

– ток через вольтметр при номинальном напряжении.

Значения и указаны на шкале прибора.

По формуле (5) определить величину измеряемого сопротивления.

3.2.2 Для измерения **больших** **сопротивлений** **собрать** **схему** **рис.1.4.** Используя рекомендации, данные в п. 2.1, установить показания приборов в последней трети шкалы. Снять показания приборов и вычислить внутреннее сопротивление амперметра по формуле

(3.2)

где – номинальный ток (предел измерения) амперметра;

– падение напряжения на амперметре при протекании через него номинального тока. Значения и указаны на шкале прибора.

По формуле (6) вычислить величину измеряемого сопротивления.

3.3. Измерение сопротивления методом сравнения с мерой.

***Измерение*** ***больших*** ***и*** ***малых*** ***сопротивлений*** ***этим*** ***методом*** ***производится*** ***с*** ***помощью*** ***одинарно-двойного*** ***моста*** ***Р*** ***329*** ***класса*** ***точности*** ***0,05.*** ***Измерение*** ***больших*** ***сопротивлений*** ***в*** ***пределах*** ***от*** ***10*** ***до*** ***1000000*** ***Ом*** ***производится*** ***по*** ***схеме*** ***одинарного*** ***моста,*** ***принципиальная*** ***схема*** ***которого*** ***приведена*** ***на*** ***рис.*** ***5.***

Измерение производить в следующем порядке:

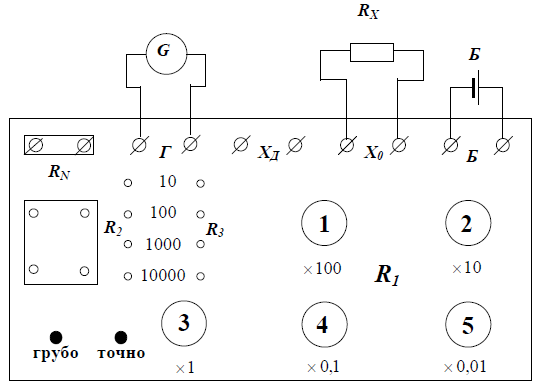


Рис.3.1.

1) Собрать схему наружных соединений одинарного моста согласно рис.6.1.

2) Замкнуть перемычкой зажимы «» и «».

3) Подсоединить к зажимам «*Г*» внешний гальванометр, после чего разблокировать его контакты. Арретиром выставить стрелку прибора на нулевую отметку.

4) Подсоединить к зажимам « » измеряемое сопротивление.

5) Проверить положение кнопок «ГРУБО», «ТОЧНО». Они должны быть в отжатом состоянии.

6) Подсоединить к зажимам «*Б*» источник питания (соблюдение полярности не обязательно).

7) Выставить ориентировочное значение сопротивления , равное примерно , найденное при выполнении п. 6.2.2.

8) Установить сопротивления Ом.

9) Включить источник питания.

10) При нажатой кнопке «ГРУБО» вращением ручек декад сопротивления *R*1 добиться равновесия моста (нулевых показаний гальванометра).

11) Нажать кнопку «ТОЧНО» и вновь, изменяя **младшие** **разряды** сопротивления , добиться равновесия моста.

12) Вычислить измеряемое сопротивление по формуле (8).

Для первого измерения определить чувствительность моста, для чего:

1) Изменить величину сопротивления на некоторое значение с таким расчетом, чтобы при нажатой кнопке «ТОЧНО» получить отклонение гальванометра делений.

2) Определить чувствительность моста по формуле

(3.3)

Для повторного измерения установить сопротивления Ом.

Вновь, по предложенной выше методике, вычислить чувствительность моста.

Провести подобный эксперимент для случая установки сопротивлений Ом.

За результат измерения принять тот, при котором определена максимальная чувствительность.

4. Измерение сопротивлений прибором Е7 – 21.

Провести калибровку измерителя иммитанса Е7 – 21 согласно инструкции по эксплуатации.

Подключить измеряемое сопротивление к прибору соединительными проводами. Провести измерение величин малого и большого сопротивлений в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

**5. Оценка** **точности** **измерений.**

5.1. Погрешность измерения сопротивлений методом непосредственного отсчета определяется через его класс точности. Условное обозначение класса точности омметра с неравномерной шкалой 2.5 означает, что класс точности присвоен по приведенной погрешности , равной отношению максимальной абсолютной погрешности , выраженной в единицах длины (*мм*), к геометрической длине рабочей части шкалы , выраженной в тех же единицах

(5.1)

Зная класс точности омметра и длину шкалы *мм*,

получим максимальную абсолютную погрешность измерительного механизма

*мм* (5.2)

Перевод погрешности измерительного механизма в погрешность измерения производится методом интерполяции. Для этого необходимо влево и вправо от показания омметра определить риски шкалы, которым соответствуют значения сопротивлений и . Затем с помощью линейки измерить расстояние между этими рисками (*мм*). Погрешность измерения сопротивления определится

. (5.3)

Поскольку шкала омметра неравномерна, то и погрешность сильно зависит от показания омметра, а в некоторых точках шкалы даже от знака погрешности. В этом случае величины погрешностей вправо (+) и влево (-) от показания следует определить отдельно, используя формулу (5.3).

5.2. Оценка точности измерения сопротивления косвенным методом вольтметра – амперметра.

В основе определения погрешности косвенного измерения сопротивления используются формулы (1.5 и 1.6). Общая погрешность будет складываться из частных погрешностей за счет неточности измерения тока и напряжения и частной погрешности за счет неточности задания сопротивления в формуле (1.5) и сопротивления в формуле (1.6). Поскольку перечисленные погрешности носят систематический характер, общую погрешность косвенного измерения находим как алгебраическую сумму частных погрешностей.

5.2.1. Для определения погрешности измерения **малых** **сопротивлений** используется формула (1.5). Взяв частные производные и, переходя к относительным погрешностям, получим в окончательном виде формулу для определения относительной погрешности малого сопротивления:

(5.4)

где – относительная погрешность измерения напряжения, определяемая классом точности прибора**, пределом шкалы вольтметра и его показанием , по формуле

, (5.5)

– относительная погрешность измерения тока, определяемая классом точности амперметра , пределом шкалы амперметра и его показанием ,

по формуле

, (5.6)

– относительная погрешность задания сопротивления вольтметра равная 1%.

*Анализируя* *выражение* *(5.4)* *можно* *сделать* *заключение,* *что* *общая* *погрешность* *существенно* *уменьшается при* *измерении* *сопротивлений много* *меньших* *.* *При* *измерении* *же* *по* *схеме* *рис1.4* *сопротивлений,* *сравнимых* *с* , *слагаемое* *в* *скобках* *в* *выражении* *(5.4)* *будет* *превалировать* *над* *остальными,* *величина* *которых* *определяется* *классом* *точности* *приборов,* *и* *общая* *погрешность* *резко* *возрастает.*

Абсолютное значение погрешности определится выражением:

(5.7)

5.2.2. Для определения погрешности измерения **больших** **сопротивлений** используется формула (1.6). Взяв частные производные и, переходя относительным погрешностям, получим:

(5.8)

где – относительная погрешность измерения напряжения, определяемая выражением (7.4);

– относительная погрешность измерения тока, определяемая выражением (7.5);

– относительная погрешность задания внутреннего сопротивления амперметра, равная 1%.

*Анализируя* *выражение* *(5.8)* *можно* *сделать* *заключение,* *что* *общая* *погрешность* *существенно* *уменьшается* *при* *измерении* *много* *больших* *.* *При* *измерении* *же* *по* *схеме* *рис.* *2.4* *сопротивлений* *сравнимых* *с* *второе* *слагаемое* *в* *выражении* *(5.8)* *будет* *превалировать* *над* *остальными,* *величина* *которых* *определяется* *классом* *точности* *приборов,* *и* *общая* *погрешность* *резко* *возрастает.*

Абсолютное значение погрешности определится выражением (5.7).

5.3 Оценка точности измерений методом сравнения с использованием одинарно – двойного моста Р 329.

Поскольку сравнение с мерой, в качестве которой используется сопротивление пяти декад , производится косвенно по выражению (1.8), то и общая погрешность будет складываться из частных погрешностей сопротивлений плеч моста и погрешности неточного уравновешивания моста. Ввиду того, что закон распределения систематических погрешностей сопротивлений плеч моста неизвестен, а прибор Р 329 не подлежит поверке как учебный, для вычисления общей погрешности используется арифметическое суммирование частных погрешностей:

(5.9)

где – абсолютная погрешность измерения за счет неточного уравновешивания моста.

Переходя к относительным погрешностям, получим:

(5.10)

где – относительная погрешность декадной меры ;

, – относительные погрешности плеч моста и , равные 0,015%;

– частная относительная погрешность измерения, обусловленная неточностью уравновешивания моста.

(5.11)

где – чувствительность моста, определяемая выражением (3.3);

– абсолютная погрешность уравновешивания моста по гальванометру. дел. в зависимости от тщательности установки равновесия. Подставляя в формулу (5.11) в выражение (3.3), получим:

, (5.12)

где – отклонение сопротивления для получения разбаланса моста на делений.

Для определения сначала рассчитывают абсолютную погрешность сопротивления . Так как сопротивление представляет собой магазин сопротивлений, его погрешность будет складываться из погрешностей отдельных резисторов декад магазина, включенных в плечо моста при

равновесии. Например, если Ом, то сопротивление представлено следующим образом:

Ом.

Поэтому величина может быть рассчитана по формуле:

(5.13)

где – порядковый номер декады;

– количество сопротивлений – й декады, включенных в плечо при равновесии;

– цена деления *i* – й декады, Ом;

– относительная погрешность каждого сопротивления – й декады, которая определяется из таблицы 4.

Табл. 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| порядковый номер декады | *i* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| цена деления сопротивления декады |  | 100 Ом | 10 Ом | 1 Ом | 0.1 Ом | 0.01 Ом |
| относительная погрешность сопротивления декады |  | 0.015% | 0.015% | 0.15% | 0.55% | 1.0% |

Определив , находят величину , а затем по формуле (5.10). При этом следует помнить, что при складывании все составляющие следует выразить в одном масштабе (в процентах или относительных единицах).

После определения находят абсолютную погрешность измерения сопротивления , и результат записывают в виде , соблюдая при этом правила округления.

5.4. При измерении сопротивлений прибором Е7 – 21 погрешность измерения определяется в соответствии с техническими характеристиками прибора.

Приборы, используемые в работе.

1. Прибор для измерения сопротивлений (АВО – 5М, Ц4353 и др.);

2. Вольтметр класса точности 0.2;

3. Амперметр класса точности 0.2;

4. Источник питания (1.5 – 2) В;

5. Магазин сопротивлений или реостат;

6. Высокочувствительный гальванометр;

7. Одинарно-двойной мост Р 329;

8. Макет с измеряемыми малым и большим сопротивлениями;

9. Измеритель иммитанса Е7 – 21.

**ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА WORKBENCH**

Практическая часть на Work Bench

**Внимание: сопротивление RX в этой работе считаем неизвестным (хотя в EWB вынуждены ставить известное сопротивление) и находим его косвенным способом через ток и напряжение и оцениваем относительную δRX и абсолютную ΔRX погрешности.**

Задание к работе:

1. Собрать схему для измерения малых сопротивлений сравнимых с внутренним сопротивлением амперметра и значительно меньших по сравнению с внутренним сопротивлением вольтметра (рис.1).

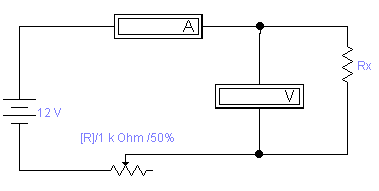


Рис.1. Схема для косвенных измерений малых сопротивлений.

Внутренне сопротивление амперметра и вольтметра выбрать согласно таблице 1. Предел шкалы измерения вольтметра принять равным 1 В. Класс точности вольтметра принять равным 1, а класс точности амперметра – 0,5.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № Варианта | IN, mA | RA, Ом | RV, кОм | RХ, Ом |
| 1 | 50 | 40 | 5 | 35 |
| 2 | 100 | 30 | 2 | 25 |
| 3 | 150 | 25 | 6 | 30 |
| 4 | 200 | 20 | 4 | 25 |
| 5 | 250 | 15 | 3 | 15 |
| 6 | 300 | 10 | 1 | 15 |

С помощью переменного сопротивления добиться, чтобы ток амперметра не превышал IN для каждого варианта.

По формуле (1.3) рассчитать сопротивление резистора RХ, измеренное косвенным методом и сравнит с его значение, указанным в таблице.1 .

По формуле (5.4) рассчитать относительную погрешность измерения RХ косвенным методом.

Увеличить сопротивление RХ в 10 раз выполнить измерения и рассчитать погрешность. Если вольтметр в этом случае показывает значени е напряжения больше 1 В, то верхний предел измерения взять равным 2 или 3 В.

Записать результаты измерений в виде таблицы 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Соотношение | RХ | δRХ | ΔRХ | RХ±ΔRХ |
| RХ≈RA |  |  |  |  |
| RХ>> RA |  |  |  |  |

2. Собрать схему для измерения больших сопротивлений сравнимых с внутренним сопротивлением вольтметра и значительно больших по сравнению с внутренним сопротивлением амперметра (рис.2).

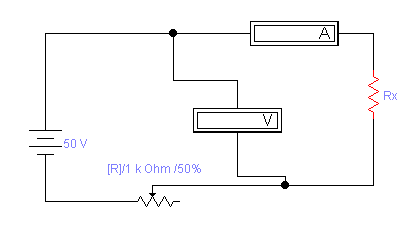


Рис.2. Схема для косвенных измерений больших сопротивлений

Внутренне сопротивление амперметра и вольтметра выбрать согласно таблице 3. Предел шкалы измерения вольтметра принять равным 50 В. Класс точности вольтметра принять равным 1, а класс точности амперметра – 0,5.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № Варианта | IN, mA | RA, Ом | RV, кОм | RХ, кОм |
| 1 | 15 | 40 | 5 | 6 |
| 2 | 50 | 30 | 2 | 2,5 |
| 3 | 30 | 25 | 6 | 4 |
| 4 | 20 | 20 | 4 | 5 |
| 5 | 50 | 15 | 3 | 3 |
| 6 | 75 | 10 | 1 | 1,5 |

С помощью переменного сопротивления добиться, чтобы ток амперметра не превышал IN для каждого варианта.

По формуле (1.3) рассчитать сопротивление резистора RХ, измеренное косвенным методом и сравнит с его значение, указанным в таблице.1 .

По формуле (5.4) рассчитать относительную погрешность измерения RХ косвенным методом.

Уменьшить сопротивление RХ в 10 раз выполнить измерения и рассчитать погрешность.

Записать результаты измерений в виде таблицы 4.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Соотношение | RХ | δRХ | ΔRХ | RХ±ΔRХ |
| RХ≈RV |  |  |  |  |
| RХ<< RV |  |  |  |  |

Контрольные вопросы.

1. Какие виды измерений рассматриваются в лабораторной работе? Дайте им определения.

2. К какому виду измерений относятся:

а) измерение сопротивлений с помощью электромеханического омметра?

б) измерение сопротивлений методом вольтметра – амперметра?

в) измерение сопротивлений мостовым методом?

3. Нарисуйте варианты схем для измерения сопротивлений методом вольтметра – амперметра. Объясните предпочтительность использования той или иной схемы для измерения больших или малых сопротивлений.

6. Как определить погрешность косвенного измерения сопротивления методом вольтметра – амперметра? Объяснить с приведением математического обоснования.

7. Нарисуйте схему одинарного моста для измерения сопротивлений. Обоснуйте его работу с применением математических выкладок.

8. Что такое чувствительность моста и как она влияет на точность измерения сопротивлений?

9. Назовите источники погрешностей при измерении сопротивлений мостовым методом. Дайте им физическое истолкование.