

Лабораторная работа № 15

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ МОСТОВЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: изучение метода измерения сопротивления с помощью мостовой схемы измерения, исследование чувствительности и точности мостовой схемы измерения.

1. Теоретические сведения

Мосты постоянного тока. Схема моста постоянного тока (рисунке 1) состоит из четырех плеч (ветвей) и двух диагоналей; плечи представляют собой резисторы с сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 , и R_4 в одну из диагоналей включают источник питания, в другую - индикатор с двусторонней шкалой (гальванометр или микроамперметр) с внутренним сопротивлением $R_{\text{и}}$. Ток в индикаторе $I_{\text{и}}$ вычисляют на основании законов Кирхгофа:

$$I_{\text{и}} = \frac{U(R_1R_3 - R_2R_4)}{R_{\text{и}}(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1R_2(R_3 + R_4) + R_3R_4(R_1 + R_2)} \quad (1)$$

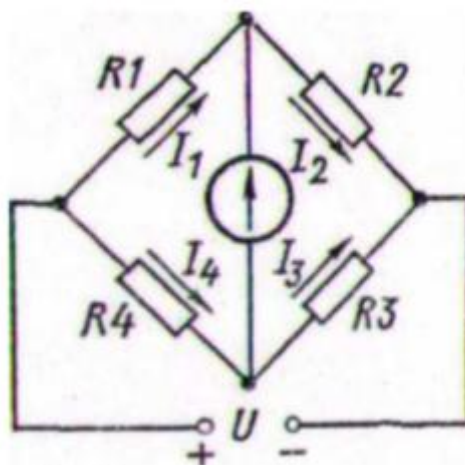


Рисунок 1 - Схема моста постоянного тока

Отсюда вытекают два возможных состояния мостовой схемы при измерениях: неуравновешенное, когда ток в индикаторе не равен нулю, и уравновешенное, когда ток в индикаторе равен нулю. В соответствии с этим мосты разделяют на две группы: одни предназначены для работы только в неуравновешенном, другие - только в уравновешенном состоянии.

В неуравновешенных мостах сопротивление одного из плеч неизвестно, а остальные величины, входящие в формулу, постоянны, следовательно, величина тока индикатора $I_{\text{и}}$ может служить мерой неизвестного сопротивления, т. е. такой мост является прямо показывающим прибором. Эти мосты широко применяют для измерения неэлектрических величин электрическими методами.

В уравновешенных мостах ток $I_{\text{И}}$ в момент отсчета равен нулю, что достигается при выполнении условия равновесия моста - равенства произведений сопротивлений противолежащих плеч:

$$R_1 R_3 = R_2 R_4 \quad (2)$$

Следовательно, если сопротивления трех плеч известны, то из условия легко определяется неизвестное сопротивление четвертого плеча. Например, пусть $R_1 = R_x$, тогда $R_x = \frac{R_2 R_4}{R_3}$. Процесс уравнивания моста постоянного тока достигается изменением либо величины сопротивления одного плеча R_2 при постоянном отношении R_4/R_3 , либо отношения сопротивлений плеч R_4/R_3 при постоянном значении величины R_2 . Практические схемы мостов выполняют так, что в процессе измерения можно изменять обе эти величины, одну плавно, а другую скачками, что позволяет значительно расширить пределы измерений.

2. Порядок выполнения работы

1.Собрать схему (рисунок 2).

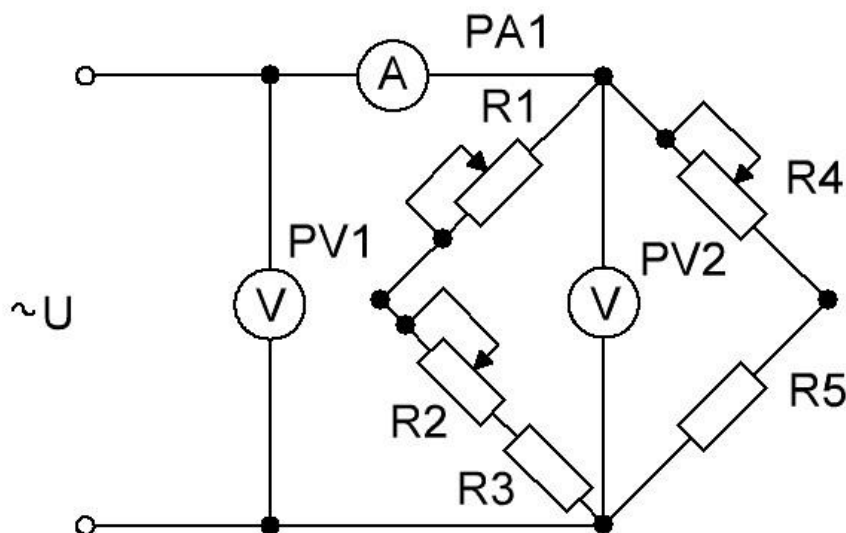


Рисунок 2 – Электрическая схема лабораторной установки

2. Включить стенд автоматическим выключателем QF1.
3. Установить напряжение питания 10 В.
4. Установить резистор R19 в максимальное значение 100 Ом.
5. Установить резистор R17 в максимальное положение 1 кОм.
6. Изменяя значение сопротивления R_2 добиться показания прибором PV3 близкого к нулю значения.
7. Записать значение резисторов R_2 , R_{17} , R_{18} , R_{19} .

8. Выключить стенд автоматическим выключателем QF1.
9. Вернуть настройки приборов в начальное состояние.
10. Рассчитать неизвестное сопротивление:

$$R_x = \frac{R_2(R_{18} + R_{19})}{R_{17}} \quad (3)$$

где $R_{18}=200 \text{ Ом}$.

11. Вычислить абсолютную погрешность измерения сопротивления. Принять фактическое сопротивление $R_{x \text{ ФАКТ}}=1300 \text{ Ом}$.

$$\Delta R = R_{x \text{ ИЗМ}} - R_{x \text{ ФАКТ}} \quad (4)$$

12. Вычислить относительную погрешность.

$$\gamma_0 = \frac{\Delta R}{R_{x \text{ ФАКТ}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

3. Содержание индивидуального отчета

1. Название, цель работы.
2. Схема лабораторной установки с описанием.
3. Таблица с результатами измерений.
4. Результаты расчетов.
5. Выводы.

4. Контрольные вопросы

1. Чему равно сопротивление резистора R_4 (см. рис. 1) уравновешенного моста в противоположными плечами $R_1 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_3 = 2 \text{ кОм}$; $R_2 = 0,3 \text{ кОм}$?
2. Определить чувствительность моста с сопротивлением плеч $R = 2 \text{ кОм}$, если при изменении сопротивления одного из плеч уравновешенного моста на 0,1 % напряжение в измерительной диагонали изменилось на 5 мВ?
3. В чем заключается условие равновесия измерительного моста?
4. К какому методу прямых измерений относится мостовой метод измерения сопротивления?
5. Как вычислить абсолютную погрешность мостового метода измерения сопротивления?