

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ВятГУ»)
Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра электронных вычислительных машин

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Отчет по лабораторной работе №2 по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация»
Вариант 2

Выполнил студент группы ИВТ-32 _____/Рзаев А. Э./
Проверил доцент кафедры ЭВМ _____/Скворцов А. А./

Киров 2018

1 Цель работы

Цель данной лабораторной работы - изучение основных методов измерения активных сопротивлений в электрических цепях постоянного тока.

2 Задание

1. Собрать схему. Принять: $E_{on} = 12В$, $R_0 = 1\text{ кОм}$, $R_A = 10\text{ Ом}$.
2. Зарегистрировать показания амперметра при замкнутом и разомкнутом положении ключа K .

3. Рассчитать значение сопротивления R_x .

4. Вычислить относительную погрешность измерения по формуле

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\%,$$

где R_{xu} - установленное на схеме значение неизвестного сопротивления;

R_{xp} - значение сопротивления, полученное в п.3.

5. Собрать схему. Принять при этом: $E_{on} = 12В$, $R_V = 100\text{ кОм}$.

6. Зарегистрировать показания вольтметра при замкнутом и разомкнутом положении ключа K .

7. Повторить операции по пунктам 3-4 (если получено отрицательное значение погрешности, то его необходимо взять по модулю). В случае получения существенной относительной погрешности, объясните причину и попытайтесь ее уменьшить, изменяя значение R_V .

8. Собрать схемы (обе по очереди), с параметрами: $E_{on} = 12В$, $R_V = 100\text{ кОм}$, $R_A = 10\text{ Ом}$.

9. Включить схемы и записать показания амперметров и вольтметров.

10. Рассчитать значения сопротивлений R_x и погрешности измерений по формулам, приведенным в описании схем 3а и 3б.

11. Собрать схемы. Параметры: $E_{on} = 12В$, $R_V = 100\text{ кОм}$, $R_A = 10\text{ Ом}$, $R_0 = 1\text{ кОм}$.

12. Произвести измерение токов и напряжений.

13. Рассчитать значения сопротивлений по формулам, приведенным в описании схем 4а и 4б.

14. Рассчитать погрешности определения R_x по формуле, приведенной в п.4.

15. Собрать схему. Уравновесить схему резистором R_1 до достижения показаний вольтметра, равного нулю, при $E_{on} = 12В$, $R_V = 100\text{ кОм}$, $R_1 = 1,5\text{ кОм}$, $R_2 = R_3 = 1\text{ кОм}$.

16. Рассчитать значение R_x (с учетом положения устройства регулирования сопротивления на реостате переменного сопротивления R_1).

17. Вычислить погрешность расчета R_x по формуле, приведенной в п.4.

3.1 Экспериментальная часть

Результаты всех измерений, проведенных во время работы представлены на рисунках 1-10.

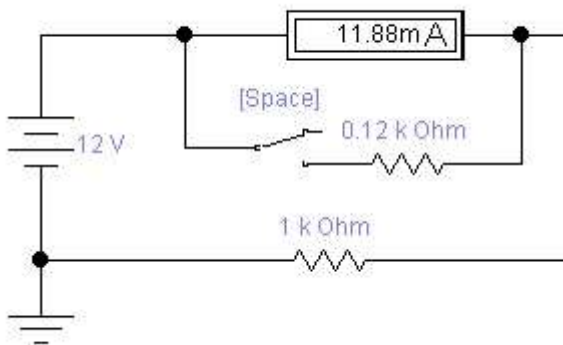


Рисунок 1 – Параметры при разомкнутом положении ключа в схеме измерения методом амперметра

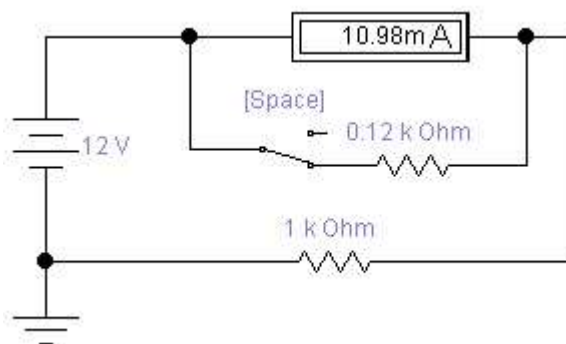


Рисунок 2 – Параметры при замкнутом положении ключа в схеме измерения методом амперметра

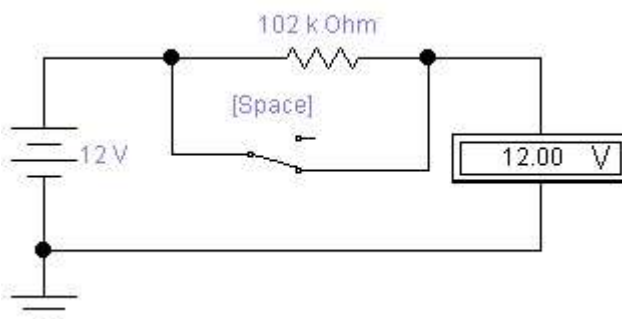


Рисунок 3 – Параметры при замкнутом положении ключа в схеме измерения методом вольтметра

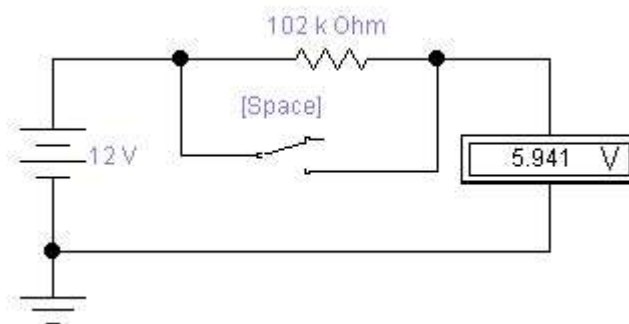


Рисунок 4 – Параметры при разомкнутом положении ключа в схеме измерения методом вольтметра

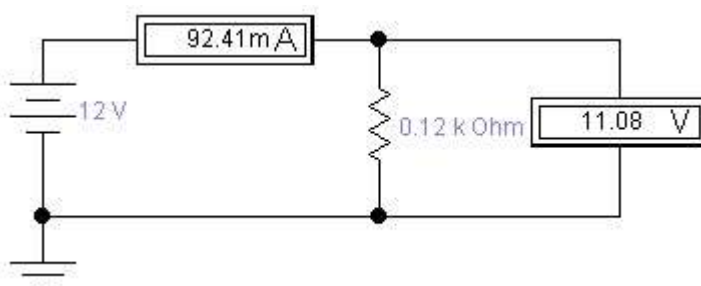


Рисунок 5 – Параметры при первом варианте включения приборов в схеме измерения методом амперметра – вольтметра

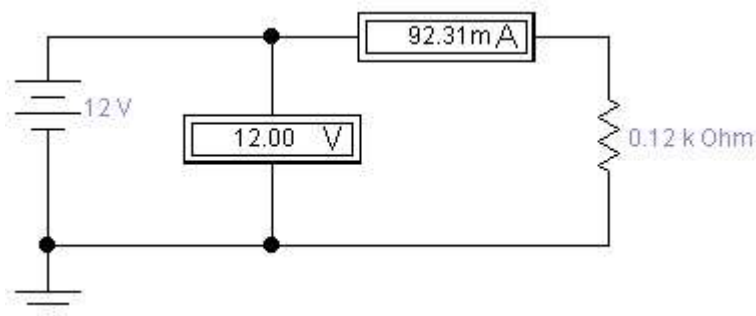


Рисунок 6 – Параметры при втором варианте включения приборов в схеме измерения методом амперметра – вольтметра

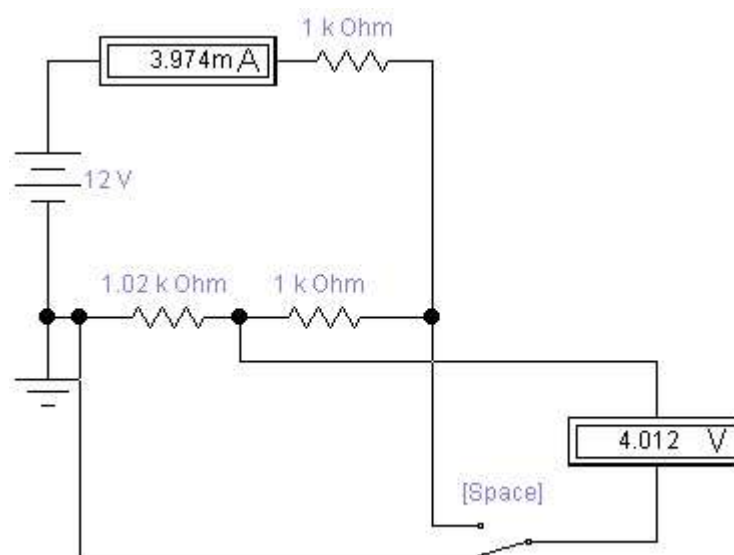


Рисунок 7 – Параметры при последовательном соединении сопротивлений в схеме измерения методом сравнения с образцовым сопротивлением при первом положении ключа

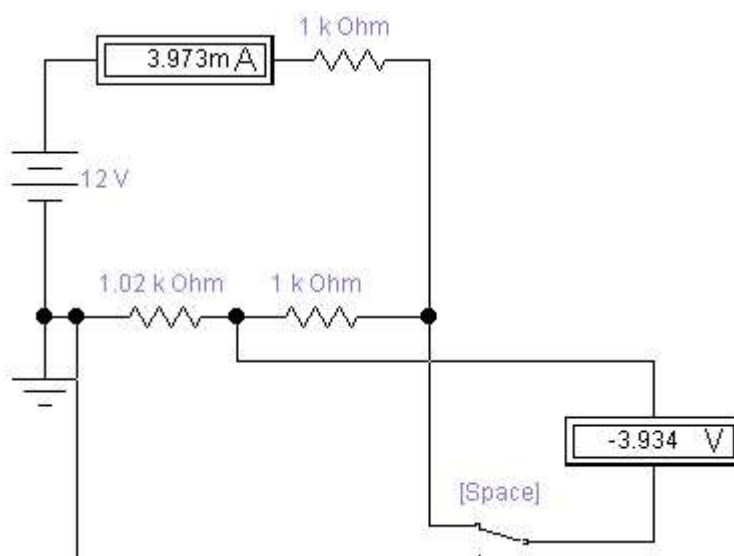


Рисунок 8 – Параметры при последовательном соединении сопротивлений в схеме измерения методом сравнения с образцовым сопротивлением при втором положении ключа

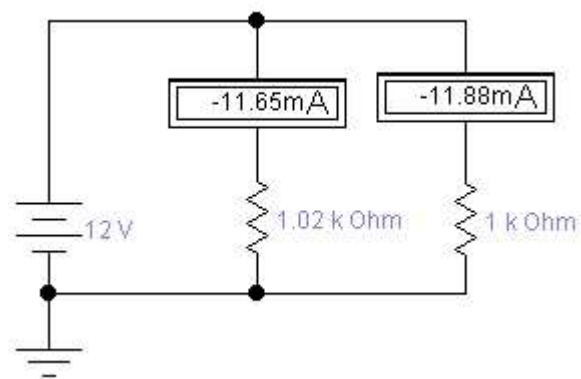


Рисунок 9 – Параметры при параллельном соединении сопротивлений в схеме измерения методом сравнения с образцовым сопротивлением

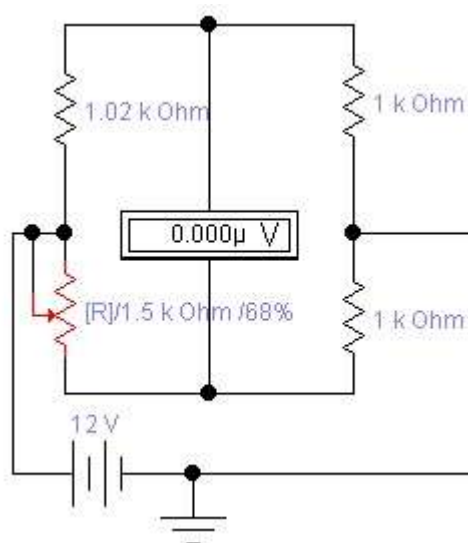


Рисунок 10 – Параметры в мостовой схеме измерения сопротивления

3.2 Аналитическая часть

1) Расчеты по схемам рисунков 1-2:

$$I_1 = \frac{E_{on}}{R_A + R_{\delta}}$$

$$I_1 = \frac{12}{10+1000} = 11.88 \text{ мА}$$

$$I_2 = \frac{E_{on}}{R_A + R_{\delta}(1 + \frac{R_A}{R_x})}$$

$$I_2 = 10.98 \text{ мА}$$

$$R_x = R_A \cdot \frac{I_2}{I_1 - I_2} \cdot \frac{R_{\delta}}{R_A + R_{\delta}} = 10 * \frac{10.98}{11.88 - 10.98} * \frac{1000}{10+1000} = 120.8 \text{ Ом}$$

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\% = \frac{120.8 - 120}{120} * 100 \% = 0.67 \%$$

2) Расчеты по схемам рисунков 3-4:

$$U_1 = E_{on}$$

$$U_1 = 12 \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{E_{on} \cdot R_V}{R_x + R_V} = 5.941 \text{ В}$$

$$R_x = \frac{E_{on} R_V}{U_2} - R_V = \frac{U_1 R_V}{U_2} - R_V = \frac{12 * 100}{5.941} - 100 = 101.98 \text{ Ом}$$

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\% = \frac{101.98 - 102}{102} * 100 \% = 0.02 \%$$

3) Расчеты по схеме рисунка 5:

$$U_V = U_x$$

$$U = 11.08 \text{ В.}$$

$$I = I_x + I_V = \frac{U_x}{R_x} + \frac{U_x}{R_V}$$

$$I = 92.41 \text{ мА}$$

$$U = U_x + U_A = 11.08 \text{ В}$$

$$I = I_x = 92.41 \text{ мА}$$

$$R_x = \frac{U}{I} = \frac{11.08}{0.09241} = 119.9 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_x = R_p - R_x = \frac{-R_x^2}{R_x + R_V} = -\frac{119.9^2}{119.9 + 100000} = -0.144 \text{ Ом}$$

$$\gamma = \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100\% = -\frac{R_x}{R_x + R_V} \cdot 100\%$$

$$\gamma = \frac{0.144}{119.9} \cdot 100\% = 0.12 \%$$

4) Расчеты по схеме рисунка 6:

$$R_x = \frac{U}{I} = \frac{12}{0.09231} = 130 \text{ Ом}$$

$$\Delta R_x = R_p - R_x = R_A = 10 \text{ Ом}$$

$$\gamma = \frac{\Delta R_x}{R_x} \cdot 100\% = \frac{R_A}{R_x} \cdot 100\% = \frac{10}{130} \cdot 100\% = 7.8 \%$$

5) Расчеты по схемам рисунков 7-9:

При первом расположении:

$$U_x = IR_x = 4.012 \text{ В}$$

$$U_0 = R_0 I = 3.974 \text{ В}$$

$$\frac{U_x}{U_0} = \frac{IR_x}{IR_0} = \frac{R_x}{R_0},$$

$$R_x = R_0 \cdot \frac{U_x}{U_0} = 1.0 \cdot \frac{4.012}{3.974} = 1.0096 \text{ кОм}$$

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\% = \frac{1.02 - 1.0096}{1.02} \cdot 100\% = 1\%$$

При втором расположении:

$$I_x = \frac{E_{on}}{R_x} = 11.65 \text{ мА} \quad I_0 = \frac{E_{on}}{R_0} = 11.88 \text{ мА}$$

$$\frac{I_x}{I_0} = \frac{R_0}{R_x} \quad \text{и} \quad R_x = R_0 \cdot \frac{I_0}{I_x} = 1.000 \cdot \frac{11.88}{11.65} = 1.0197 \text{ кОм}$$

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\% = \frac{1.02 - 1.0197}{1.02} \cdot 100\% = 0.03\%$$

6) Расчеты по схеме рисунка 10:

$$R_I = 1.5 * 0.68 = 1.02 \text{ кОм}$$

$$R_x = R_1 \cdot \frac{R_3}{R_2} = 1.02 * \frac{1.0}{1.0} = 1.02 \text{ кОм}$$

$$\gamma = \frac{R_{xp} - R_{xu}}{R_{xu}} \cdot 100\% = \frac{1.02 - 1.02}{1.02} * 100 \% = 0.001 \%$$

4 Вывод

В ходе данной лабораторной работы были изучены основные методы измерения активных сопротивлений в электрических цепях постоянного тока.

Были изучены: метод амперметра, метод вольтметра, метод амперметра-вольтметра, метод сравнения с образцовым сопротивлением, нулевой метод измерения. В ходе изучения выяснилось, что погрешность всех произведенных измерений достаточно низкая.

В результате выполнения было выявлено, что наилучшим методом измерения активного сопротивления является метод нулевого измерения, имеющий самую высокую точность вычисления и не слишком трудоемкие вычисления.