

Условие

Задание 11.1 Кольцевая цепь

Приборы и материалы: два одинаковых проволочных резистора, постоянный резистор с сопротивлением 2,0 Ом, источник электрического тока, мультиметр, соединительные провода.

Часть 1. Подготовительная.

В этой части по каждому вопросу: кратко опишите методику проведения измерений, приведите расчетные формулы, результаты измерений, при необходимости представьте их в графической форме, результаты обработки результатов измерений и окончательный результат.

1.1 Измерьте с максимальной точностью среднее сопротивление одного звена проволочного резистора. Оцените погрешность найденного значения.

1.2 Измерьте с максимальной точностью ЭДС ε и внутреннее сопротивление r выделенного вам источника электрического тока.

Далее оценка погрешностей не требуется.

Часть 2. Кольцевая схема.

Из двух проволочных резисторов соберите кольцевую схему. Источник тока подключите к клеммам 0 и 4. (Рис. 1) Потенциал клеммы «0» примем равным нулю: $\varphi_0 = 0$

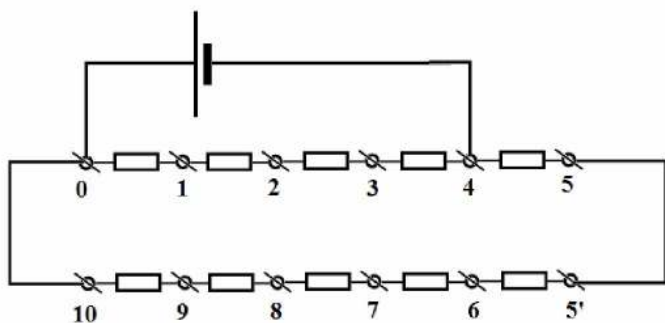


Рис. 1

2.1 Измерьте потенциалы всех клемм в приведенной схеме φ_n . Постройте график полученной зависимости. Укажите, как вы измеряли потенциалы точек.

Рекомендуем график строить в относительных единицах, таких, чтобы расчет графиков (особенно теоретических зависимостей) предельно упрощался. Если вы используете такие относительные единицы, то не забудьте указать их в своей работе.

2.2 Получите формулу, описывающее распределение потенциала, полученное экспериментально. На том же бланке постройте график теоретической зависимости. Укажите возможные причины отклонений между теоретическими и экспериментальными значениями.

XI класс. Экспериментальный тур. Вариант 2 2

Часть 3. Кольцевая цепь с перемычкой.

В схеме, приведенной на рис.1, соедините проводником клеммы 2 и 8. (рис. 2) .

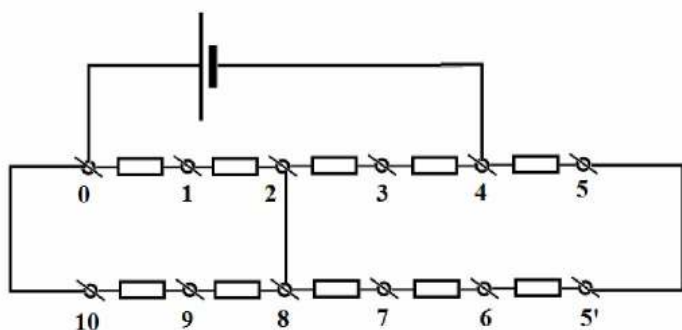


Рис.2

Рис. 2

3.1 Измерьте потенциалы всех клемм в приведенной схеме φ_n . Постройте график полученной зависимости.

3.2 Получите формулу, описывающее распределение потенциала, полученное экспериментально. На том же бланке постройте график теоретической зависимости.

Часть 4. Мостовая схема

4.1 Измерьте сопротивление постоянного резистора R .

В данной части изучается мостовая схема, широко используемая в различных измерительных схемах. Для создания такой схемы точку 2 соедините с помощью постоянного резистора R с остальными точками кольцевой схемы $n = 4, 5, \dots, 10$. Параллельно к резистору подключите мультиметр в режиме измерения напряжения.

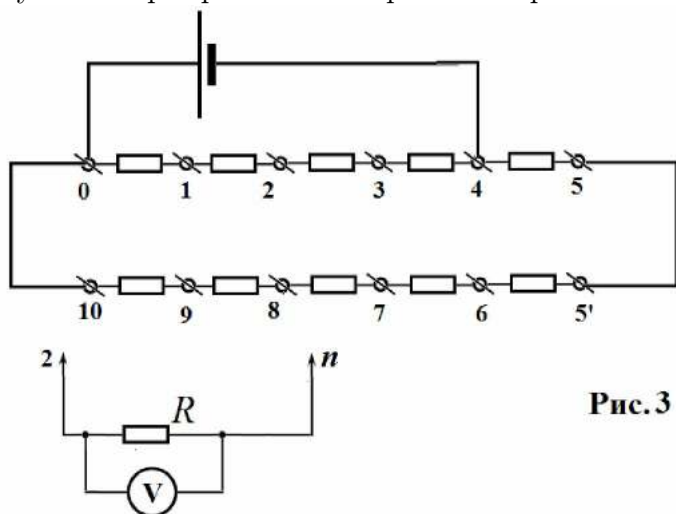


Рис.3

Рис. 3

4.2 Измерьте зависимость напряжения на постоянном резисторе R от номера второй точки подключения n . Постройте график полученной зависимости.

4.3 Используя данные, полученные в предыдущих пунктах, качественно объясните полученную зависимость. Укажите также на существенные, на ваш взгляд, особенности данного графика.

XI класс. Экспериментальный тур. Вариант 2 3

Решение

Задание 11.1 Кольцевая цепь

Часть 1. Подготовительная.

1.1 Данная часть работы является традиционной. В результате проведенных измерений и

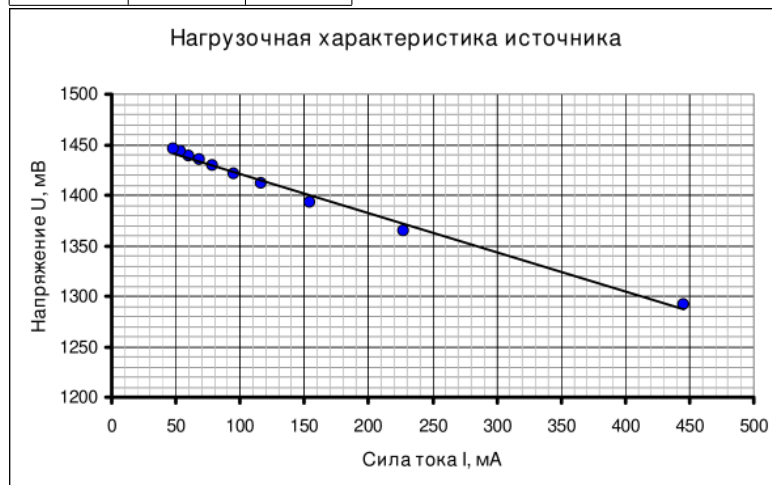
последующей обработки получено значение

$$R = (2,99 \pm 0,05) \text{ Ом} \quad (1)$$

1.2 Для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника следует получить нагрузочную характеристику источника: зависимость силы тока в цепи от напряжения на внешнем резисторе. Для этого необходимо провести измерения зависимости напряжения на внешнем резисторе от его сопротивления, после чего провести расчет силы тока. Результаты измерений представлены в Таблице 1 и на графике (построение графика не обязательно).

Таблица 1.

R, Ом	U, мВ	I, мА
2,9	1292	445,5
6,0	1365	227,5
9,0	1393	154,8
12,1	1412	116,7
15,0	1421	94,7
18,1	1430	79,0
21,1	1435	68,0
23,9	1439	60,2
27,0	1443	53,4
29,9	1446	48,4



Эта зависимость описывается формулой

$$U = \varepsilon - Ir,$$

Поэтому параметрам полученной зависимости (желательно по МНК) легко определить характеристики источника. По приведенным данным получены значения:

$$\varepsilon = (1460 \pm 4) \text{ мВ}$$

$$r = (0,39 \pm 0,02) \text{ Ом}$$

Часть 2. Кольцевая схема.

В данной схеме потенциалы точек рассчитываются по формуле

$$\varphi_n = \begin{cases} \varphi_4 \frac{n}{4} & n = 0, 1, \dots, 4 \\ \varphi_4 \frac{10-n}{6} & n = 4, 5, \dots, 10 \end{cases}$$

Для удобства удобно нормировать потенциалы на их максимальное значение φ_4 . Далее будем рассматривать нормированные потенциалы $Z_n = \frac{\varphi_n}{\varphi_4}$.

XI класс. Экспериментальный тур. Вариант 2. 1

Результаты измерений представлены в Таблице 2 и на графике.

Таблица 2.

n	Z_n (теор)	φ_n , В	Z_n
0	0,00	5,0	0,00
1	0,25	343,0	0,25
2	0,50	697,0	0,51
3	0,75	1030,0	0,75
4	1,00	1368,0	1,00
5	0,83	1140,0	0,83
6	0,67	910,0	0,67
7	0,50	679,0	0,50
8	0,33	463,0	0,34
9	0,17	230,0	0,17
10	0,00	6,0	0,00



Сплошная линия — теория, точки — эксперимент. Крайне незначительные различия между ними объясняются сопротивлениями проводов и небольшими различиями в сопротивлениях звеньев проволочных резисторов.

Часть 3. Кольцевая цепь с перемычкой.

Аналогичные измерения проведены и для цепи с перемычкой. Результаты измерений и расчетов показаны в таблице 3 и на следующем графике.

Таблица 3.

n	Z_n (теор)	φ_n , В	Z_n
0	0,00	5	0,00
1	0,21	289	0,22
2	0,43	583	0,44
3	0,71	958	0,72
4	1,00	1333	1,00
5	0,86	1140	0,86
6	0,71	952	0,71
7	0,57	758	0,57
8	0,43	575	0,43
9	0,21	285	0,21
10	0,00	6	0,00



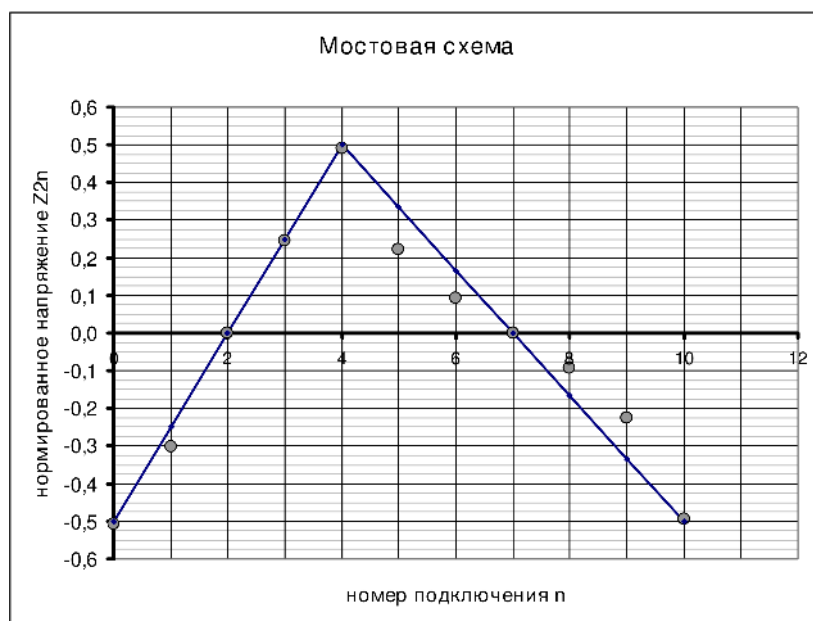
XI класс. Экспериментальный тур. Вариант 2. 2

Часть 4. Мостовая схема

Результаты измерений показаны в Таблице 4. и на графике. Нормировка проведена на максимальную разность потенциалов ($\varphi_4 - \varphi_0$) между точками подключения источника.

Таблица 4.

n	U_{2n} , мВ	Z_{2n}
0	-315	-0,508
1	-186	-0,300
2	0	0,000
3	152	0,245
4	305	0,492
5	137	0,221
6	58	0,094
7	0	0,000
8	-57	-0,092
9	-140	-0,226
10	-307	-0,495



Для сравнения на график нанесена прямая разности потенциалов, при условии, что сопротивление перемычки бесконечно велико (таблица 2). Как видно, полученная зависимость близка к зависимости, полученной ранее. Отметим, что и зависимость потенциала для схемы с перемычкой. Поэтому следовало ожидать, что и промежуточный случай также будет подобен, этим же зависимостям.

К особенностям графика можно отнести следующее: - очевидное положение нулей и максимума графика; - симметрия участков монотонности графиков относительно точек 2 и 7.

XI класс. Экспериментальный тур. Вариант 2. 3