

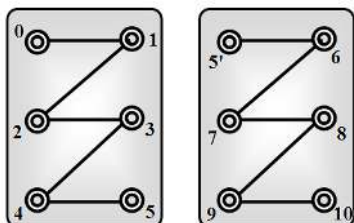
СОМ

Условие

Задание 9-1 Паутина сопротивлений.

Приборы и оборудование: Два проволочных резистора на подставках, мультиметр, соединительные провода.

В данном задании Вам необходимо исследовать сопротивления различных цепей резисторов. Введем нумерацию клемм, как показано на рисунке. Во всех заданиях ввод омметра «СОМ» подключайте к клемме резистора «0».



Часть 1. Последовательная цепочка.

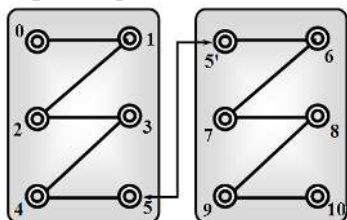
Соедините проводником клеммы «5» на первом резисторе с клеммой «5'» на втором резисторе.

1.1 Измерьте сопротивления участков резистора R_k между клеммами «0» и $k = 1, 2, 3 \dots 10$.

1.2 Постройте график полученной зависимости. Покажите, что данная зависимость может быть описана линейной функцией

$$R_k = ak + b \quad (1)$$

Используя результаты своих измерений, определите численные значения (и погрешности) параметров зависимости a и b . Укажите физический смысл этих параметров.



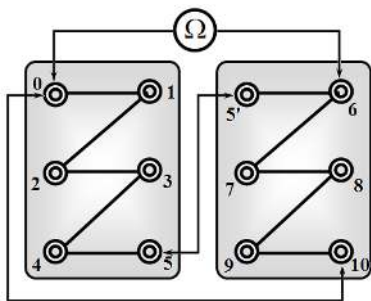
Часть 2. Заикливание.

Дополнительно соедините проводником клеммы «0» и «10».

2.1 Измерьте сопротивления участков резистора R_k между клеммами «0» и $k = 1, 2, 3 \dots 10$. Постройте график полученной зависимости.

2.2 Выведите теоретическую формулу, описывающую зависимость $R_k(k)$.

2.3 Проверьте, соответствуют ли результаты измерений полученной теоретической формуле. Для этого на том же бланке (график в п.2.1) постройте график теоретической зависимости. Качественно объясните возможные различия между теоретическими и экспериментальными значениями сопротивлений.

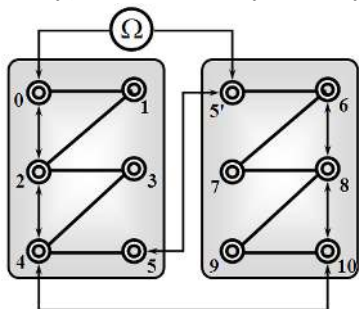


Часть 3. Централизация.

Дополнительно соедините все «четные» клеммы между собой.

2.1 Измерьте сопротивления участков резистора R_k между клеммами «0» и $k = 1, 2, 3 \dots 10$.

2.2 Дайте объяснение полученным результатам. Нарисуйте эквивалентную электрическую схему, объясняющую полученные значения.

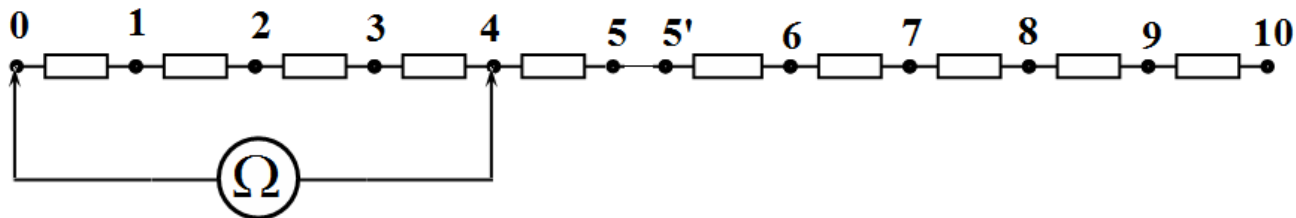


Решение

Задание 9-1 Паутина сопротивлений.

Часть 1. Последовательная цепочка.

В данном случае измеряется сопротивление последовательно соединенных резисторов.



Результаты измерений приведены в таблице 1. График полученной зависимости показан на рисунке.

Таблица 1.

k	R_k , Ом
0	0,1
1	2,8
2	5,6
3	8,5
4	11,3
5	14,3
5	14,3
6	17,1
7	20,0
8	22,7
9	25,6
10	28,3



Строго говоря, проводить сглаживающую прямую в данном случае не логично, так как аргумент функции («номер клеммы») не может быть дробным. Тем не менее, эта прямая здесь проведена по двум причинам: первая - надо показать вид зависимости; вторая – данную зависимость можно рассматривать как зависимость сопротивления от длины проволоки, которая может принимать любые значения.

Как и следовало ожидать, получена линейная зависимость

$$R_k = ak + b \quad (1)$$

Численные значения параметров этой зависимости следующие

$$\begin{aligned} a &= (2,84 \pm 0,02) \text{ Ом} \\ b &= (0,02 \pm 0,09) \text{ Ом} \end{aligned} \quad (2)$$

Приведенные погрешности рассчитаны по методу наименьших квадратов, допустимы и другие методы расчета, например, графический. Смысл этих параметров очевиден: $a = R_0$ - среднее значение сопротивления одного звена резистора; b - в данном случае можно считать равным нулю, отличие от нуля объясняется сопротивлением соединительных проводов.

Часть 2. Заикливание.

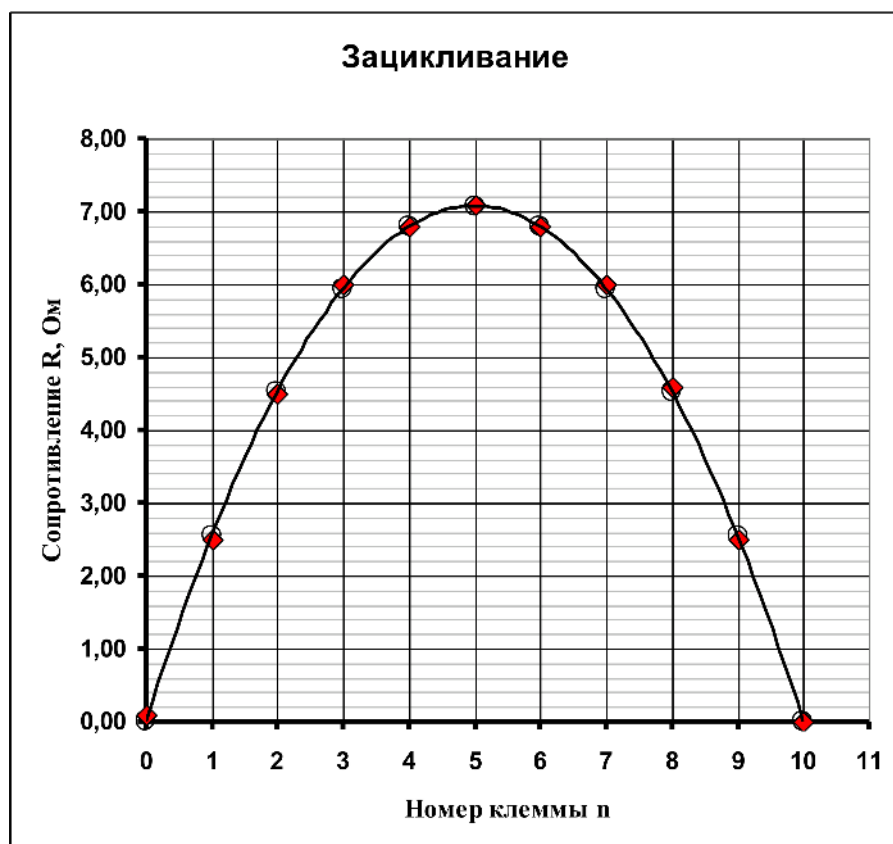
В данном случае 10 резисторов соединены в «кольцо». При подключении омметра к клеммам «0» и « k » измеряется сопротивление двух параллельно соединенных резисторов, сопротивления которых равны kR_0 и $(10 - k)R_0$. Поэтому измеряемое сопротивление оказывается равным

$$R_k = \frac{k(10 - k)}{10} R_0 \quad (3)$$

Графиком этой зависимости является парабола, показанная на рисунке. Результаты измерений сопротивлений в этой цепи приведены в таблице 2. В последнем столбце приведены теоретические значения сопротивлений, рассчитанные по формуле (3), значение R_0 было найдено в части 1 данной работы.

Таблица 2.

k	R_k , Ом	R_k , Ом (теор.)
0	0,1	0,00
1	2,5	2,55
2	4,5	4,53
3	6,0	5,94
4	6,8	6,79
5	7,1	7,08
5'	7,1	7,08
6	6,8	6,79
7	6,0	5,94
8	4,6	4,53
9	2,5	2,55
10	0,0	0,00



Видно очень хорошее соответствие между теоретическими и экспериментальными значениями. Незначительные расхождения объясняются погрешностями измерений и сопротивлением проводящих проводов.

Часть 3. Централизация.

При указанном соединении, получается схема, похожая на звезду. Поэтому при подключении к четным контактам сопротивление оказывается равным нулю, при подключении к нечетным контактам – измеряется сопротивление двух параллельно соединенных резисторов. Измерения подтверждают эти выводы. Их результаты приведены в таблице 3. Как отмечалось ранее, незначительное отличие от нуля (при подключении к четным клеммам) указывает на сопротивление соединительных проводов.

Таблица 3.

k	R_k , Ом
0	0,1
1	1,4
2	0,1
3	1,5
4	0,1
5	1,4
5	1,5
6	0,1
7	1,4
8	0,1
9	1,5
10	0,0

