

**Теория электрических цепей**

**Лабораторная работа №2**

**МОСТ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

**2011**

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Экспериментальное исследование мостовой схемы соединения элементов цепи.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ И РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Мосты постоянного тока широко применяют для измерения электрических и неэлектрических величин. Задачи, решаемые при построении мостовых измерителей электрических величин, – это уменьшение или полное исключение погрешности от сопротивлений соединительных проводов, обеспечение напряжения, пропорционального приращению преобразуемого

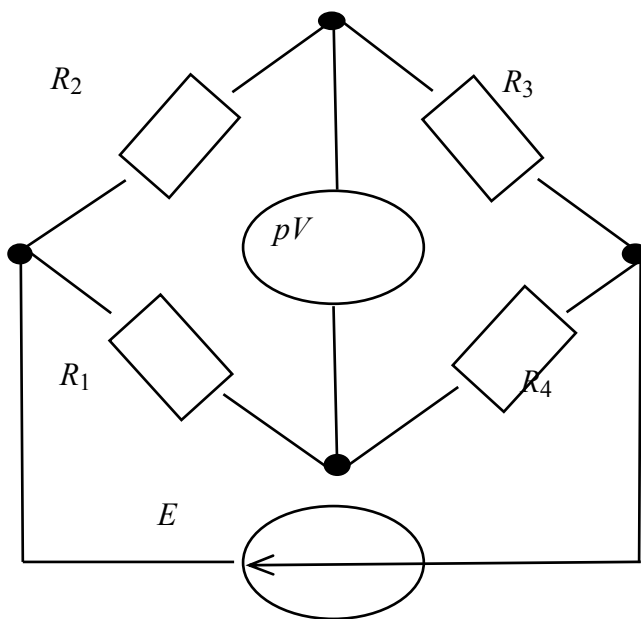


Рис. 2.1

сопротивления относительно его начального значения, снижение выходного сопротивления моста и снижение требований к измерительному устройству.

Условие равновесия четырехплечего резистивного моста с питанием от источника постоянного напряжения с ЭДС  $E$  (рис 2.1)

$$R_1 R_3 = R_2 R_4,$$

откуда величина измеряемого сопротивления, например  $R_2$ ,

$$R_2 = R_1 R_3 / R_4.$$

Погрешность моста зависит от пределов измерения сопротивлений и обычно указывается в паспорте прибора. В уравновешенном мосте при малом приращении, например  $\Delta R_4$ , напряжение диагонали  $U$  при идеальном источнике напряжения ( $R_{\text{вн}} = 0$ ) с ЭДС  $E$

$$U \approx E \Delta R_4 R_2 / [(R_1 + R_4)(R_2 + R_3)] \approx E \Delta R_4 / 4 R_4,$$

при условии, что  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ .

Важной характеристикой моста является его чувствительность (в данном случае) по напряжению вблизи его равновесия. Приблизённо *абсолютную* чувствительность (в мВ/Ом) моста определяют как отношение конечных приращений выходного напряжения и сопротивления, т. е.

$$S_a \approx \Delta U / \Delta R,$$

а *относительную* чувствительность (в милливольтках) – как отношение приращения выходного напряжения и относительного изменения сопротивления  $\Delta R / R_4$  плеча моста, т. е.

$$S_o = \Delta U / (\Delta R / R_4),$$

где  $\Delta U = U_{n+1} - U_n$  – приращение выходного напряжения в диагонали моста, вызванное изменением сопротивления плеча моста на  $\Delta R = \Delta R_4$ .

При изменении сопротивлений в двух противоположных плечах моста нужно удвоить величину  $\Delta R$  в формулах абсолютной  $S_a$  и относительной  $S_o$  чувствительностей.

## УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

**Задание 1.** Собрать на рабочем поле среды MS11 схему для испытания одинарного резистивного моста (рис. 2.2), и установить в диалоговых окнах компонентов их параметры или режимы работы:

- резисторов  $R_1 = R_3 = 1 \text{ кОм}$ ;
- потенциометров  $R_2 = R_4 = 1 \text{ кОм}$ ;
- $\Delta R = 0,01N^{1/3} \text{ кОм}$  с округлением третьего знака после запятой – приращение резисторов  $R_2$  и  $R_4$ , где  $N$  – номер записи фамилии студента в учебном журнале группы;
- источника напряжения: ЭДС  $E = 12 \text{ В}$  (источник идеальный,  $R_{em} = 0$ );
- вольтметра **V1**: род тока (**mode**) – постоянный (**DC**), внутреннее сопротивление (**Resistance**)  $R_V = 1 \text{ МОм}$ .

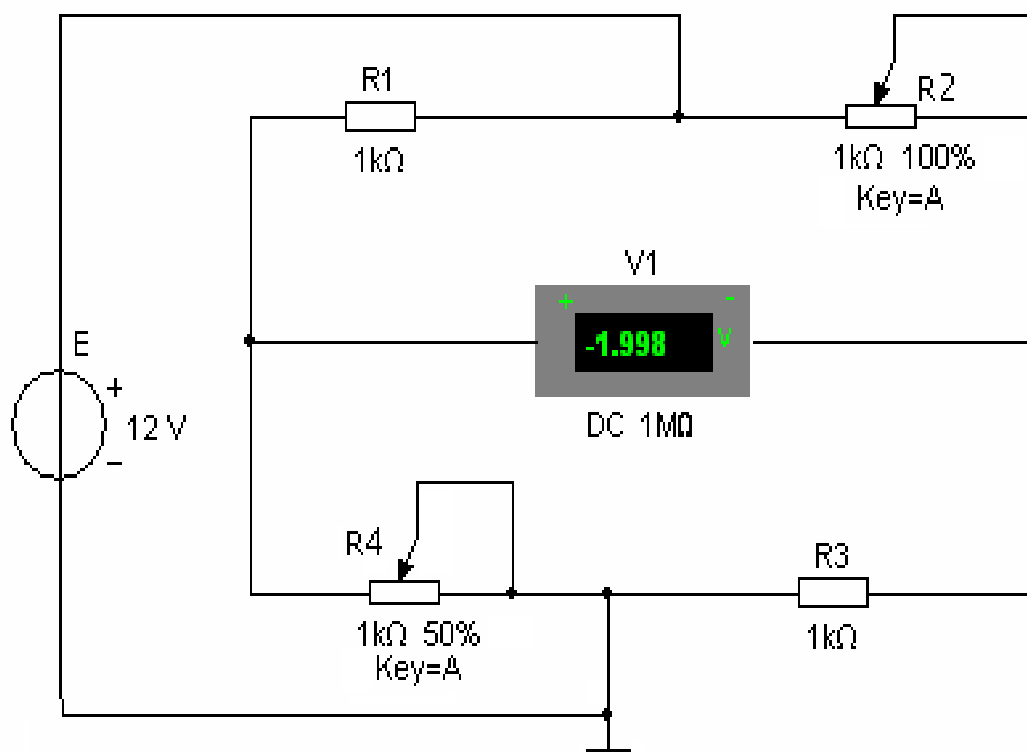


Рис. 2.2

Скопировать рис. 2.2 на страницу отчёта.

**Задание 2. Снять и построить** на одном рисунке характеристики выходного напряжения  $U$  моста от изменения сопротивления одного и двух (противоположных) плеч моста, т. е.  $U(R_4)$  и  $U(R_2, R_4)$ .

С этой целью:



- **рассчитать** и **заполнить** 2-ю и 3-ю колонки табл. 2.1 и табл. 2.2 в электронной тетради отчета;
- **запустить** программу (щелкнув мышью в правом верхнем углу меню на цифре 1 кнопки ). **Убедиться**, что мост уравновешен (показание вольтметра **V1** практически равно нулю);
- **остановить** программу (щелкнуть мышью на цифре 0 кнопки ) и **установить** значение сопротивления резистора  $R_4 = R_1 - \Delta R$  ( $n = 1$ );

Таблица 2.1

Номер опыта	$R_1 = R_2 = R_3$ , кОм	$R_4 = R_1 - n\Delta R$ , кОм ( $n = 0, \dots, 10$ )	$U$ , мВ	$S_{a1}$ , мВ/Ом	$S_{o1}$ , мВ
0			0	–	–
1					
.					
.					
.					
9					
10					

Таблица 2.2

Номер опыта	$R_1 = R_3$ , кОм	$R_2 = R_4 = R_1 - n\Delta R$ , кОм ( $n = 0, \dots, 10$ )	$U$ , мВ	$S_{a2}$ , мВ/Ом	$S_{o2}$ , мВ
0			0	–	–
1					
.					
.					
.					
9					
10					

– **запустить** программу, снять показание вольтметра **V1** и занести его в 4-й столбец табл. 2.1. Рекомендуется округлять третью или четвертую значащую цифру показания вольтметра;

– **повторить** опыты при  $n = 2, \dots, 10$  для табл. 2.1, изменяя сопротивление  $R_4$ ;

– **повторить** опыты при  $n = 1, \dots, 10$  для табл. 2.2, изменяя сопротивление  $R_2$  и  $R_4$ ;

– **выбрать** масштабы для напряжения  $U$  и сопротивления  $R$  и **построить** (на одном рисунке) графики  $U(R_4)$  и  $U(R_2, R_4)$ .

**Задание 3. Рассчитать** абсолютную  $S_a$  и относительную  $S_o$  чувствительности мостовой схемы при изменении одного и двух (противоположных) плеч моста, **занести** их в табл. 2.1 и в табл. 2.2 и по данным расчётов **построить** два графика с двумя характеристиками на каждом:

$$S_{a1}(n\Delta R) \text{ и } S_{a2}(n \cdot 2\Delta R); S_{o1}(n\Delta R) \text{ и } S_{o2}(n \cdot 2\Delta R).$$

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Расчётная схема цепи и копия схемы, смоделированной на рабочем поле программной среды MS11.
3. Формулы абсолютной  $S_a$  и относительной  $S_o$  чувствительности моста при изменении сопротивления  $\Delta R$  в одном и в двух противоположных плечах.
4. Таблицы измерений напряжения диагонали моста при изменении сопротивлений его плеч и расчёта абсолютной и относительной чувствительностей моста по напряжению.
5. Графики абсолютной и относительной чувствительностей моста по напряжению в зависимости от приращения сопротивления плеча (плеч).
6. Выводы по работе.

## ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ К РАБОТЕ 2

1. Укажите, чему равно **сопротивление** резистора  $R_4$  уравновешенного одинарного моста с противоположными ветвями:  $R_1 = 1 \text{ кОм}$  и  $R_3 = 3 \text{ кОм}$ ;  $R_2 = 2 \text{ кОм}$  и  $R_4$ ?

0,5 кОм      1 кОм      1,5 кОм      2 кОм  
☐            ☐            ☐            ☐

2. Укажите **единицу** (измерения) абсолютной чувствительности по напряжению моста постоянного тока.

В            В/Ом            Безразмерная            Ом/В  
☐            ☐            ☐            ☐

3. Укажите **формулу** относительной чувствительности по напряжению моста постоянного тока.

$S_o = \Delta U / (\Delta R_4 / R_4)$        $S_o = \Delta U / \Delta R$        $S_o = \Delta R / \Delta U$        $S_o = \Delta R / R$   
☐                            ☐                            ☐                            ☐

4. Укажите (Да/Нет), зависит ли **абсолютная чувствительность** моста постоянного тока по напряжению от величины ЭДС источника постоянного напряжения?

☐ Да            ☐ Нет

5. Укажите значение **относительной чувствительности** моста с сопротивлением плеч  $R = 1 \text{ кОм}$ , если при изменении сопротивления одного из плеч уравновешенного моста на 0,1% напряжение в диагонали изменилось на 1 мВ.

1 мВ            5 мВ            10 мВ            20 мВ  
☐                    ☐                    ☐                    ☐

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. М., Энергия, 1975 г. – 752 с.
2. Улахович Д.А. Основы теории линейных электрических цепей. – СПб.: БХВ – Петербург. 2009. – 816 с.
3. Міліх В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник. За ред. В.І.Міліх. 2-е вид. – К.: Каравелла. 2008. – 688 с.
4. Татур Т.А. Основы теории электрических цепей (Справочное пособие): Учебное пособие. – М., «Высшая школа», 1980 г. – 271 с.
5. Гаврилов Л.П., Соснин Д.А. Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК. Учебное пособие для студентов машиностроительных вузов. – М.: СОЛОН – Пресс, 2004. – 448 с.
6. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MathLab. Издание 5-е. – М.: СОЛОН – Пресс, 2004. – 800 с.
7. Хернитер Марк Е. MultiSim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. (Пер. с англ.) /Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: Издательский дом ДМК – пресс, 2006. – 488 с.
8. Марченко А.Л., Освальд С.В. лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде MULTISIM. Учебное пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2010, 448 с.