

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-
вычислительных систем (КИБЭВС)

Исследование цепи постоянного тока с одним источником

Отчет по лабораторной работе №1
по дисциплине «Электроника и схемотехника»

Выполнили

Студенты гр.728-2

_____ Геворгян Д.Р.

_____ Морошкин М.С.

Принял

ассистент кафедры

КИБЭВС

_____ Семенов.А.С.

1 Введение

Целью лабораторной работы является экспериментальная проверка: свойств реальных источников питания; основополагающих законов электротехники (первого и второго законов Кирхгофа); правил эквивалентного преобразования электрических схем.

2 Ход работы

2.1 Описание лабораторного макета

Внешний вид лицевой панели макета со схемой электрической принципиальной приведен на рис.1. Питание макета осуществляется от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Макет содержит один источник питания с внутренним сопротивлением $r_{вн}$ и электродвижущей силой (э.д.с.) E , которая может регулироваться с помощью соответствующего потенциометра в диапазоне от 1,5 В до 9 В, и ряд нагрузок (резисторов). Значения ЭДС по вариантам приведены в таблице 1. Значения сопротивлений нерегулируемых резисторов приведены в таблице 2, дискретно регулируемых – в таблице 3.

Таблица 1

Вариант №	2
ЭДС, В	2,5

Таблица 2

R1, Ом	R5, Ом	R6, Ом	R7, Ом	R8, Ом	$r_{вн}$, Ом
1	150	150	150	150	10

Таблица 3

Положение переключателя	Элементы					
	R2, Ом	R3, Ом	R4, Ом	R9, Ом	R10, Ом	R11, Ом
1	200	300	500	100	150	60
2	400	600	425	167	125	100
3	340	282	362	77	231	92
4	174	680	-	133	200	160

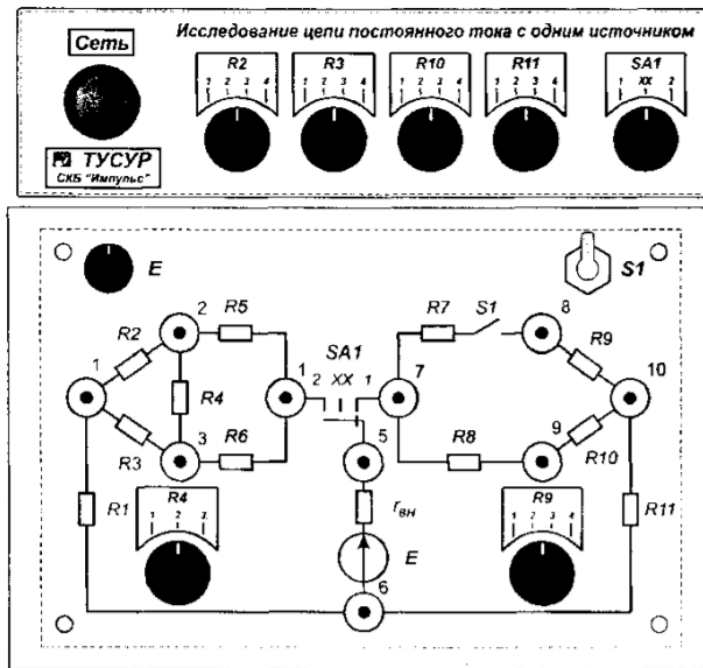


Рисунок 2.1.1

Трехпозиционный переключатель SA1 позволяет выбрать один из трех режимов работы макета: в положении “1” к источнику питания подключена правая часть схемы с резисторами R7....R11; в положении “хх” (холостой ход) источник отключен от нагрузок, то есть работает на холостом ходу; в положении “2” к источнику подключена левая часть схемы с резисторами R1....R6. В ходе работы измерительные приборы используются в режиме вольтметра. Неправильное включение прибора в цепь может привести к травмам и повреждению приборов

2.2 Экспериментальное получение внешней характеристики источника питания

Внешней характеристикой называется зависимость напряжения на зажимах источника U56 от тока источника I. Величина э.д.с. E задается преподавателем. Значение E на макете выставим, установив переключатель SA1

в положение “хх”. Для снятия внешней характеристики установим переключатель SA1 в положение “1”, тумблер S1 в разомкнутое положение, подключимся одним вольтметром к выходным зажимам источника (к гнездам “5” и “6”), вторым вольтметром к гнездам “7” и “9”. Между этими гнездами включен резистор R8, служащий для измерения тока источника. Ток источника пересчитывается из измеренного напряжения на резисторе UR8 по закону Ома: $I = U_{R8} / R8$. Изменяя в возможных пределах значения сопротивлений резисторов R10 и R11 заполним таблицу 4.

Таблица 4

$R_{10} + R_{11}, \text{ Ом}$	185	210	217	242	250	300	310	391
$U_{56}, \text{ В}$	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39
$U_{R8}, \text{ В}$	1.06	0.99	1.09	1.01	0.9	0.8	0.78	0.66
$I, \text{ мА}$	7,07	6,6	7,27	6,73	6	5,3	5,2	4,4

Используя данные таблице 4 построим график внешней характеристики.

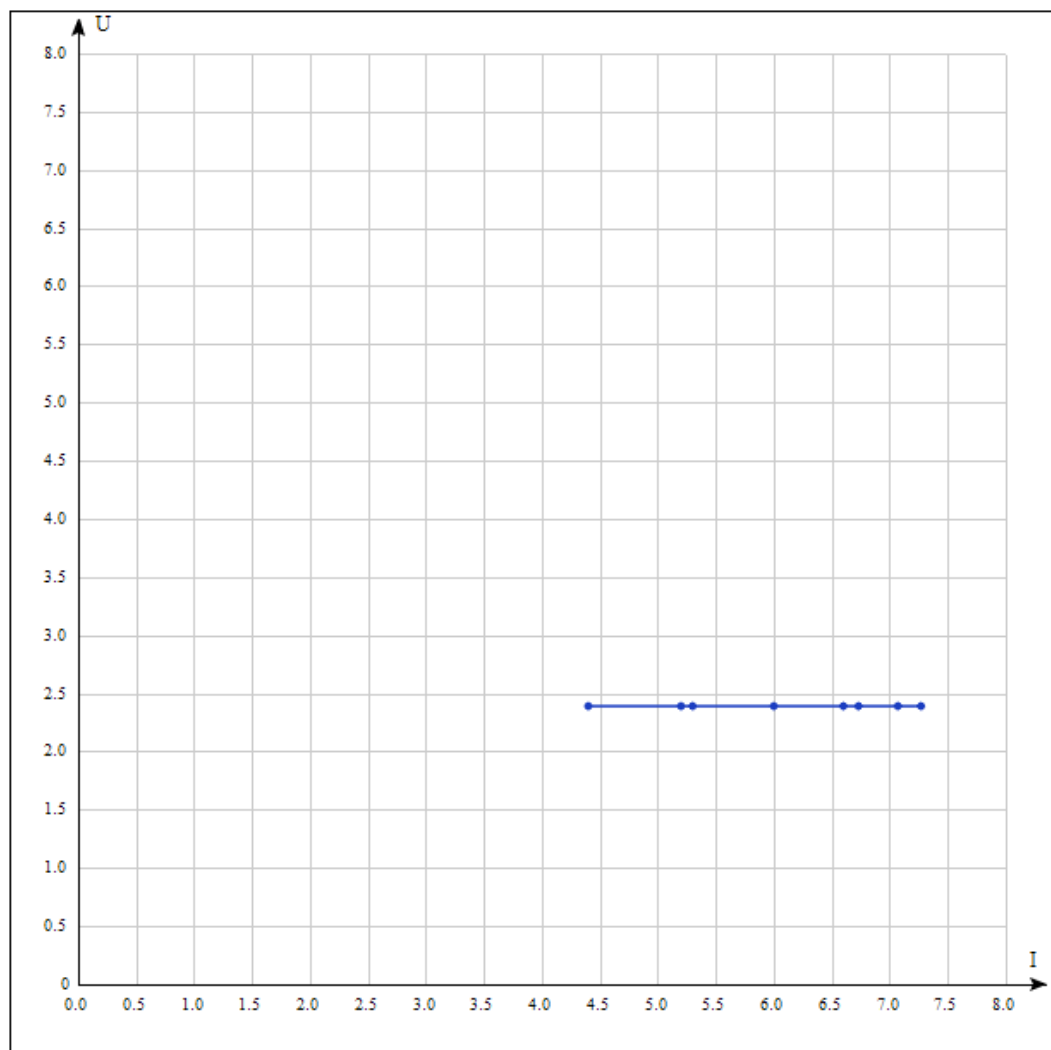


Рисунок - График внешней характеристики.

2.3 Рассчитываем внешнюю характеристику

Расчет произвести для тех же условий, что и в предыдущем пункте.

Точки внешней характеристики рассчитываются по следующим соотношениям:

$$U_{56} = E - I \cdot r_{вн}$$

$$I = E / (r_{вн} + R_8 + R_{I0} + R_{I1})$$

Таблица 5

$R_{I0} + R_{I1}, \text{ Ом}$	185	210	217	242	250	300	310	391
$U_{56}, \text{ В}$	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39
$I \cdot r_{вн}, \text{ В}$	0,72	0,676	0,66	0,62	0,61	0,54	0,53	0,45
$I, \text{ мА}$	7,2	6,76	6,6	6,2	6,1	5,4	5,3	4,5

Построим график расчетной внешней характеристики совместно с графиком экспериментальной характеристики.

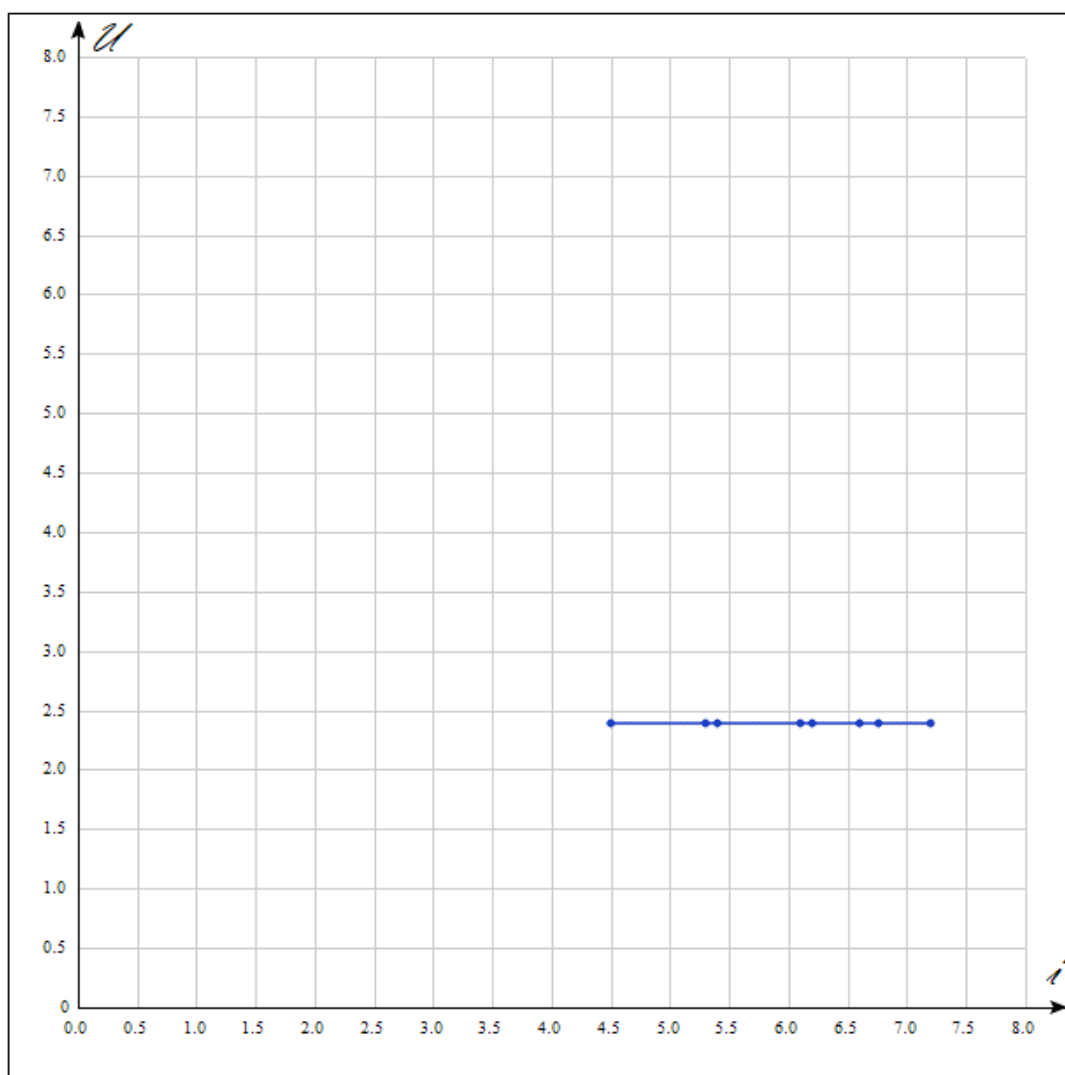


Рисунок – График расчетной внешней характеристики.

2.4 Проверим выполнение первого правила Кирхгофа для узла “2”

Для проведения проверки переключатель SA1 установим в положение “2” и выставим значения сопротивлений резисторов R_2 и R_4 в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Элементы	Вариант
	2
R_2 , Ом	200
R_3 , Ом	300
R_4 , Ом	425

Для проведения измерений будем использовать один вольтметр. Один шнур вольтметра подключим к гнезду “2”, а другой поочередно будем подключать к гнездам “1”, “3” и “4” для измерения токов в ветвях с резисторами R_2 , R_4 и R_5 соответственно (токи пересчитываются по закону Ома из измеренных напряжений на резисторах).

Таблица 7

Элемент	R2	R4	R5
Сопротивление, Ом	200	425	150
Напряжение, В	1.34	0.17	0.97
Ток в ветви, мА	-6,7	0,4	6,4
Алгебраическая сумма токов узла, мА ~ 0			

2.5 Проверим выполнение первого правила Кирхгофа для узла “3”

Измерения производятся аналогично тому, как это было сделано в предыдущем пункте.

Таблица 8

Элемент	R3	R4	R6
Сопротивление, Ом	300	425	150
Напряжение, В	1.51	0.17	0.8
Ток в ветви, мА	5,03	0,4	-5,3
Алгебраическая сумма токов узла, мА ~ 0			

2.6 Проверим выполнение второго правила Кирхгофа для замкнутого контура на резисторах R_2 , R_3 , R_4

Измерения напряжений на резисторах будем производить с помощью одного вольтметра. При измерениях напряжений будем выбирать направление обхода замкнутого контура (по часовой стрелке либо против часовой стрелки) и переносить последовательно с элемента на элемент оба шнура вольтметра.

Таблица 9

Элемент	R2	R3	R4
Сопротивление, Ом	200	300	425
Напряжение, В	1,34	1,51	0,17
Ток в ветви, мА	-6,7	5,03	0,4
Алгебраическая сумма токов узла, мА ~ 0			

2.7 Проверим выполнение второго правила Кирхгофа для замкнутого контура на резисторах $R7...R10$

Значения сопротивлений резисторов $R9$, $R10$ и $R11$

Таблица 10

Элементы	Вариант №2
$R9$, Ом	167
$R10$, Ом	231
$R11$, Ом	160

Для проведения измерений тумблер $S1$ переведем в включенное состояние, переключатель $SA1$ переведем в положение “1”. Измерение напряжений будем производить аналогично тому, как это выполнялось в пункте 3.6.

Таблица 11

2.8 Проверим возможность замены треугольника сопротивлений эквивалентной звездой

Выставим значения сопротивлений треугольника на элементах $R2$, $R3$, $R4$ согласно таблице 12.

Таблица 12

Элементы	Вариант
	2
$R2$, Ом	400
$R3$, Ом	300
$R4$, Ом	500

Рассчитаем сопротивления эквивалентной звезды на элементах $R9$, $R10$,

R11 по приводимым ниже формулам:

$$R9 = R2 \cdot R4 / (R2 + R3 + R4);$$

$$R10 = R3 \cdot R4 / (R2 + R3 + R4);$$

$$R11 = R2 \cdot R3 / (R2 + R3 + R4);$$

Установим рассчитанные значения сопротивлений резисторов R9, R10, R11 на макете.

Переключатель SA1 установим в положении “2” и определить токи через элементы R5 и R6, замерив напряжения на этих элементах и пересчитаем их в токи по закону Ома.

Переведем переключатель SA в положение «1» тумблер S1 во включенное состояние и определим токи через элементы R7 и R8.

Результаты измерений занесем в таблицу 13.

Таблица 13

Элемент	R5	R7	R6	R8
Сопротивление, Ом	150	150	150	150
Напряжение, В	0.97	0.8	0.8	0.97
Ток, мА	6,5	5,3	5,3	6,5

Схемы треугольника и звезды сопротивлений эквивалентны, если при замене одной фигуры на другую в оставшейся части цепи токи не изменятся. Если посмотреть на конфигурацию исследуемых здесь цепей, то с учетом равенства сопротивлений резисторов R5, R6, R7, R8 эквивалентность подтвердится, если будут равны токи через резисторы R5 и R7, а также через резисторы R6 и R8.

2.9 Проверим возможность замены звезды сопротивлений эквивалентным треугольником

Выставим значения сопротивлений звезды на резисторах R9, R10, R11 согласно таблице 14.

Таблица 1

Элементы	Вариант
	2
R9, Ом	133
R10, Ом	200
R11, Ом	160

Рассчитаем сопротивления эквивалентного треугольника на элементах R2, R3, R4 по приводимым ниже формулам:

$$R2 = R9 + R11 + R9 \cdot R11 / R10$$

$$R3 = R10 + R11 + R10 \cdot R11 / R9$$

$$R4 = R9 + R10 + R9 \cdot R10 / R11$$

Установим рассчитанные значения сопротивлений резисторов R2, R3, R4 на макете и произведем измерения, аналогичные проведенным в

пункте 3.8. Результаты измерений занесем в таблицу 15.

Таблица 15

Элемент	<i>R5</i>	<i>R7</i>	<i>R6</i>	<i>R8</i>
Сопротивление, Ом	150	150	150	150
Напряжение, В	0.65	0.65	0.5	0.5
Ток, мА	4,3	4,3	3,3	3,3

3.10 Сделать подробные выводы по результатам всех проведенных экспериментов

3. Заключение

В процессе выполнения лабораторной работы были изучены и проверены свойства реальных источников питания, основополагающие законов электротехники (первого и второго законов Кирхгофа), правила эквивалентного преобразования электрических схем.

Отчет был написан согласно ОС ТУСУР 2013.