

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

## Цепи постоянного тока

Цель работы: опытным путем проверить основные законы для цепи постоянного тока со смешанным соединением приемников электрической энергии.

### Основные теоретические положения

Важнейшим электрическим явлением является электрический ток – упорядоченное движение заряженных частиц (электронов). Для существования тока необходимо наличие электрической цепи.

Электрическая цепь – это замкнутый путь для тока, состоящий из источников электрической энергии, приемников электрической энергии, соединительных проводов, коммутационных устройств, измерительных приборов.

Источник преобразует в электрическую энергию любой другой вид энергии. Приемник – преобразует электрическую энергию в любой нужный потребителю вид энергии.

Для расчета неразветвленных электрических цепей применяется закон Ома.

Закон Ома для электрической цепи, содержащей источник ЭДС (рис. 1.1): ток прямо пропорционален ЭДС источника и обратно пропорционален суммарному сопротивлению всей цепи:

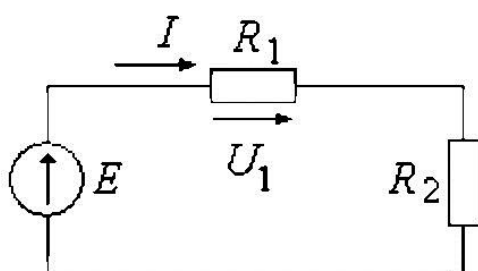


Рис. 1.1.

$$I = \frac{E}{(R_1 + R_2)}.$$

Закон Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U_1}{R_1}.$$

Ток, протекающий по сопротивлению  $R_1$ , пропорционален напряжению  $U_1$ , действующему на данном участке, и обратно пропорционален его сопротивлению.

Для расчета разветвленных цепей применяют два закона Кирхгофа, называемые также правилами Кирхгофа. Оба закона установлены на основании многочисленных опытов и являются следствием закона сохранения энергии.

В соответствии с первым законом Кирхгофа алгебраическая сумма токов в точке разветвления электрической цепи равна нулю (рис. 1.2):

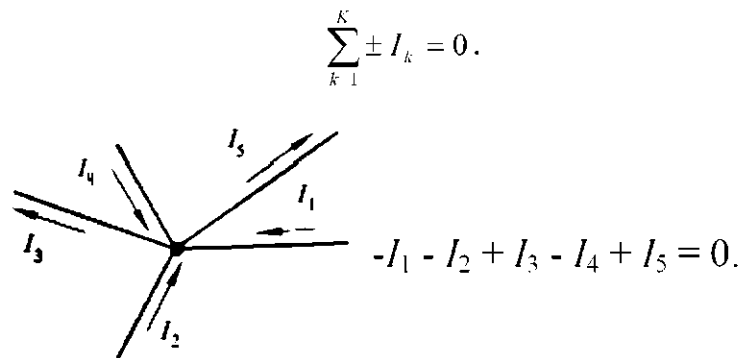


Рис. 1.2.

По второму закону Кирхгофа алгебраическая сумма ЭДС, действующих в замкнутом контуре равна алгебраической сумме напряжений и падений напряжения в этом контуре электрической цепи (рис. 1.3).

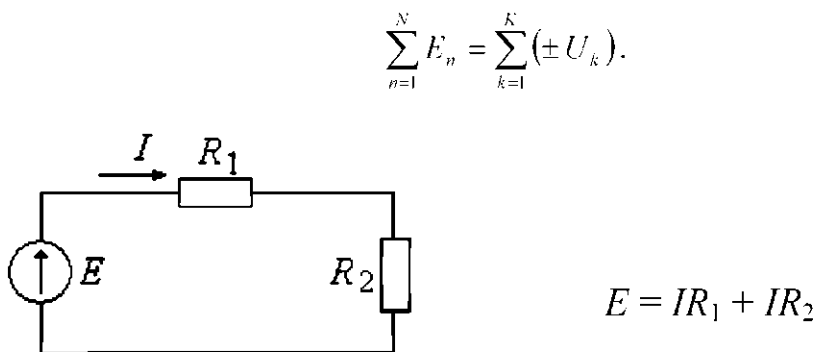
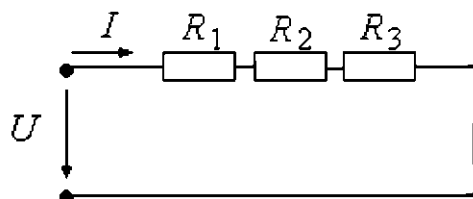


Рис. 1.3.

При составлении уравнений для расчета в соответствии с указанными законами необходимо учитывать, каким способом соединены элементы рассматриваемой электрической цепи.

При последовательном соединении по всем элементам электрической цепи протекает один и тот же ток (рис. 1.4).

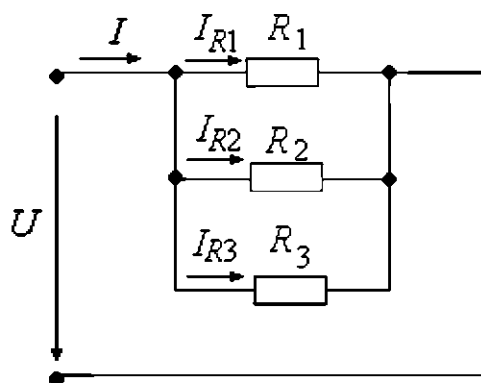


$$R_{\text{цети}} = R_1 + R_2 + R_3;$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{цети}}}.$$

Рис. 1.4.

Параллельным соединением элементов (ветвей) цепи называется такое, при котором все эти элементы находятся под одним и тем же напряжением (рис. 1.5).



$$R_{\text{цети}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}};$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{цети}}}.$$

Рис. 1.5.

При смешанном соединении потребителей электрической энергии, одна часть потребителей соединена параллельно, а другая – последовательно.

### **Методические указания по выполнению работы**

1. Собрать на рабочем поле экрана электрическую цепь постоянного тока (рис. 1.6) при разомкнутом ключе.

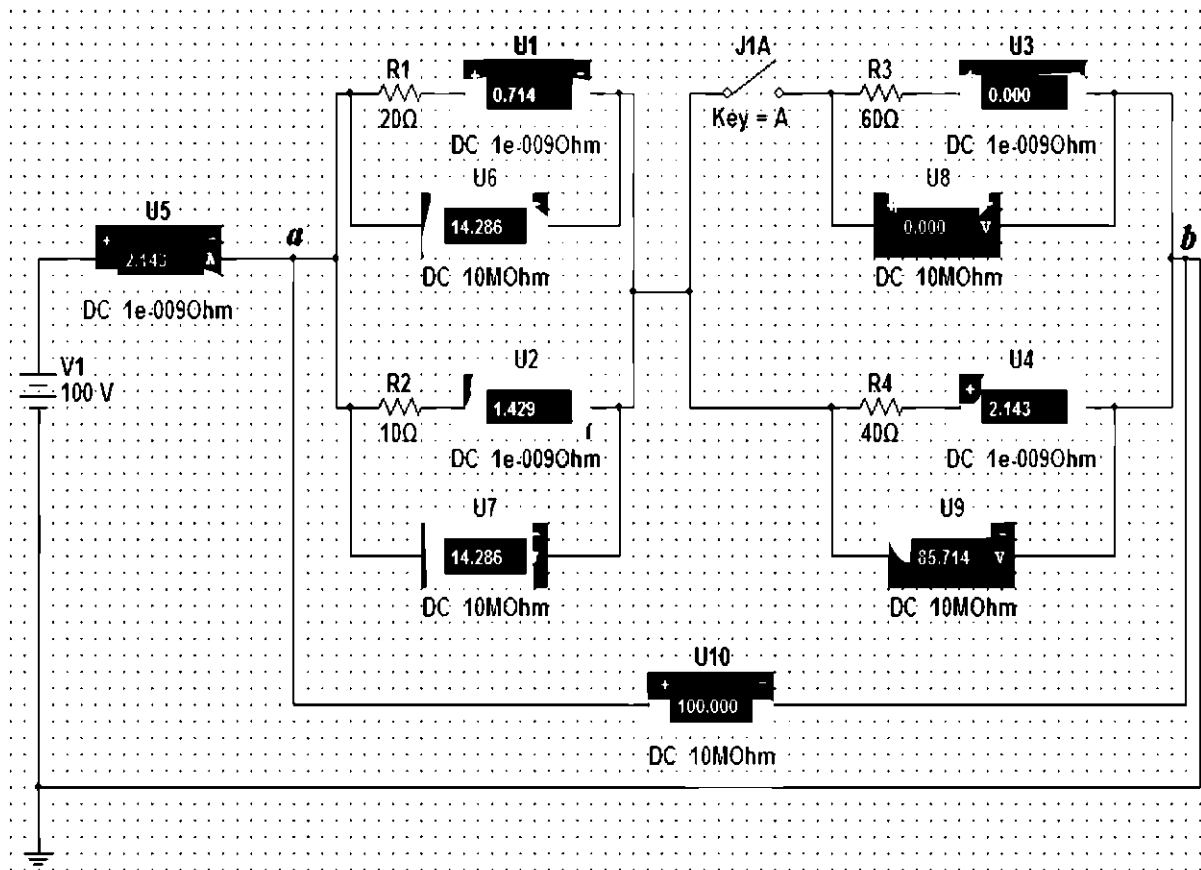


Рис. 1.6. Схема цепи

2. Задать параметры элементов цепи согласно варианту (табл. 1.1).

Табл. 1.1.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7
$J, A$	2	4	1	2	4	1	2
$E, B$	100	200	400	100	200	400	200
$R_1, \text{OM}$	20	10	50	20	40	20	40
$R_2, \text{OM}$	10	20	50	40	20	40	20
$R_3, \text{OM}$	60	40	20	60	40	60	40
$R_4, \text{OM}$	40	60	40	40	60	20	60

3. Записать в таблицу 1.2 показания приборов.

Табл. 1.2.

	Положение ключа	Параметры цепи	Показания приборов	Вычисленные значения
Схема с источником ЭДС	Ключ разомкнут	$U_{ab}, \text{В}$		
		$I, \text{А}$		
		$I_{R1}, \text{А}$		
		$U_{R1}, \text{В}$		
		$I_{R2}, \text{А}$		
		$U_{R2}, \text{В}$		
		$I_{R3}, \text{А}$		
		$U_{R3}, \text{В}$		
		$I_{R4}, \text{А}$		
	$U_{R4}, \text{В}$			
	Ключ замкнут	$U_{ab}, \text{В}$		
		$I, \text{А}$		
		$I_{R1}, \text{А}$		
		$U_{R1}, \text{В}$		
		$I_{R2}, \text{А}$		
		$U_{R2}, \text{В}$		
		$I_{R3}, \text{А}$		
		$U_{R3}, \text{В}$		
$I_{R4}, \text{А}$				
$U_{R4}, \text{В}$				

4. Рассчитать значения токов в ветвях схемы и напряжения на участках цепи и записать их значения в таблицу 1.2. Расчетные значения должны совпасть с показаниями приборов.

Расчет цепи выполнить, используя закон Ома:

4.1 Определить эквивалентное сопротивление цепи:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4.$$

4.2 Определить ток в неразветвленной части цепи  $I$ :

$$I = \frac{E}{R_{\text{ЭКВ}}}.$$

4.3 Определить напряжения  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$ . Напряжения  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$  равны, так как элементы  $R_1$  и  $R_2$  включены параллельно.

$$U_{R1} = U_{R2} = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

4.4 Определить напряжения  $U_{R3}$  и  $U_{R4}$ :

$U_{R3} = 0$ , так как в ветви с сопротивлением  $R_3$  обрыв.

$$U_{R4} = I R_4.$$

4.5 Определить токи в ветвях схемы:

$$I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R_1}; I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2};$$

$I_{R3} = 0$ , так как в ветви с сопротивлением  $R_3$  обрыв;

$$I_4 = \frac{U_{R4}}{R_4}.$$

4.6 Проверить выполнение законов Кирхгофа:

Первый закон Кирхгофа:  $I = I_{R1} + I_{R2} = I_{R4}$ ;

Второй закон Кирхгофа:  $E = U_{R1} + U_{R4} = U_{R2} + U_{R4}$ .

4.7 Записать уравнение баланса мощностей.

5. Замкнуть ключ, подключив в схему резистор  $R_3$ .

Записать в таблицу 2 показания приборов.

6. Рассчитать значения токов в ветвях схемы и напряжения на участках цепи и записать их значения в таблицу 2 при замкнутом ключе. Расчетные значения должны совпасть с показаниями приборов.

Расчет цепи выполнить, используя закон Ома:

6.1 Определить эквивалентное сопротивление цепи:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}.$$

6.2 Определить ток в неразветвленной части цепи  $I$ :

$$I = \frac{E}{R_{\text{ЭКВ}}}.$$

6.3 Определить напряжения  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$ . Напряжения  $U_{R1}$  и  $U_{R2}$  равны, так как элементы  $R_1$  и  $R_2$  включены параллельно.

$$U_{R1} = U_{R2} = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

6.4 Определить напряжения  $U_{R3}$  и  $U_{R4}$ . Напряжения  $U_{R3}$  и  $U_{R4}$  равны, так как элементы  $R_3$  и  $R_4$  включены параллельно.

$$U_{R3} = I R_3; U_{R4} = I R_4.$$

6.5 Определить токи в ветвях схемы:

$$I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R_1}; I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2}; I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_3}; I_4 = \frac{U_{R4}}{R_4}.$$

6.6 Проверить выполнение законов Кирхгофа:

Первый закон Кирхгофа:  $I = I_{R1} + I_{R2} = I_{R3} + I_{R4}$ ;

Второй закон Кирхгофа:  $E = U_{R1} + U_{R3} = U_{R2} + U_{R4}$ .

6.7 Записать уравнение баланса мощностей.

7. Заменить источник ЭДС на схеме источником тока (рис. 1.7).

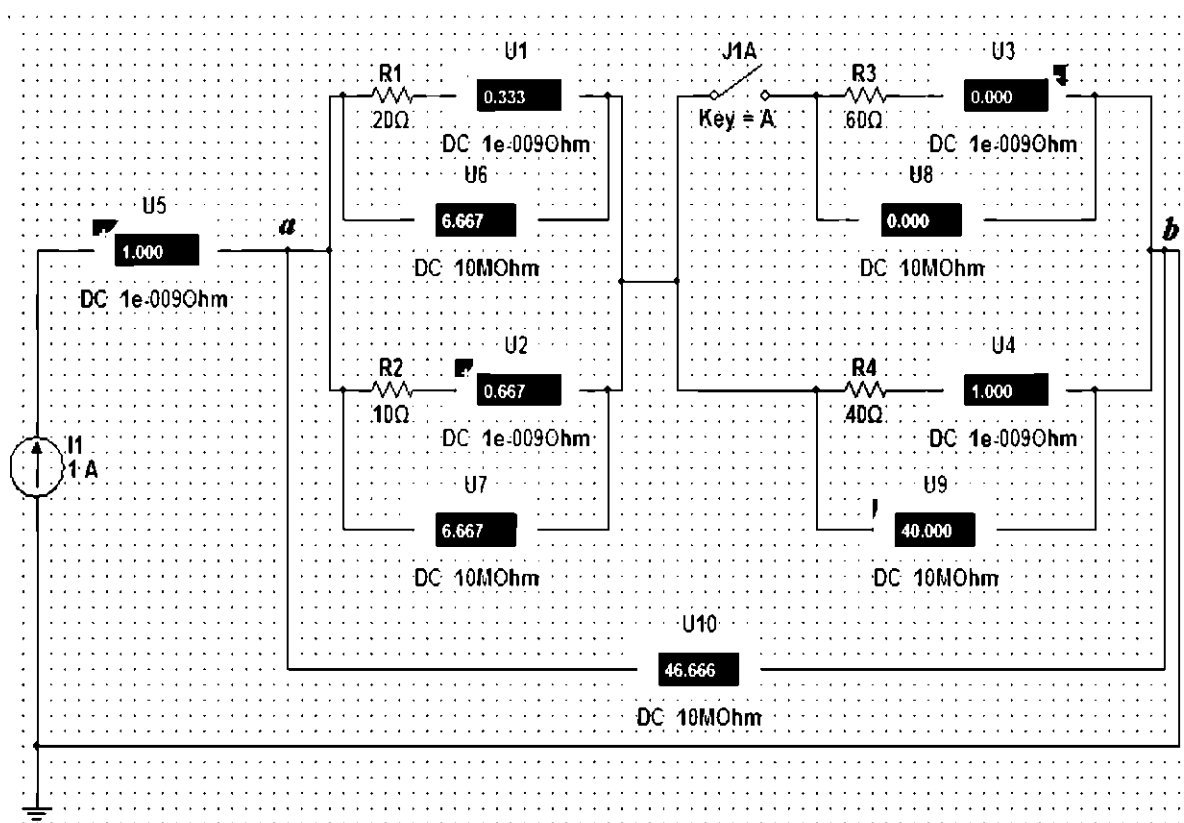


Рис. 1.7. Схема цепи

Снять показания приборов при разомкнутом и замкнутом ключе. Занести данные в таблицу 1.3. Рассчитать схему при разомкнутом и замкнутом ключе, используя закон Ома. Проверить выполнение законов Кирхгофа. Записать уравнение баланса мощностей.

Табл. 1.3.

	Положение ключа	Параметры цепи	Показания приборов	Вычисленные значения
Схема с источником тока	Ключ разомкнут	$U_{ab}, \text{В}$		
		$I, \text{А}$		
		$I_{R1}, \text{А}$		
		$U_{R1}, \text{В}$		
		$I_{R2}, \text{А}$		
		$U_{R2}, \text{В}$		
		$I_{R3}, \text{А}$		
		$U_{R3}, \text{В}$		
		$I_{R4}, \text{А}$		
	$U_{R4}, \text{В}$			
	Ключ замкнут	$U_{ab}, \text{В}$		
		$I, \text{А}$		
		$I_{R1}, \text{А}$		
		$U_{R1}, \text{В}$		
		$I_{R2}, \text{А}$		
		$U_{R2}, \text{В}$		
		$I_{R3}, \text{А}$		
		$U_{R3}, \text{В}$		
$I_{R4}, \text{А}$				
$U_{R4}, \text{В}$				

### Контрольные вопросы

1. Написать формулы для расчета сопротивления цепи постоянного тока при последовательном и параллельном соединении сопротивлений.
2. Сформулировать закон Ома для участка цепи и для замкнутого контура.
3. Сформулировать первый и второй законы Кирхгофа, объяснить правила знаков.
4. Дать определение источника ЭДС и источника тока.
5. Дать определение мощности электрической цепи. Сформулировать уравнение баланса мощностей.