Законы Кирхгофа

Задание. Внимательно ознакомиться с текстом документа, составьте краткий конспект, ответьте на вопросы тестов и выполните задания для самостоятельного решения.

Электрическая цепь может иметь сложную форму, содержать несколько источников и большое количество потребителей электрической энергии, соединенных различными способами.

Характерными элементами такой цепи являются ветвь, узел и контур.

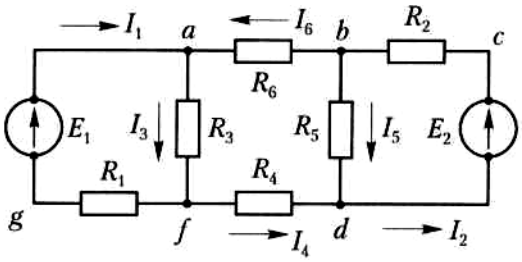
Ветвью электрической цепи называют участок, в котором ток в данный момент времени имеет одно и то же значение и изменяется одновременно и одинаково на всем протяжении участка. В частном случае ток может оставаться постоянным и одинаковым в пределах всего участка цепи, называемого ветвью.

Ветвь может содержать один или несколько последовательно соединенных источников ЭДС, может совсем не содержать источников ЭДС. Участки *agf, af, ab* и т.д. являются ветвями цепи, изображенной на рис. 1.7.

Точка электрической схемы, представляющая собой место соединения трёх или большего числа ветвей, называется *узлом.* В цепи, изображенной на рис. 1.7, четыре такие точки: *a, b, d, /.*

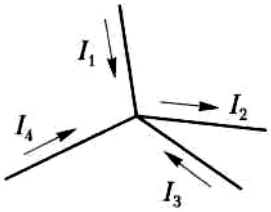
Замкнутая фигура, образованная ветвями электрической цепи, называется *контуром.* В рассматриваемой цепи можно выделить шесть контуров: *afga, abdfa, bcdb, abdfga, abcdfa, abcdfga.*

Первый закон Кирхгофа устанавливает, что алгебраическая сумма токов в узле равна нулю:



$\Sigma I = 0.$

Первый закон Кирхгофа непосредственно следует из того факта, что ни в одном узле схемы не (происходит накапливания электрических зарядов, т.е. количество зарядов, притекающих к узлу в единицу времени, равно количеству зарядов, утекающих от узла.



На рис. изображен узел некоторой сложной цепи. Условимся токи, приходящие к узлу, считать положительными, а токи, уходящие от узла, — отрицательными. Тогда в соответствии с (1.15) можно написать уравнение

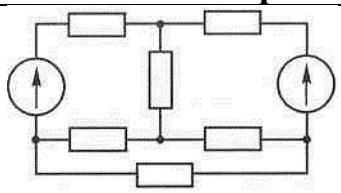
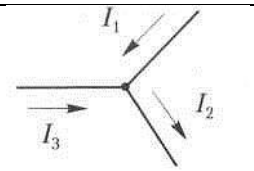
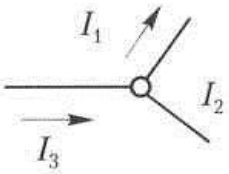
$$I_1 + (-I_2) + I_3 + I_4 = 0.$$

Если токи, имеющие знак минус, перенести в правую часть уравнения, то получим

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2$$

Последнее равенство позволяет дать первому закону Кирхгофа несколько иную формулировку: сумма токов, приходящих к узлу равна сумме токов, уходящих от узла.

Сложная электрическая цепь, основные определения. Первый закон Кирхгофа

 Сколько в этой электрической цепи: а) узлов; б) ветвей?	а) 3; б) 7
	а) 4; б) 6
	а) 4; б) 5
	а) 4; б) 4
Сколько контуров в цепи, изображенной выше?	7
	3
	5
	6
$I_1 = -5$ А $I_2 = 2$ А Найдите I_3 	7 А
	3 А
	–3 А
	–7 А
$I_3 = 10$ А $I_1 = 5$ А Определите действительное направление тока I, (направление движения положительных зарядов). 	От узла
	К узлу
	Задача не определена
Приборы показывают, что к узлу притекают токи 3 А и 8 А, а утекают токи 5 А и 7 А. Сколько ветвей сходится в узле?	3
	4
	5
	Не менее пяти

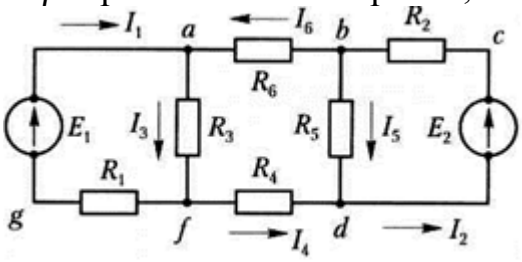
Второй закон Кирхгофа можно сформулировать следующим образом: в любом контуре электрической цепи алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжения на сопротивлениях, входящих в контур:

$$\Sigma E = \Sigma IR$$

Отсюда следует также, что падение напряжения на каком-либо участке контура равно сумме падений напряжения на сопротивлениях, входящих в этот участок.

При записи уравнения $\Sigma E = \Sigma IR$ необходимо произвольно выбрать направление обхода контура; токи и ЭДС, направление которых совпадает с выбранным направлением обхода, считать положительными, а токи и ЭДС, направление которых противоположно направлению обхода контура, считать отрицательными.

Например, обходя контур *abdfa* против часовой стрелки, запишем:

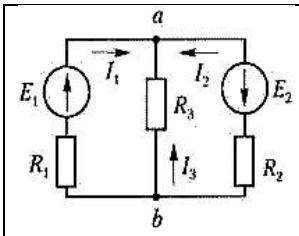
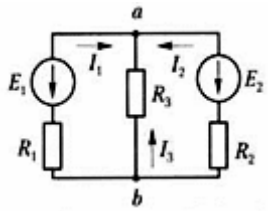
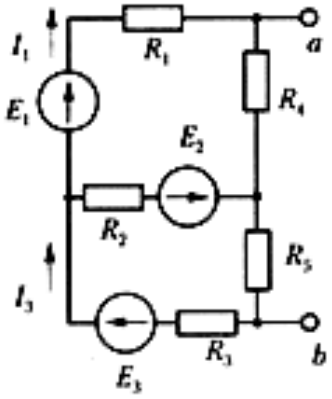


$$0 = I_3R_3 + I_4R_4 - I_5R_5 + I_6R_6,$$

обходя контур *bcdb* по часовой стрелке, запишем $-E = -I_2R_2 - I_5R_5$ и т.д. для всех контуров.

Второй закон Кирхгофа выражает тот факт, что в потенциальном поле работа сил поля, совершаемая при обходе зарядом замкнутого контура, равна нулю.

Второй закон Кирхгофа

 Какие из величин I_1, I_2, I_3, E_1, E_2 войдут в уравнения второго закона Кирхгофа со знаком минус?	E_1, I_1
	E_2, I_2
	I_3
	Это зависит от выбора направления обхода контуров электрической цепи
В какой строке уравнения второго закона Кирхгофа для изображенной выше цепи записаны правильно?	$E_1 = I_1R_1$; $E_2 = -I_2R_2 + I_3R_3$
	$-E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$; $E_2 = I_3R_3 - I_2R_2$
	$-E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$; $E_2 = -I_2R_2$
E_1 = 110 В; R_1 = 1 Ом; I_1 = 10 А. Найдите напряжение между точками *ab* изображенной выше цепи.	120 В
	110 В
	100 В
	Задача не определена, т.к. неизвестны R_3, I_3
E_2 = 24 В; R_2 = 1 Ом; I_2 = 6 А. Определите U_{ba} 	18 В
	24 В
	30 В
	Для решения задачи недостаточно данных
I_1 = 5 А. I_3 = 10 А. R_4 = 2 Ом; R_5 = 3 Ом; Определите U_{ba} 	20 В
	40 В
	–40 В
	Для решения задачи недостаточно данных

1. Сколько узлов, ветвей и контуров имеет электрическая цепь, изображенная на рис. 12?

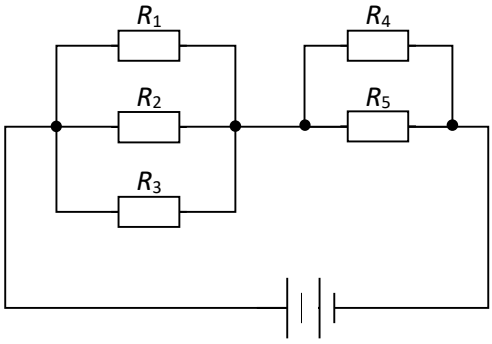


Рис. 1

2. Напишите уравнение согласно первому закону Кирхгофа для узла, изображенного на рис. 2.

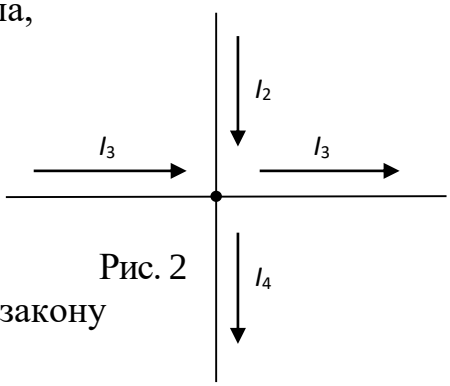


Рис. 2

3. Нарисуйте электрический узел, для которого согласно первому закону Кирхгофа составлено следующее уравнение:
$I_1 + I_2 – I_3 + I_4 – I_5 – I_6 = 0$.

4. Напишите уравнения согласно второму закону Кирхгофа для контуров *а-б-д-е* и *б-в-г-д,* изображенных на рис. 3.

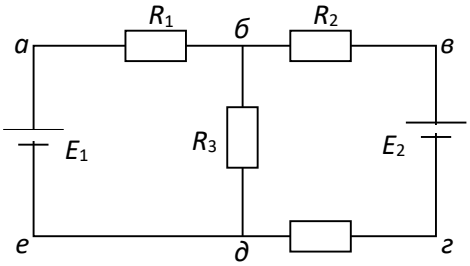


Рис. 3

5. Определите ток в цепи, изображенной на рис. 15, если ЭДС генератора E_1 = 36 В, его внутреннее сопротивление r_1 = 0,5 Ом, ЭДС батареи E_2 = 30 В, его внутреннее сопротивление r_2 = 0,2 Ом, сопротивление потребителя R_1 = 1,5 Ом.

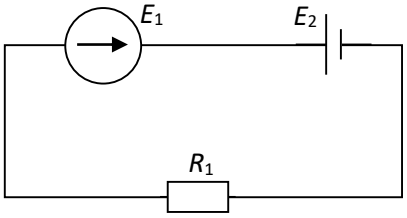


Рис. 5

6. В электрической цепи, схема которой приведена на рис. 16, резисторы имеют сопротивления R_1 = 2 Ом, R_2 = 6 Ом, R_3 = 18 Ом, R_4 = 10 Ом, R_5 = 3 Ом, R_6 = 9 Ом, R_7 = 27 Ом. Определите общий ток в цепи и напряжение на резисторе R_4, если к зажимам подведено напряжение 24 В.

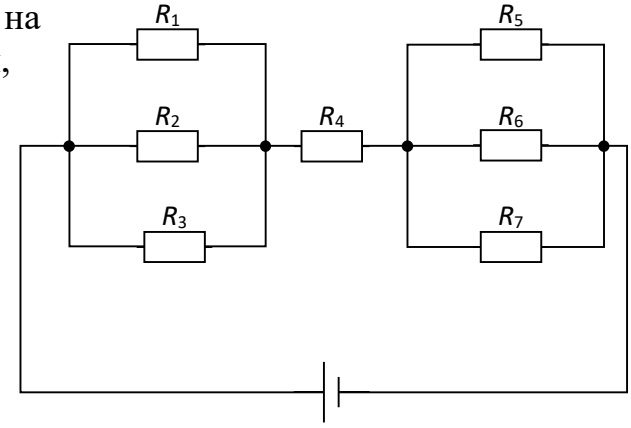


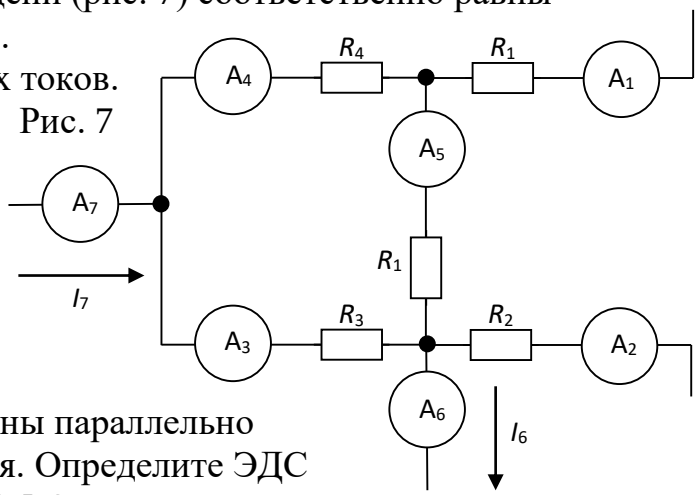
Рис. 6

7. Напряжение сети составляет 12 В, общий ток, потребляемый четырьмя параллельно включёнными одинаковыми лампами, равен 6 А. Определите сопротивление каждой лампы.

8. Имеется разветвление, состоящее из четырёх параллельно включенных резисторов сопротивлениями 10, 5, 3 и 8 Ом. Ток, протекающий к точке разветвления, равен 20 А. Определите ток, протекающий по каждой ветви.

9. Показания амперметров A_7, A_1 и A_6в сложной цепи (рис. 7) соответственно равны 10, 8 и 1 А, показание амперметра A_5 равно нулю. Определите значения и направления неизвестных токов.

Рис. 7



10. Напряжение генератора 110 В. В сеть включены параллельно тридцать ламп сопротивлением по 200 Ом каждая. Определите ЭДС генератора, если его внутреннее сопротивление 0,5 Ом.

Частоедов Л.А. Электротехника: Учебное пособие. — М.: ФГБОУ ДПО «Учебно – методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. — 402 с.

Задание должно быть выполнено до 29.11 и выслано на электронную почту yana.makshanowa@yandex.ru

Яна Макшанова приглашает вас на запланированную конференцию: Zoom.
Тема: Конференция. Организатор Макшанова Яна Евгеньевна
Время: Это регулярная конференция Начать в любое время
Подключиться к конференции Zoom
https://us04web.zoom.us/j/4306900057?pwd=Y1FBWkRwTzBiTmx4blhMMFNPQmV4Zz09
Идентификатор конференции: 430 690 0057
Код доступа: 1111111