

Последовательное, параллельное, смешанное соединение. Эквивалентное сопротивление цепи.

Задание. Внимательно ознакомиться с текстом документа, составьте краткий конспект, решите задачу для самостоятельного решения, согласно своего варианта.

СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

Решение задач

Различают два основных вида соединения проводников в электрической цепи: *последовательное и параллельное*.

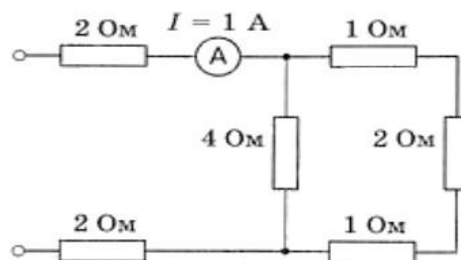
На практике часто применяется *смешанное соединение проводников*.

Смешанное соединение проводников – такое соединение, при котором часть проводников включается последовательно, а часть параллельно.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Прочитать условие задачи. Начертить схему электрической цепи. Пронумеровать проводники. Записать краткое условие.
2. Проанализировать схему. Найти участки, где используется только последовательное или только параллельное соединение. Вычислить сопротивление этих участков.
3. Определить тип соединения участков между собой. Вычислить общее сопротивление всей цепи.
4. Проанализировать, как распределяются токи и напряжения в цепи. Применяя **законы последовательного или параллельного соединений** и **закон Ома**, найти распределение токов и напряжений.

Пример. Определить значение тока и напряжения на каждом резисторе, полное сопротивление, полную силу тока и полное напряжение участка.



Дано:

$$R_1 = R_3 = R_6 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_4 = 1 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 4 \text{ Ом}; I = 1 \text{ А}.$$

Найти:

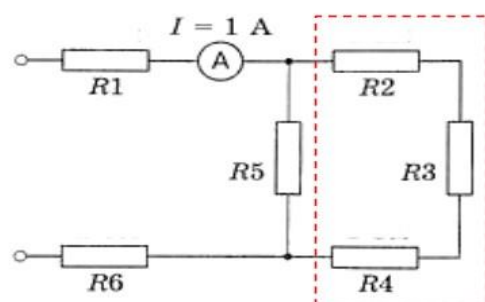
$$I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6 - ?$$

$$U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6 - ?$$

$$I_{\text{общ}}, U_{\text{общ}}, R_{\text{общ}} - ?$$

Решение:

1) Пронумеруем проводники



Решение:

- 2) По схеме R_2, R_3 и R_4 – последовательное соединение

$$R_{234} = R_2 + R_3 + R_4$$

- 3) R_2, R_3 и R_4 – заменим одним проводником R_{234}

- 4) R_{234} и R_5 – параллельное соединение

$$\frac{1}{R_{2345}} = \frac{1}{R_{234}} + \frac{1}{R_5}$$

- 5) R_{234} и R_5 – заменим одним проводником R_{2345}

- 6) R_1, R_{2345} и R_6 – последовательное соединение

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_{2345} + R_6$$

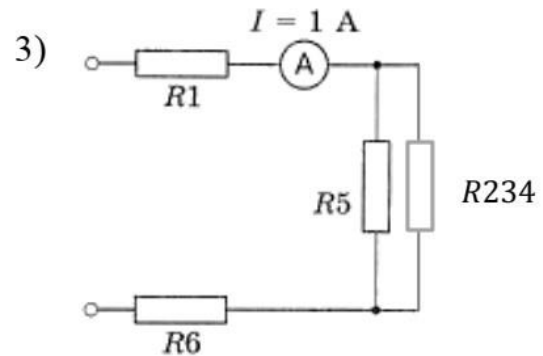
- 7) При последовательном соединении:

$$I_1 = I_{2345} = I_6 = I_{\text{общ}} = I$$

Вычисление:

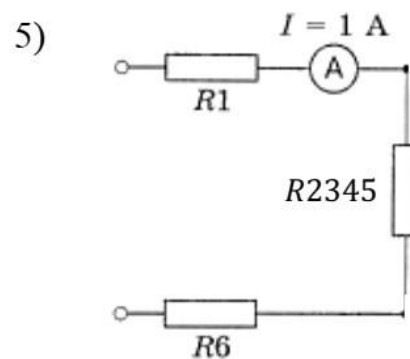
$$2) R_{234} = 1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}$$

$$R_{234} = 4 \text{ Ом}$$



$$4) \frac{1}{R_{2345}} = \frac{1}{40 \text{ Ом}} + \frac{1}{40 \text{ Ом}} = \frac{2}{40 \text{ Ом}}$$

$$\frac{1}{R_{2345}} = \frac{1}{20 \text{ Ом}} \Rightarrow R_{2345} = 20 \text{ Ом}$$



$$6) R_{\text{общ}} = 20 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}} = 60 \text{ Ом}$$

$$7) I_1 = 1 \text{ А};$$

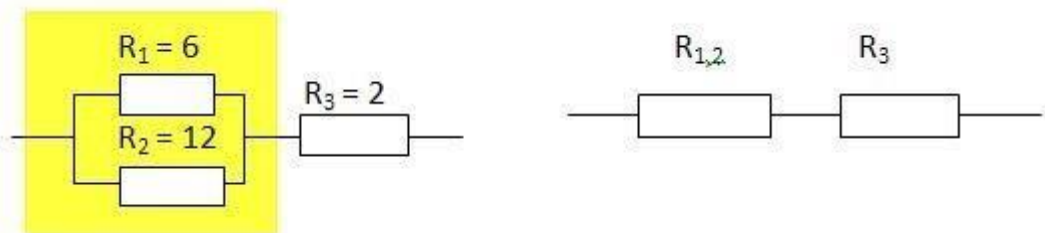
$$I_6 = 1 \text{ А};$$

$$I_{2345} = 1 \text{ А};$$

$$I_{\text{общ}} = 1 \text{ А}.$$

При решении задач на смешанное соединение проводников обычно составляют так называемые эквивалентные схемы, выделяя участки с последовательным и параллельным соединением.

Пример 1.



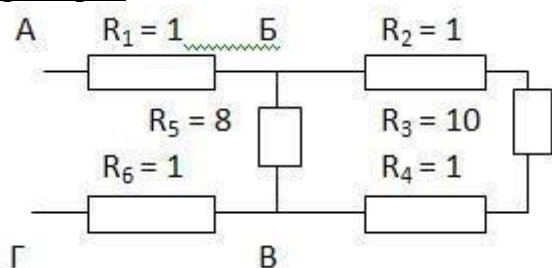
Сопротивление $R_{1,2}$ заменило выделенный участок цепи, в котором два проводника соединены параллельно.

Тогда мы можем найти сопротивление этого участка с параллельным соединением проводников:

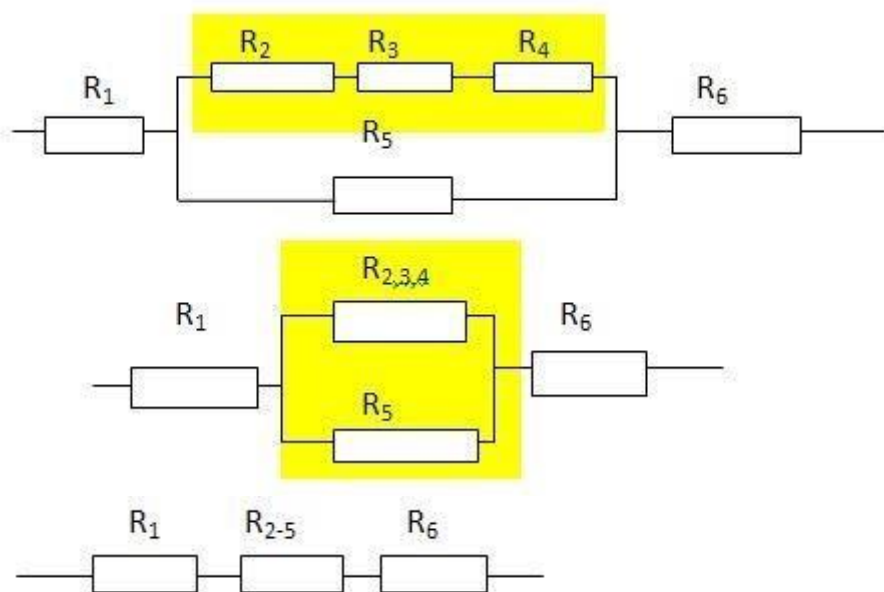
$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 4$$

А теперь видно, что проводники $R_{1,2}$ и R_3 соединены последовательно. Общее сопротивление равно $R = R_{1,2} + R_3 = 4 + 2 = 6$.

Пример 2.



В данном случае нужно развернуть схему, двигаясь от точки к точке. Видно, что в точке Б схема разветвляется, а в точке В ветви соединяются. Таким образом, эквивалентные схемы будут иметь вид:



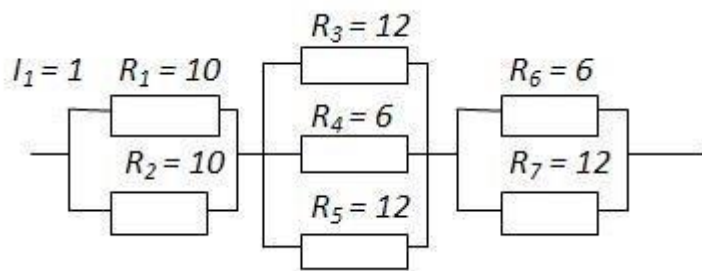
R_2 , R_3 и R_4 соединены последовательно. Поэтому $R_{2,3,4} = R_2 + R_3 + R_4 = 1 + 10 + 1 = 12$

$R_{2,3,4}$ и R_5 соединены параллельно. Поэтому

$$R_{2-5} = \frac{R_{2,3,4} R_5}{R_{2,3,4} + R_5} = \frac{12 \cdot 8}{12 + 8} = 4,8$$

И в последней схеме проводники соединены последовательно. $R = R_{2-5} + R_1 + R_6 = 1 + 4,8 + 1 = 6,8$.

Пример 3. Найти распределение токов и напряжений в цепи.



Решение.

Так как известны сила тока и сопротивление на первом участке, то можно найти напряжение на нем: $U_1 = I_1 R_1 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ В}$. Первый и второй проводники соединены параллельно. Значит, напряжение на них одинаково, т.е. $U_1 = U_2 = 10 \text{ В}$. Так как первый и второй проводники имеют одинаковое сопротивление, то сила тока на них одинакова: $I_2 = 1 \text{ А}$. При параллельном соединении $I_{1,2} = I_1 + I_2 = 2 \text{ А}$.

Участки 1-2, 3-4-5 и 6-7 соединены последовательно между собой, значит $I_{3,4,5} = I_{6,7} = I_{1,2} = 2 \text{ А}$.

Найдем общее сопротивление участка 3-4-5:

$$\frac{1}{R_{3,4,5}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$R_{3,4,5} = 3 \text{ Ом}$. Тогда можно найти напряжение на 3-4-5, при параллельном соединении оно одинаково на всех участках. $U_{3,4,5} = I_{3,4,5} \cdot R_{3,4,5} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ В}$.

$U_3 = U_4 = U_5 = 6 \text{ В}$. Зная напряжение на каждом из участков и сопротивление, можно найти силу тока на каждом участке.

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ А}; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{6}{6} = 1 \text{ А}; I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ А}.$$

Аналогично находим силу тока и напряжения на участке 6-7:

$$\frac{1}{R_{6,7}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}; R_{6,7} = 4 \text{ Ом}.$$

$$U_{6,7} = I_{6,7} \cdot R_{6,7} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ В}; U_6 = U_7 = U_{6,7} = 8 \text{ В}.$$

$$I_6 = \frac{U_6}{R_6} = \frac{8}{6} \approx 1,3 \text{ А}; I_7 = \frac{U_7}{R_7} = \frac{8}{12} \approx 0,67 \text{ А}.$$

Задачи для самостоятельного решения

Вариант	Номер схемы	Задаваемые величины	Действие с резисторами		Изменение какой величины необходимо рассмотреть
			Замыкается накоротко	выключается из схемы	
1	3	$I_{4,5} = 6A$	-	R_2	I_2
2	4	$U_{ab} = 30B$	-	R_6	U_1
3	5	$U_{ab} = 60B$	-	R_2	I_1
4	6	$I_{1,2} = 3,6A$	-	R_6	I_4
5	7	$I_1 = 8A$	-	R_2	I_2
6	3	$U_2 = 100B$	R_6	-	U_1
7	4	$I_1 = 1,08A$	R_4	-	I_5
8	5	$I_2 = 6A$	R_1	-	I_2
9	6	$U_5 = 21,6B$	R_1	-	U_2
10	7	$U_6 = 48B$	R_1	-	I_6
11	3	$I_2 = 10A$	-	R_4	I_3
12	4	$U_1 = 10,8B$	-	R_1	I_3
13	5	$U_1 = 36B$	-	R_1	U_2
14	6	$I_1 = 10,8A$	-	R_5	U_4
15	7	$I_1 = 3,2A$	-	R_2	U_6
16	3	$U_1 = 40B$	R_5	-	$I_{4,5}$
17	4	$I_2 = 0,72A$	R_5	-	I_4
18	5	$I_{3,4} = 2,16A$	R_2	-	I_1
19	6	$U_6 = 108B$	R_4	-	I_1
20	7	$U_1 = 32B$	R_2	-	I_3
21	3	$U_{ab} = 100B$	-	R_2	I_1
22	4	$I_1 = 1,8A$	-	R_2	U_4
23	5	$U_5 = 14,4B$	-	R_2	I_2
24	6	$I_5 = 7,2A$	-	R_2	I_6
25	7	$U_{ab} = 80B$	-	R_4	U_2
26	3	$U_{ab} = 200B$	R_1	-	U_6

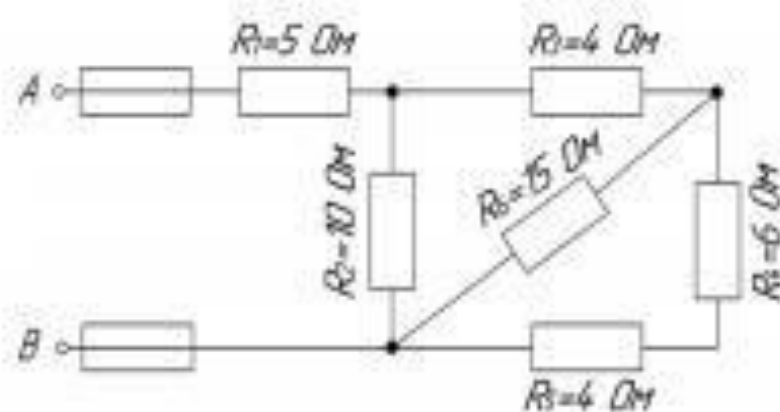


Рисунок 3 – Электрическая схема

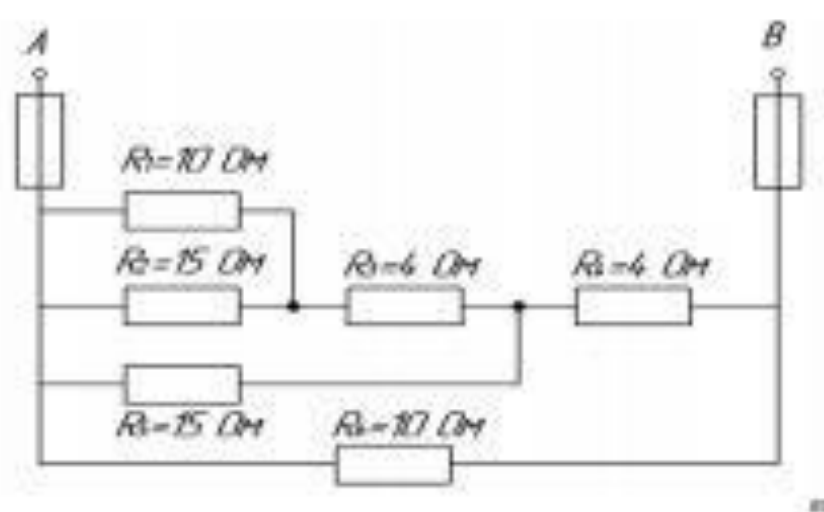


Рисунок 4 – Электрическая схема

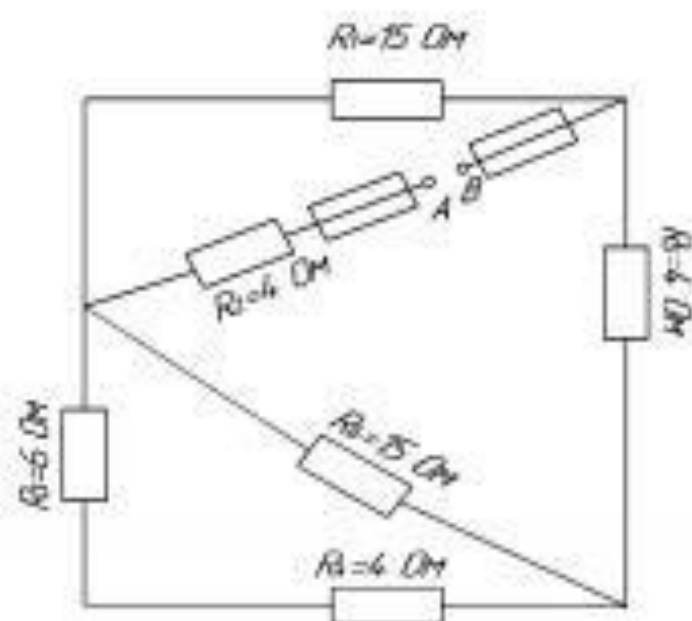


Рисунок 5 – Электрическая схема

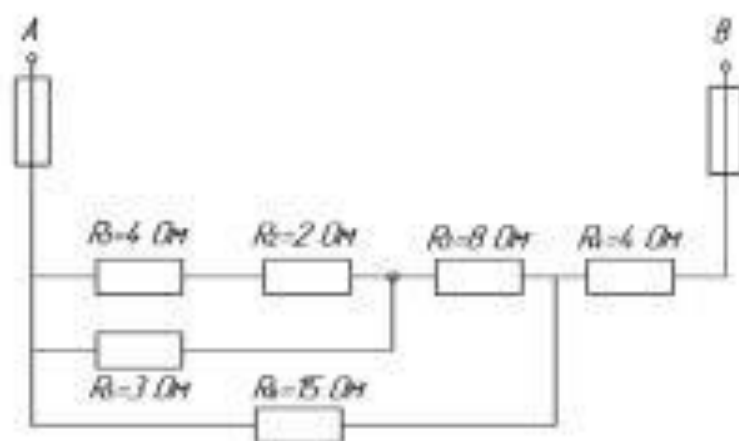


Рисунок 6 – Электрическая схема

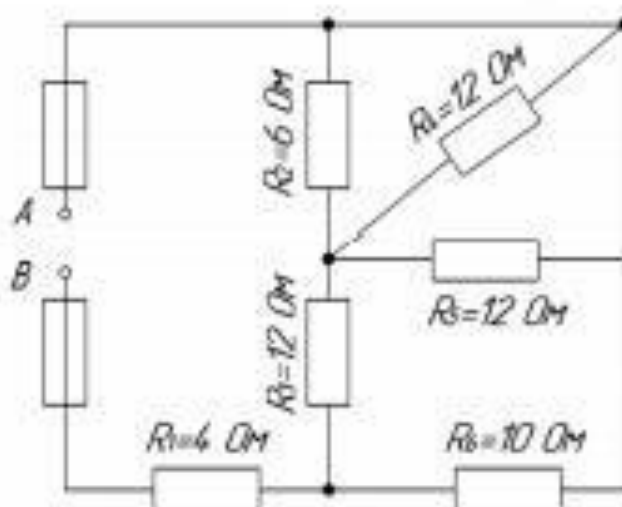


Рисунок 7 – Электрическая схема

Цепь постоянного тока содержит шесть резисторов, соединенных смешанно. Схема цепи и значения резисторов указаны на соответствующем рисунке. Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в таблице 1. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит этот ток или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор R_5 проходит ток I_5 и на нем действует напряжение U_5 .

1. Используя данные приведенные в таблице 1, согласно своему варианту начертите электрическую схему и запишите исходные данные.
2. Рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи относительно вводов AB .
3. Определите следующие величины, если они не заданы: напряжение U , приложенное к цепи и силу тока I в цепи.
4. Рассчитайте силу тока и напряжение на каждом резисторе.
5. Расход электрической энергии цепью за 10 ч.

6. С помощью логических рассуждений поясните характер изменения электрической величины, заданной в таблице 1 (увеличится, уменьшится, не изменится), если один из резисторов накоротко замкнуть, либо выключить из схемы (№ резистора и характер действия с ним указаны в таблице исходных данных). В случае возникновения трудностей логического пояснения следует выполнить расчёт указанного значения в измененной схеме и на основании сравнительного анализа дать ответ на поставленный вопрос.

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 21.12 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