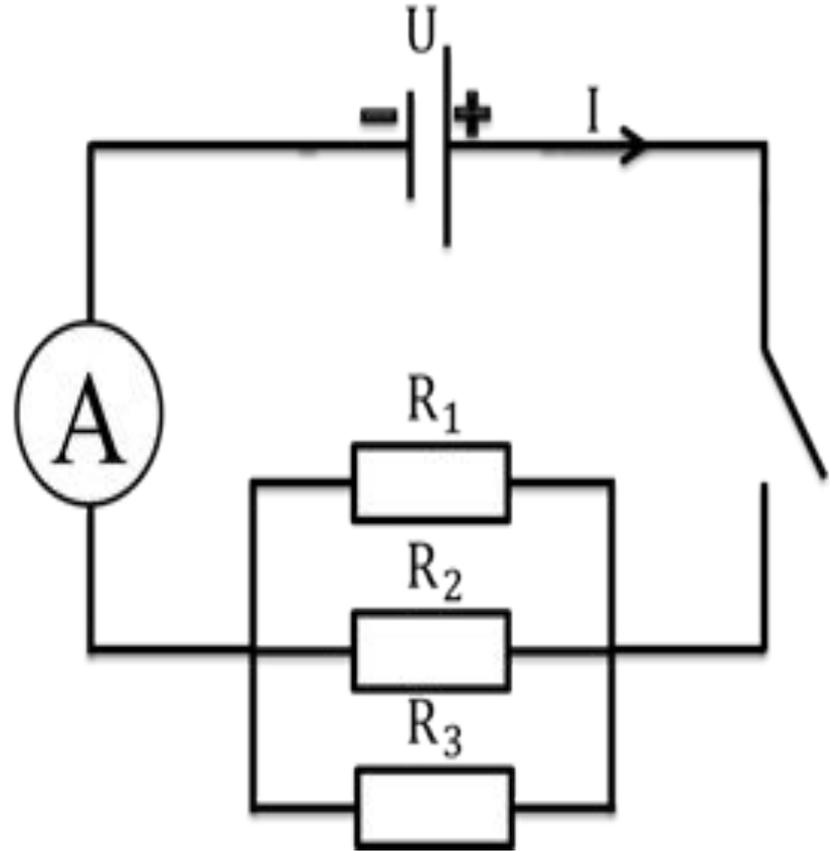


Электрические цепи

Пример электрической цепи:

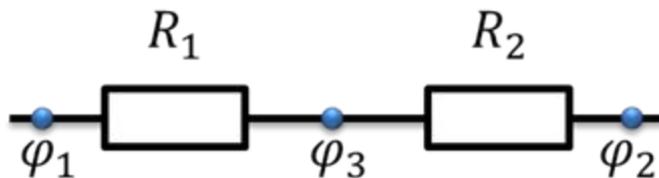


Электрические цепи составляют для осуществления передачи энергии от источника тока к различным потребителям. Для соединения источника и потребителей нужны соединительные провода. Часто в цепях используются выключатели, чтобы иметь возможность размыкать и замыкать цепь, могут быть включены приборы, контролирующие силу тока, реостаты, измерительные приборы (например, амперметр).



Пример самой простой электрической цепи — это лампочка, подключенная к источнику тока. С помощью выключателя можно размыкать и замыкать цепь, выключая или включая лампочку.

Последовательное соединение проводников — это такое соединение, в котором нет разветвлений. Конец одного проводника присоединяется к началу другого. На рисунке показан участок цепи, состоящий из двух последовательно подключенных проводников.



Сила тока в обоих проводниках одинакова, через них проходит одинаковый заряд с одинаковой скоростью (то есть заряд не накапливается в точк
 $I = I_1 = I_2$ ения):

Рассмотрим три точки: две точки на концах рассматриваемого участка и третья точка между проводниками. Поскольку линии напряженности направлены в сторону убывания потенциала, то третья точка не может иметь самый низкий потенциал. Разность потенциалов между точками на концах рассматриваемого участка будет складываться из разностей потенциалов между точками на концах проводника и точкой между ними. **Суммарное**

напряжение на концах рассматриваемого участка равно сумме напряжений на обоих проводниках: $U = U_1 + U_2$ **цепи**

~~Применим закон Ома для участка цепи~~

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2}$$

Сопротивление рассматриваемого участка

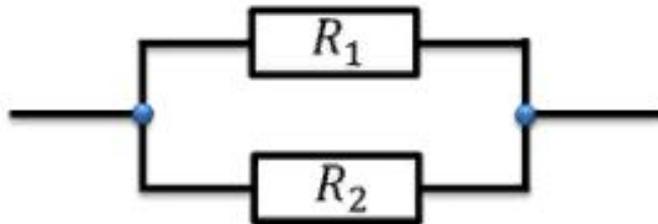
складывается из сопротивлений с проводников: $R = R_1 + R_2$

Данные правила применимы для любого числа последовательно соединенных элементов цепи. При последовательном подключении на участке цепи верны следующие утверждения:

- Сила тока на всем участке цепи одинакова.
- Общее напряжение на концах участка цепи равно сумме напряжений на всех элементах данного участка цепи.
- Общее сопротивление участка цепи равно сумме сопротивлений всех элементов данного участка цепи.

Параллельное соединение — это соединение с

разветвлениями. Пример представлен на рисунке.



инения

При таком подключении цепь может разветвляться в точках, которые называются узлами. По ответвлениям может течь разный ток. Поскольку в узлах заряды не накапливаются, сумма токов в обоих проводниках должна быть равна току, в узле:

$$I = I_1 + I_2$$

Напряжение на концах обоих проводников будет одинаковым: $U = U_1 = U_2$

Оба проводника подключены к одним и тем же точкам, между которыми может существовать одно единственное напряжение. По закону Ома для участка цепи выразим общее сопротивление участка через сопротивление каждого из пр

$$\frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \frac{I_1}{U_1} + \frac{I_2}{U_2}$$

Отношение силы тока к напряжению — это величина, обратная сопротивлению

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Получим формулу, по которой вычисляется общее сопротивление участка из двух параллельно подключенных проводников:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

При параллельном подключении общее сопротивление участка не больше каждого из сопротивлений проводников на этом участке.

Данные правила применимы для любого числа параллельно соединенных элементов участка цепи. При параллельном подключении на участке цепи верны следующие утверждения:

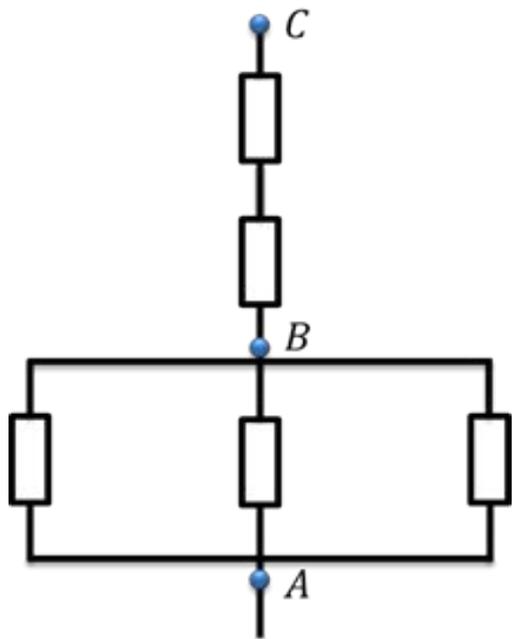
- Сила тока в неразветвленной части участка равна сумме токов во всех ответвлениях параллельно подключенных элементов на этом участке.
- Напряжения на всех элементах данного участка цепи одинаковы и равны напряжению на концах этого участка.
- Общее сопротивление участка цепи не больше сопротивления любого из элементов этого участка, подключенного параллельно.

В бытовых цепях чаще всего используется параллельное подключение к сети. Это позволяет включать и выключать в цепь различные приборы, не влияя на работу других приборов. Мы легко можем выключить из сети микроволновую печь после окончания использования, но это никак не повлияет на работу стиральной машины, чайника или освещения. В сети, к которой подключаются дома, поддерживается постоянное напряжение (220 вольт). Именно на это напряжение и рассчитывают производители бытовой техники.

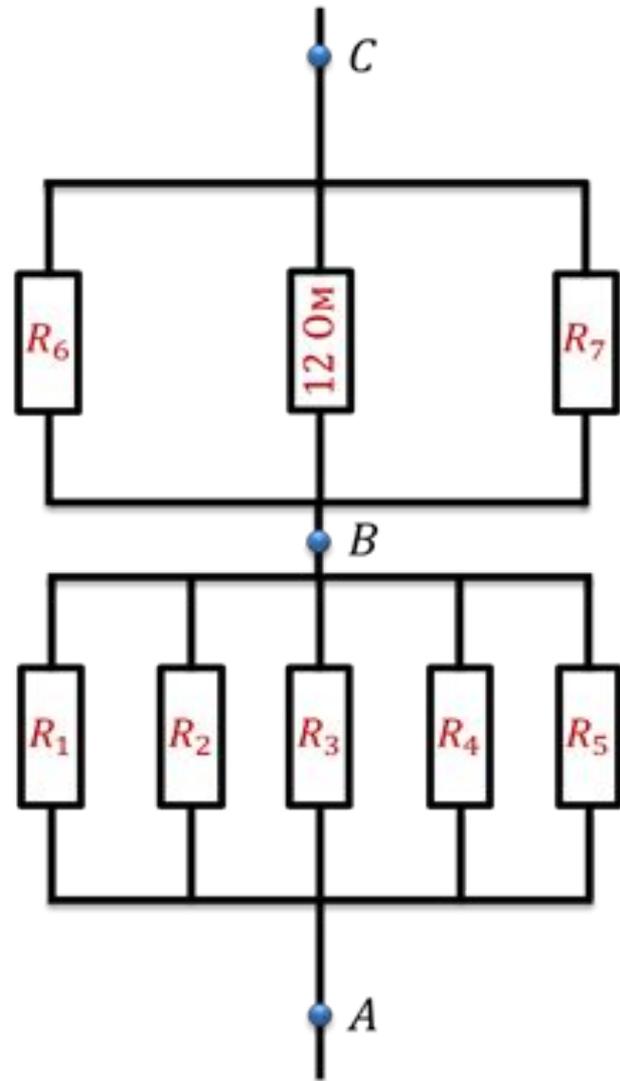
Цепь может одновременно включать в себя и последовательно соединенные участки, и параллельно соединенные участки. Такое соединение называется **смешанным**. Пример смешанного соединения

Пример смешанного соединения представлен на рисунке

На участке AB - параллельное подключение, а на участке BC - последовательное подключение. В реальных электрических цепях чаще встречается смешанное соединение. Каждые отдельные участки цепи являются параллельно или последовательно соединенными и поэтому, подчиняются соответствующим правилам.



Рассмотрим сложную электрическую цепь. На рисунке указан участок цепи, который включает в себя 7 резисторов. Указаны значения некоторых резисторов и некоторых токов. Дано напряжение между точками B и C . Нужно найти остальные значения резисторов, токов и напряжений.



$$R_2 = 10\ \Omega$$

$$R_3 = 10\ \Omega$$

$$R_4 = 10\ \Omega$$

$$R_6 = 30\ \Omega$$

$$R_7 = 20\ \Omega$$

$$I_1 = 1\ \text{A}$$

$$I_3 = 0,5\ \text{A}$$

$$I_6 = 2\ \text{A}$$

$$U_{BC} = 60\ \text{V}$$

$$R_{6,7} = \frac{R_6 R_7}{R_6 + R_7} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 12\ \Omega$$

$$I_B = \frac{U_{BC}}{R_{6,7}} = \frac{60}{12} = 5\ \text{A}$$

$$I_B = I_6 + I_7 \Rightarrow I_7 = I_B - I_6 = 5 - 2 = 3\ \text{A}$$

$$U_3 = I_3 R_3 = 0,5 \times 10 = 5\ \text{V}$$

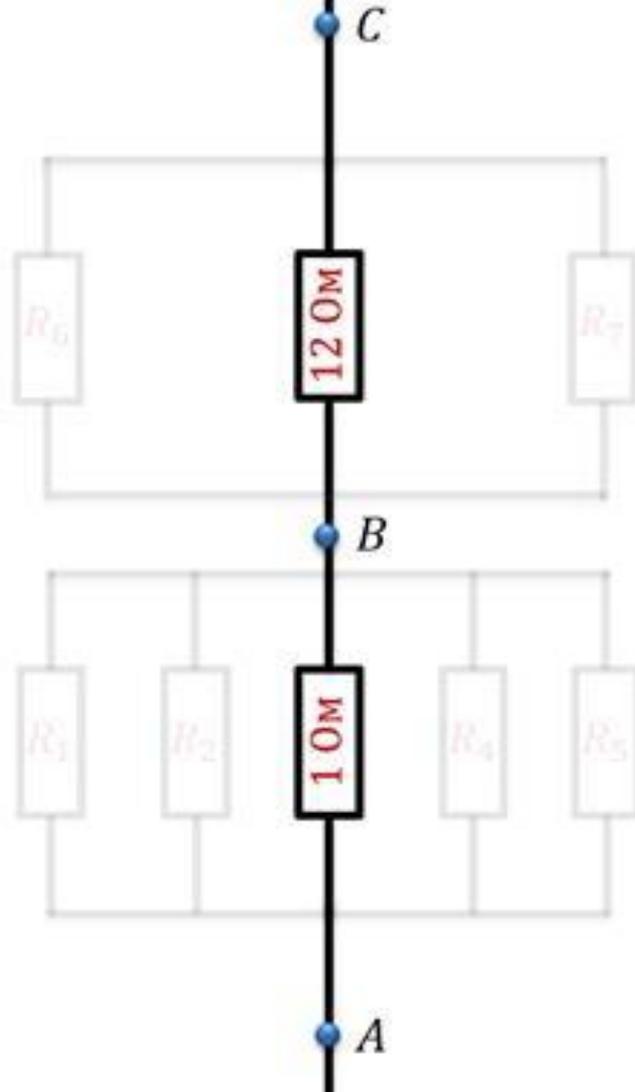
$$U_{AB} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = 5\ \text{V}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{5}{1} = 5\ \Omega$$

$$I_B = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = I_1 + 3I_3 + I_5$$

$$I_5 = I_B - 3I_3 - I_1 = 5 - 3 \times 0,5 - 1 = 2,5\ \text{A}$$

$$R_5 = \frac{U_5}{I_5} = \frac{5}{2,5} = 2\ \Omega$$



$$R_2 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_4 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_6 = 30 \text{ Ohm}$$

$$R_7 = 20 \text{ Ohm}$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,5 \text{ A}$$

$$I_6 = 2 \text{ A}$$

$$U_{BC} = 60 \text{ B}$$

$$R_{6,7} = 12 \text{ Ohm}; R_1 = 5 \text{ Ohm}; R_5 = 2 \text{ Ohm}$$

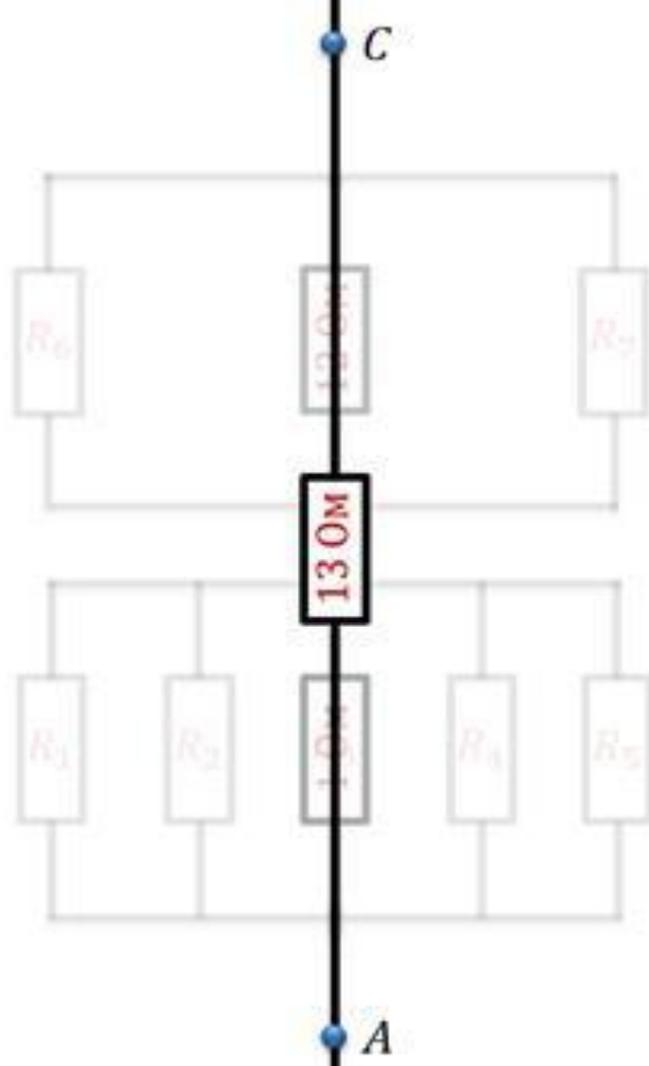
$$U_{AB} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = 5 \text{ B}$$

$$I_B = 5 \text{ A}; I_2 = I_4 = 0,5 \text{ A}; I_5 = 2,5 \text{ A}$$

$$\frac{1}{R_{1-5}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\frac{1}{R_{1-5}} = \frac{1}{5} + \frac{3}{10} + \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow R_{1-5} = 1 \text{ Ohm}$$

$$R = R_{1-5} + R_{6,7} = 1 + 12 = 13 \text{ Ohm}$$



$$R_2 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_4 = 10 \text{ Ohm}$$

$$R_6 = 30 \text{ Ohm}$$

$$R_7 = 20 \text{ Ohm}$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,5 \text{ A}$$

$$I_6 = 2 \text{ A}$$

$$U_{BC} = 60 \text{ B}$$

$$R_{6,7} = 12 \text{ Ohm}; R_1 = 5 \text{ Ohm}; R_5 = 2 \text{ Ohm}$$

$$U_{AB} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = 5 \text{ B}$$

$$I_B = 5 \text{ A}; I_2 = I_4 = 0,5 \text{ A}; I_5 = 2,5 \text{ A}$$

$$\frac{1}{R_{1-5}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\frac{1}{R_{1-5}} = \frac{1}{5} + \frac{3}{10} + \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow R_{1-5} = 1 \text{ Ohm}$$

$$R = R_{1-5} + R_{6,7} = 1 + 12 = 13 \text{ Ohm}$$

$$U = U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = 5 + 60 = 65 \text{ B}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{65}{13} = 5 \text{ A}$$