

Электрические цепи постоянного тока



Электрический ток

это направленное движение
носителей зарядов.



Элементы электрических цепей

Генераторы или источники электрической энергии -

электротехнические устройства, производящие электрическую энергию.


Приемники (потребители) -

электротехнические устройства, потребляющие электрическую энергию.


Активные и пассивные элементы электрической цепи

Активный элемент – это элемент, содержащий в своей структуре источник электрической энергии.

Пассивный элемент – это элемент, в котором рассеивается (резисторы) или накапливается (катушка индуктивности и конденсаторы) энергия.



Если элементы описываются линейными дифференциальными или алгебраическими уравнениями, то они называются **линейными**, в противном случае они относятся к классу **нелинейных**



Ток определяется количеством электричества (зарядом), проходящим через поперечное сечение проводника в единицу времени:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Ток измеряется в ампер: $1[\text{A}] = \frac{1\text{Кл}}{1\text{с}}$.

Плотность тока

-

$$J = \frac{I}{S}, \quad [\text{A}/\text{мм}^2]$$

I – ток в проводнике, А;

S – площадь поперечного сечения, мм^2 .

Закон Ома для участка цепи

Ток, проходящий по участку цепи прямо пропорционален напряжению U , приложенному к этому участку цепи, и обратно пропорционален его сопротивлению R :

$$I = \frac{U}{R}$$

U – в вольтах [В],

R – в омах [Ом].

Закон Ома для всей цепи

-

$$I = \frac{E}{(R + r)}$$

E – электродвижущая сила источника электрической энергии, В;

R – сопротивление внешней цепи, Ом;

r – внутреннее сопротивление источника, Ом.

Электрическое сопротивление проводника

- $$R = \frac{U}{I}$$

Сопротивление провода

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ – удельное сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$;

l – длина проводника, м.

Удельная проводимость

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Сопротивление проводника (зависимость от температуры)

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(\Theta_2 - \Theta_1)]$$

R_1 - сопротивление проводника при температуре Θ_1 , Ом;

R_2 - сопротивление проводника при температуре Θ_2 , Ом;

α – температурный коэффициент сопротивления, численно равный относительному приращению сопротивления при нагревании проводника на 1° .

Энергия и мощность электрической цепи

Работа (энергия W), затраченная на перенос заряда Q на участке цепи за время t

$$A=W =UQ, \text{ или } A=W =Uit$$

A — в джоулях (Дж).

Работа, совершенная источником электрической энергии с ЭДС E ,

$$A = EQ \text{ или } A = EIt.$$

Мощность, потребляемая нагрузкой,

$$P = \frac{A}{t} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

P – в ваттах (Вт).

Мощность, развиваемая источником или генератором,

$$P_{\Gamma} = EI.$$

Баланс мощностей в электрических цепях

$$P_{\Gamma} = \sum EI = \sum I^2 R_i$$

Закон Джоуля— Ленца

Количество теплоты (Дж), выделенное при прохождении постоянного тока в проводнике

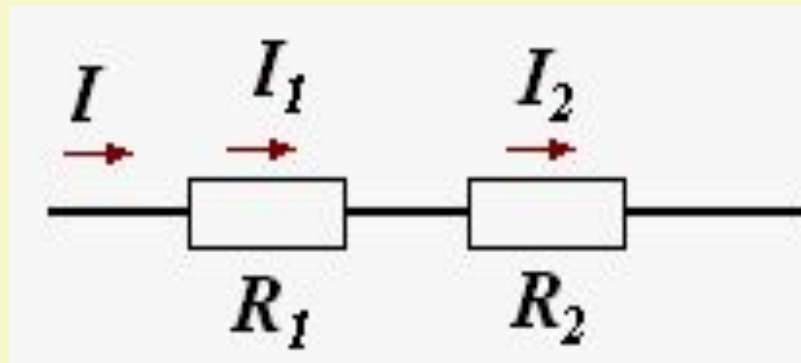
$$Q = I^2 R t$$

$$Q = 0,24 I^2 R t$$

Q – в калориях.

Последовательное соединение резисторов

Конец предыдущего проводника соединяется с началом следующего



Во всех последовательно соединенных проводниках сила тока одинакова

$$I_1 = I_2 = I$$

Сопротивление всего участка равно сумме сопротивлений всех отдельно взятых проводников


- $$R = R_1 + R_2$$

Падение напряжения на всем участке равно сумме падений напряжений на всех отдельно взятых проводниках

$$U = U_1 + U_2$$

Напряжения на последовательно соединенных проводниках пропорциональны их сопротивлениям

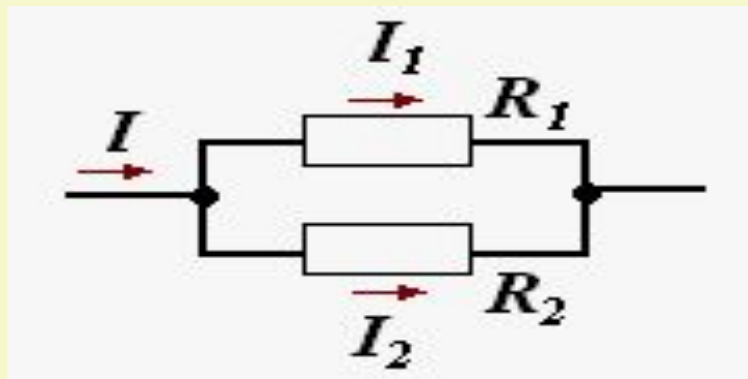
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



Последовательное включение добавочных резисторов используется на практике для понижения напряжения (пусковые и регулировочные реостаты), а также для расширения пределов измерений измерительных приборов, например **вольтметров**

Параллельное соединение резисторов

Проводники подсоединяются к одним и тем же точкам цепи



Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме токов, текущих в каждом проводнике

$$I = I_1 + I_2$$

Величина, обратная сопротивлению разветвленного участка, равна сумме обратных величин обратных сопротивлениям каждого отдельно взятого проводника


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad G = G_1 + G_2$$

Падение напряжения во всех проводниках одинаково

$$U = U_1 = U_2$$

Силы тока в проводниках обратно пропорциональны их сопротивлениям

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



На практике параллельное включение резистора на участке цепи используют для уменьшения силы тока на данном участке. Такой резистор называют шунтом. Применяется для расширения пределов измерения токов **амперметрами**

Смешанное соединение

Комбинация параллельного и последовательного соединений

