

ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЭДС

- 1. Сторонние ЭДС и их природа. Правила Кирхгоффа.**
- 2. Закон Ома для полной цепи и неоднородного участка цепи, содержащего источник тока**
- 3. Зависимость сопротивления проводников от температуры.**

1. Сторонние ЭДС и их природа. Правила Кирхгоффа.

Условия существования электрического тока:

- Наличие свободных носителей заряда
- Наличие разности потенциалов между точками
- Устройство, поддерживающее разность потенциалов.

Сторонняя сила – это сила не электростатического происхождения, которая отделяет положительно заряженные частицы от отрицательно заряженных.

Сторонние силы могут быть механическими, химическими и т.д. Электродвижущая сила (э.д.с.) численно равна работе сторонних сил при перемещении единичного положительного заряда по замкнутой цепи.

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{стор.сил}}}{q}$$

Правила Кирхгоффа:

$$1. \sum_k (\pm) I_k = 0$$

то есть алгебраическая сумма токов в любом узле цепи равна нулю. При этом входящие токи берутся с одним знаком, выходящие – с противоположным.

$$2. \sum_k (\pm) \varepsilon_k = \sum_m (\pm) I_m R_m$$

алгебраическая сумма э.д.с. равна алгебраической сумме падений напряжений на всех участках замкнутого контура.

Алгоритм расчета электрических цепей:

- Посчитать число узлов и контуров в цепи.
- Произвольно задать направления обхода контуров и токов в сопротивлениях.
- Записать первое правило Кирхгоффа для $n-1$ го узла.
- Записать второе правило Кирхгоффа для каждого контура.
- Решить систему уравнений

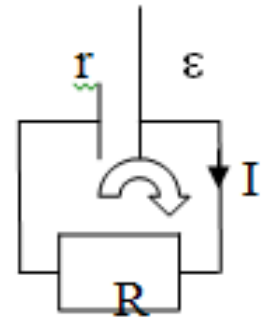
2. Закон Ома для полной цепи, содержащей ЭДС и неоднородного участка цепи, содержащего источник тока.

Рассмотрим полную электрическую цепь с источником ЭДС \mathcal{E} , сопротивлением r , и внешним нагрузочным сопротивлением R .

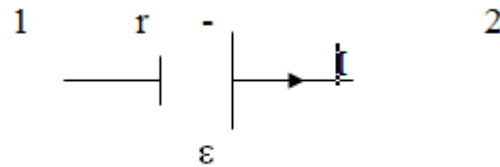
Из II правила Кирхгофа: $\mathcal{E} = Ir + IR$ (1)

Тогда
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (2)$$

(2) – закон Ома для полной цепи, содержащей источник ЭДС, где \mathcal{E} – стороннее ЭДС источника, r – внутреннее сопротивление источника, R – внешнее сопротивление по отношению к источнику. $[\mathcal{E}] = \text{В}$



Рассмотрим неоднородный участок цепи:



Рассмотрим участок цепи, ограниченный точками 1 и 2. ЭДС этого участка:

$$\varepsilon = Ir + IR$$

т. к. участок 1-2 является однородным, тогда

$$\varphi(2) - \varphi(1) = IR$$

$\varphi(2) > \varphi(1)$, тогда IR можно заменить разностью потенциалов, и получаем:

$$\varepsilon = Ir + \varphi(2) - \varphi(1)$$

$$\varphi(1) - \varphi(2) + \varepsilon = Ir \quad (3)$$

Так как

$$\varphi(1) - \varphi(2) + \varepsilon = U, \text{ то}$$

$$I = \frac{U}{r} \quad (4)$$

Получили закон Ома (4) для неоднородного участка цепи.

Здесь напряжение не равно разности потенциалов

$$\varphi(1) - \varphi(2) \neq U$$

$$\varphi(1) - \varphi(2) < 0 \quad (5)$$

Это означает, что на неоднородном участке цепи ток проходит от меньшего потенциала к большему благодаря действию сторонних сил.

3. Зависимость сопротивления проводников от температуры

При постоянной температуре концентрация электронов n и подвижность b постоянны, при этом плотность тока пропорциональна напряженности поля: $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ (6)

Где проводимость вещества равна: $\sigma = e_0 n b$
Удельное сопротивление: $\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{e_0 n b}$ (7)

Так как в однородном поле $E = U/l$ где l - длина проводника, то $j = \sigma \frac{U}{l}$
где U - электрическое напряжение.

Умножая обе части последнего уравнения на площадь S поперечного сечения провода, получим $jS = \left(\frac{\sigma S}{l}\right) U$, или $I = \frac{\sigma S}{l} U = \Gamma U$ (8)

С точностью в пределах от 0^0 до 100^0C относительное приращение сопротивления металлов можно считать пропорциональным приращению температуры, т. е.

$$\frac{\Delta R}{R_0} = \alpha \Delta t, \quad \text{или} \quad \frac{(R_1 - R_0)}{R_0} = \alpha (t_1 - t_0)$$

Откуда $R_1 = R_0(1 + \alpha \Delta t)$ (9) R_0 - сопротивление при 0^0C , R_1 - сопротивление при температуре t_1 , α - температурный коэффициент сопротивления.