

Тема 10 Закони постійного струму

Оглавление

Сила струму	1
2 Густина струму:	1
3 Закон Ома	1
4 Правила Кірхгофа	2
5 Робота постійного струму	2
6 Потужність струму	2
7 Закон Джоуля-Ленца	2
8 Закон Ома в диференціальній формі:	3

Сила струму

Сила постійного електричного струму:

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

де Q – заряд, що пройшов через поперечний переріз провідника за час t .

2 Густина струму:

$$j = \frac{I}{S},$$

де S – площа поперечного перерізу провідника.

Зв'язок густини струму з середньою швидкістю $\langle \vec{v} \rangle$ направленою руху заряджених частинок:

$$\vec{j} = qn \langle \vec{v} \rangle ,$$

де q – заряд частинки; n – концентрація заряджених частинок.

3 Закон Ома:

а) для однорідної ділянки кола (на якій на діють сторонні сили):

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = \frac{U}{R} ,$$

де $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ – різниця потенціалів (напруга) на кінцях ділянки кола; R – опір ділянки;

б) для повного (замкнутого) кола:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} ,$$

де \mathcal{E} – електрорушійна сила джерела струму (е. р. с.); R – опір зовнішньої ділянки кола; r – внутрішній опір джерела.

4 Правила Кірхгофа:

$$\text{а) } \sum_{i=1}^n I_i = 0 \text{ (перше правило);}$$

$$\text{б) } \sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_i^m \mathcal{E}_i \text{ (друге правило),}$$

де $\sum_{i=1}^n I_i$ – алгебраїчна сума сил струмів, які сходяться у вузлі;

$\sum_{i=1}^n I_i R_i$ – алгебраїчна сума добутків сил струму на опори (суми падіння

напруги); $\sum_{i=1}^m \mathcal{E}_i$ – алгебраїчна сума е. р. с.

Опір R та провідність G провідника:

$$R = \frac{\rho l}{S}; \quad G = \frac{\gamma S}{l},$$

де ρ – питомий опір; $\gamma = \frac{1}{\rho}$ – питома провідність; l – довжина провідника;

S – площа поперечного перерізу провідника.

Опір системи провідників:

$$\text{а) } R = \sum_{i=1}^n R_i \text{ (при послідовному з'єднанні);}$$

$$\text{б) } \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \text{ (при паралельному з'єднанні),}$$

де R_i – опір i -го провідника.

5 Робота постійного струму:

$$A = IUt, \quad A = I^2 R t, \quad A = \frac{U^2 t}{R}.$$

Перша формула дійсна для будь-якої ділянки кола, на кінцях якого підтримується напруга U , останні дві – для ділянки, яка не включає джерела струму.

6 Потужність струму:

$$P = IU; \quad P = I^2 R; \quad P = \frac{U^2}{R}.$$

7 Закон Джоуля-Ленца:

При протіканні постійного струму силою I в провіднику з опором R за час t виділяється кількість теплоти Q .

$$Q = I^2 R t .$$

Якщо сила струму в провіднику змінюється, то закон Джоуля-Ленца справедливий для нескінченно малого інтервалу часу:

$$dQ = I^2 R dt ,$$

де $I = f(t)$. У випадку лінійної залежності сили струму від часу $I = kt$.

Кількість теплоти, що виділиться за деякий час $\Delta t = t_2 - t_1$:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I^2 R dt = \int_{t_1}^{t_2} f^2(t) R dt .$$

8 Закон Ома в диференціальній формі:

$$\vec{j} = \gamma \vec{E} ,$$

де γ – питома провідність провідника; \vec{E} – напруженість електричного поля; \vec{j} – густина електричного струму.

Зв'язок питомої провідності з рухливістю b заряджених частинок (іонів):

$$\gamma = qn(b_+ + b_-) ,$$

де q – заряд іона; n – концентрація іонів; b_+ і b_- – рухливість позитивних та негативних іонів.