

# Cap. XII. - Electrocinetică

## Curentul electric continuu

### 1. Partea teoretică

#### I. Mărimi caracteristice

Intensitatea ( $I$ ) este o mărime scalară egală cu sarcina electrică ( $Q$ ) ce trece prin secțiunea conductorului în unitatea de timp.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{n \cdot e}{t}; n = \text{nr. purtători de sarcină (electroni, ioni)}$$

$$e = \text{sarcina elementară } [I]_{S.I.} = 1A; |e| = 1,6 \cdot 10^{-19}C$$

Tensiunea electrică este o mărime ce exprimă lucrul mecanic efectuat pentru transportul sarcinii electrice în circuit interior, extern sau pe tot circuitul.  $U_b = \left( \frac{L_{ext}}{q} \right)$  tensiunea la borne  $U_b$  - suma tuturor căderilor de tensiune din circuit.

$$u = \frac{L_{int}}{q} - \text{căderea de tensiune interioară } u \text{ din sursă.}$$

$$E = \frac{L_{total}}{q} - \text{tensiunea electromotoare } E \text{ (mărime caracteristică generatorului).}$$

$$E = U_b + u \text{ Se observă că } U_b < E;$$

Dacă sursa este încărcată de un generator, atunci

$$U_b = E + I \cdot r; [U]_{S.I.} = 1 \text{ volt}$$

#### Rezistența electrică

$$R = \frac{U}{I} \text{ iar pentru un conductor de lungime } l \text{ și secțiune } s;$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

$\rho$  = rezistivitatea materialului  $[R]_{S.I.} = 1 \Omega$

## II. Legile curenților simpli

### 1. Legea lui Ohm:

- circuit exterior  $i = \left( \frac{U}{R} \right)$
- circuit interior  $i = \left( \frac{U}{r} \right)$
- circuit total  $i = \left( \frac{E}{R + r} \right)$

**Observație:** În legea OMM intervin valori corespunzătoare unor sensuri de referință (sensuri pozitive) la fel orientate în lungul conductorului (a se vedea problemele corespunzătoare).

### 2. Legea lui Joule

$Q(I) = I^2 \cdot R \cdot t$  căldura disipată într-un conductor  $R$  parcurs de un curent de intensitate  $I$  într-un timp  $t$ .

### III. Energia și puterea electrică

Energia electrică - măsura lucrului mecanic efectuat pentru deplasarea sarcinii electrice.

$$W = q \cdot U = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

$$[W] = J, Wh, 1 Kwh.$$

### Puterea electrică

- puterea cedată de sursă în exterior

$$P = \left( \frac{W}{t} \right) = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R};$$

- puterea electrică pierdută de sursă prin efectul Joule

$$P_p = r \cdot I^2;$$

- puterea electrică totală  $P_E = E \cdot I$   $[P] = 1 W$ .

Bilanțul puterilor  $P_E = P_p + P$ .

Obs.: Puterea maximă în circuitul exterior se obține pentru

$$R = r.$$

### Randamentul unei surse

$$\eta = \left( \frac{P}{P_E} \right)$$

$P$  - puterea utilă

$P_E$  - puterea totală a sursei.

$$\text{Exprimînd puterile: } \eta = \frac{U \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U}{E}; \quad \eta = \frac{I \cdot R}{I(R + r)} \quad \eta = \frac{R}{R + r}$$

## 2. Probleme rezolvate

(Intensitate, Tensiune, Rezistență)

Ex 1. O sîrmă de cupru are greutatea  $G = 4 N$  și rezistența

$R = 10 \Omega$ . Dacă densitatea sa este  $8,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , rezistivitatea

$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ , calculați:

- a) lungimea sîrmei;  $l$
- b) secțiunea sa;  $S$
- c) diametrul sîrmei.  $d$

**Rezolvare:**

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad m = \frac{G}{g} = d \cdot V = d \cdot S \cdot l = S = \frac{m}{d \cdot l}$$

$$\text{Înlocuind în formula rezistenței } R = \frac{\rho \cdot l}{\frac{m}{d \cdot l}} = \rho \cdot \frac{l^2 \cdot d}{m},$$

$$\text{deci } l = \sqrt{\frac{R \cdot m}{\rho \cdot d}}; \quad m = 0,4 \text{ kg};$$

$$l = \frac{\sqrt{10 \cdot 0,4}}{\sqrt{10^3 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}}} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{14,62 \cdot 10^{-5}}} = 165,4 \text{ m.}$$

$$s = \frac{m}{d \cdot l} = \frac{0,4}{8,6 \cdot 10^3 \cdot 164,5} = 0,28 \text{ mm}^2;$$

$$\text{dar } S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; \quad D = \text{diametrul}$$

$$D = \frac{\sqrt{4s}}{\sqrt{\pi}} = \frac{\sqrt{4 \cdot 0,28 \cdot 10^{-3}}}{\sqrt{3,14}} \approx 0,3 \cdot 10^{-3}$$

2. Un solenoid confecționat din sîrmă de cupru izolată are masa de 100 g. Cînoscind că izolația reprezintă 11 % din masa lui și că rezistența ohmică a solenoidului este  $4,25 \Omega$ . Să se calculeze lungimea și secțiunea sîrmei.

$$\text{Se dă } \rho_{cu} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3; \quad q_{cu} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

Rezolvare:

$$m_{cu} = (100 \% - 11 \%) m = 89 \% m = \frac{89}{100} \cdot 100 \text{ g} = 89 \text{ g.}$$

$$m = d \cdot v = d \cdot s \cdot l \Rightarrow s = \frac{m}{d \cdot l}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} \text{ și înlocuind expresia lui } s \text{ se obține:}$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{m} = \frac{\rho \cdot l^2 \cdot d}{m}; \quad l^2 = \frac{R \cdot m}{\rho \cdot d}; \quad L = \frac{\sqrt{R \cdot m}}{\sqrt{\rho \cdot d}};$$

$$l = \frac{\sqrt{4,25 \cdot 89 \cdot 10^{-3}}}{\sqrt{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 8,9 \cdot 10^3}} = \sqrt{25 \cdot 10^2} = 50 \text{ m; și atunci}$$

$$b = \frac{m}{d \cdot l} = \frac{89 \cdot 10^{-3}}{8,9 \cdot 10^3 \cdot 50 \text{ m}} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,6 \text{ mm}^2$$

3. Un fir de 100 m și diametrul de 2 mm are o rezistivitate de  $4,8 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ .

- a) Care este rezistența firului?  $R_1 = ?$

- b) Un al doilea fir din același material are aceeași greutate cu cel de 100 m, dar are diametrul dublu. Care este rezistența lui?  $R_2 = ?$

Rezolvare:

$$a) R_1 = \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \rho \cdot l}{4 \cdot 4,8 \cdot 10^8 \cdot 10^2} = 1,5 \Omega.$$

$$b) G_1 = G_2; \quad m_1 = m_2; \quad d_1 \cdot v_1 = d_2 \cdot v_2; \quad l_1 \cdot s_1 = l_2 \cdot s_2$$

$$l_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = l_2 \cdot \frac{\pi \cdot 4 d_1^2}{4}; \quad l_1 = 4 l_2 \Rightarrow l_2 = \frac{l_1}{4}$$

$$l_1 s_1 = l_2 \cdot s_2;$$

$$S_2 = 4 s_1; \quad \text{deci } R_2 = \frac{\rho \cdot l_2}{16 S_1} = \frac{\rho \cdot l_1}{s_1} \cdot \frac{1}{64}$$

$$R_2 = \frac{R_1}{64} = \frac{1,5}{64} = 0,023 \Omega.$$

### 3. Probleme propuse ( $l, U, R$ )

1. Un fir are rezistența electrică  $R_1 = 2560 \Omega$ . Un alt fir din același material are diametrul de patru ori mai mare și greutatea dublă față de primul. Ce rezistență electrică are?

2. Un rezistor cu rezistența  $R = 10 \Omega$  este confecționat dintr-un fir de diametru 2 mm, cu rezistivitatea  $\rho = 2,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ . Să se calculeze masa firului, dacă  $d = 2700 \text{ kg/m}^3$  și luînd  $\pi^2 = 10$ .

3. Printr-un fir de argint cu diametrul 1 mm trece o sarcină  $Q =$

90 C într-o oră și 15 minute. Argintul are  $5,8 \cdot 10^{28}$  electroni liberi

Se cere:  $I = ?$

$n = ?$

$v_d = ?$