

# CURENTUL CONTINUU

## 1. MĂRIMI SPECIFICE CURENTULUI ELECTRIC

### I. Intensitatea curentului electric

Reprezintă cantitatea de sarcină ce străbate un conductor în unitatea de timp:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}, \text{ unde } [I]_{SI} = A(\text{amper}) \quad 1A = 1 \frac{C}{s}$$

Pentru conductoare metalice,  $\Delta q = N \cdot e$ , unde  $N$  este numărul de electroni care trec prin conductor în timpul  $\Delta t$ , iar  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ .

### II. Tensiunea electrică

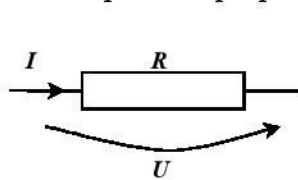
Reprezintă lucrul mecanic efectuat pentru a deplasa sarcina  $q$  printr-o porțiune de circuit:

$$U = \frac{L}{q}, \text{ unde } [U]_{SI} = V(\text{volt}). \text{ Pentru un circuit simplu format dintr-o sursă și un consumator, se}$$

definește tensiunea electromotoare a sursei  $E = U + u$ , unde  $U$  este tensiunea pe circuitul exterior, iar  $u$  este tensiunea pe rezistența internă a sursei.

### III. Rezistența electrică

Reprezintă proprietatea unui corp de a se opune trecerii curentului electric. Se definește prin



relația  $R = \frac{U}{I}$ , unde  $[R]_{SI} = \Omega(\text{ohm})$ .

Pentru un conductor liniar, rezistența electrică este

$$R = \rho \frac{l}{S}, \text{ unde } l \text{ este lungimea conductorului, } S \text{ este secțiunea}$$

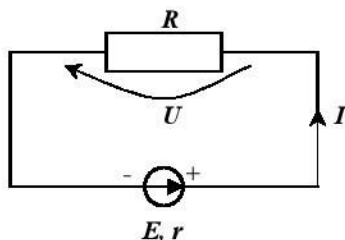
acestuia, iar  $\rho$  este rezistivitatea acestuia, mărime care depinde de material.  $[\rho]_{SI} = \Omega \cdot m$ . Ea depinde de temperatură, în general, după relația:  $\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t)$ , unde  $\rho_0$  este rezistivitatea la  $0^\circ C$ ,  $\alpha$  este coeficientul de temperatură al rezistivității, iar  $t$  este temperatura în grade Celsius.

Dacă se neglijează efectul dilatării, se poate scrie o relație asemănătoare și pentru rezistența electrică:

$$R \cong R_0(1 + \alpha \cdot t)$$

## 2. LEGILE CIRCUITELOR ELECTRICE

### 2.1. CIRCUITUL SIMPLU. LEGEA LUI OHM



- Pentru o porțiune de circuit:  $U = I \cdot R$

- Pentru circuitul simplu:

$$\left. \begin{array}{l} U = I \cdot R \\ u = I \cdot r \end{array} \right\} \Rightarrow E = I(R + r)$$

Apar două situații extreme:

- la mersul în gol,  $R \rightarrow \infty$  și deci  $I_{gol} = 0$

- la scurtcircuit,  $R = 0$  și deci  $I_{sc} = \frac{E}{r} = \max.$

### 2.2. REȚEAUA ELECTRICĂ. LEGILE LUI KIRCHHOFF

Rețeaua electrică este formată din:

- noduri
- ramuri
- ochiuri

**Legea I:** Suma intensităților curenților care intră într-un nod este egală cu suma intensităților curenților care ies din acel nod. Sau:  $\sum I_k = 0$ , unde se iau cu plus curenții care intră și cu minus curenții care ies.

**Legea II:** Suma algebrică a t.e.m.  $E$  de pe un ochi este egală cu suma algebrică produselor  $R \cdot I$  de pe acel ochi. Sau:  $\sum E_i = \sum R_j \cdot I_k$ , unde se alege un sens de parcurgere a ochiului, iar semnele lui  $E_i$  și respectiv  $R_j \cdot I_k$  se stabilesc în funcție de modul în care sunt polaritățile surselor și sensurile curenților față de sensul arbitrar ales.

**Grupările rezistoarelor**

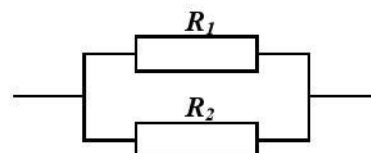
a) În serie



Rezistența echivalentă este dată de relațiile:

$$R_s = R_1 + R_2,$$

b) În paralel



respectiv

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2},$$

relații ce se pot deduce din legile lui Ohm și Kirchhoff.

Pentru mai multe rezistoare, relațiile se pot generaliza. Dacă sunt  $n$  rezistoare identice, egale cu  $R$ ,

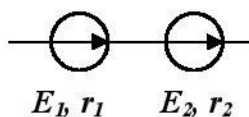
$$R_s = n \cdot R$$

respectiv

$$R_p = \frac{R}{n}$$

**Grupările generatoarelor**

a) În serie

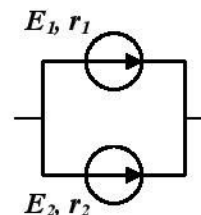


Se pot demonstra relațiile:

$$E_s = E_1 + E_2;$$

$$r_s = r_1 + r_2$$

b) În paralel



$$E_p = \frac{\frac{E_1 + E_2}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}$$

$$\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$

La fel, pentru mai multe generatoare, relațiile se pot generaliza. Iar dacă sunt  $n$  generatoare identice,

$$\begin{cases} E_s = n \cdot E \\ r_s = n \cdot r \end{cases}$$

respectiv

$$\begin{cases} E_p = E \\ r_p = \frac{r}{n} \end{cases}$$

**2.3. ENERGIA ELECTRICĂ. LEGEA LUI JOULE. PUTEREA ELECTRICĂ**

Pentru orice consumator, se definește:

**Energia electrică** - pentru orice consumator, se definește:  $W = U \cdot I \cdot \Delta t$ , cu  $[W]_{SI} = J$ , unde  $U$  este tensiunea aplicată consumatorului,  $I$  este intensitatea curentului care trece prin acesta, iar  $\Delta t$  este timpul de funcționare.

Pentru un rezistor, din legea lui Ohm,  $U = I \cdot R$ , se pot obține și alte formule ale energiei:

$$W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t \text{ sau } W = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t.$$

Această energie, pentru un conductor, se transformă în căldură, iar expresia acesteia este cunoscută sub numele de *legea lui Joule*:  $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ .

**Puterea electrică** se definește ca energia degajată în unitatea de timp:

$$P = \frac{W}{\Delta t} = U \cdot I, \text{ unde } [P]_{SI} = W (\text{watt}).$$

Pentru un consumator rezistiv, se pot obține formulele echivalente:  $P = R \cdot I^2$ , sau  $P = \frac{U^2}{R}$ .

Din relația  $W = P \cdot \Delta t$ , dacă exprimăm puterea în  $kW$  și timpul în ore, obținem unitatea de măsură folosită în practică pentru energie,  $kWh$ , unde  $1kWh = 3,6 \cdot 10^6 J$ .

Puterea maximă absorbită de la sursă pentru un circuit simplu se poate calcula astfel:

Puterea pe rezistența exterioară este dependentă de valoarea acesteia:

$P(R) = R \cdot I^2 = R \cdot \frac{E^2}{(R+r)^2}$ . Derivând relația și studiind monotonia acestei funcții, se obține că

puterea maximă este  $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$ , pentru  $R = r$ .

Randamentul circuitului simplu se definește astfel:  $\eta = \frac{P_{\text{ext}}}{P_{\text{total}}}$ , unde  $P_{\text{ext}} = R \cdot I^2$ , iar

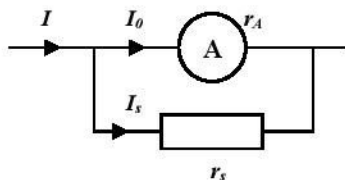
$P_{\text{total}} = (R+r) \cdot I^2$ . Se obține  $\eta = \frac{R}{R+r}$ .

### 3. MĂSURĂRI ELECTRICE

#### I. Ampermetrul. Suntul ampermetrului

Ampermetrul:

- măsoară intensitatea curentului electric;
- se montează în serie în circuit;
- are rezistența internă  $r_A$  foarte mică.



Șuntul ampermetrului este o rezistență suplimentară care se montează în paralel cu ampermetrul pentru a extinde intervalul de măsurare al acestuia.

Dacă  $I_0$  este intensitatea maximă pe care o poate măsura ampermetrul și  $I$  este intensitatea maximă (extinsă) pe care vrem să o măsurăm, unde  $I = n \cdot I_0$ , atunci se poate deduce, cu ajutorul figurii

alăturate, că rezistența șuntului trebuie să aibă valoarea:

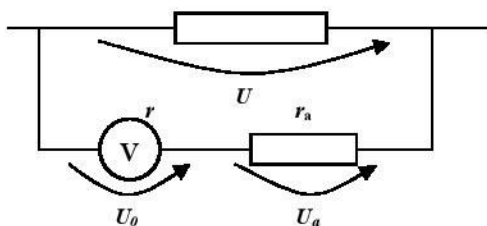
$$r_s = \frac{r_A}{n-1}, \text{ unde } n \text{ este extinderea intervalului de măsurare.}$$

#### II. Voltmetrul. Rezistența adițională a voltmetrului

Voltmetrul:

- măsoară tensiunea electrică;
- se montează în paralel cu porțiunea de circuit pe care măsurăm tensiunea;
- are rezistența internă  $r_V$  foarte mare.

Rezistența adițională a voltmetrului este o rezistență suplimentară care se montează în serie cu voltmetrul pentru a extinde intervalul de măsurare al acestuia.



Dacă  $U_0$  este tensiunea maximă pe care o poate măsura voltmetrul și  $U$  este tensiunea maximă (extinsă) pe care vrem să o măsurăm, unde  $U = n \cdot U_0$ , atunci se poate deduce, cu ajutorul figurii alăturate, că rezistența adițională trebuie să aibă valoarea:

$$r_a = r_V \cdot (n-1), \text{ unde } n \text{ este extinderea intervalului de}$$

măsurare.