

PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

1. CURENTUL ELECTRIC

- curentul electric
- ✓ Mișcarea ordonată a purtătorilor de sarcină electrică liberi sub acțiunea unui câmp electric se numește curent electric.

Obs. Mișcarea ordonată a purtătorilor de sarcină electrică, liberi, din conductor nu este o simplă mișcare rectilinie uniformă, ci reprezintă un fenomen complex, deoarece purtătorii de sarcină din conductor se găsesc într-o continuă mișcare haotică de agitație termică, suferind multiple accelerări, frânări și devieri datorită ciocnirilor dintre ei cât și datorită ciocnirilor cu ionii rețelei cristaline ce formează conductorul. Din aceste motive, putem vorbi numai de viteză medie a mișcării ordonate a purtătorilor de sarcină în conductor, sub acțiunea câmpului electric, care se numește *viteză drift* sau de antrenare. Această viteză are o valoare foarte mică: pentru un curent de 10A printr-un conductor de cupru cu secțiunea de 10mm² are valoarea $v_d=0,06\text{mm/s}$.

Totuși, un curent electric se transmite cu o viteză foarte mare datorită faptului că printr-un conductor se propagă câmpul electric pe toată lungimea conductorului și acesta antrenează electronii sau ionii pe care îi întâlnește în cale. Din acest motiv conductorii se mai numesc și *ghiduri* de câmp electric.

Mărimi fizice și unități de măsură caracteristice curentului electric

- intensitatea curentului electric
- ✓ **Intensitatea curentului electric printr-un conductor este mărimea fizică numeric egală cu sarcina electrică ce traversează secțiunea transversală a conductorului în unitatea de timp.**

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

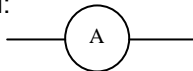
Δq este sarcina electrică ce traversează secțiunea transversală a conductorului - $[\Delta q]_{S.I.} = C$ (Coulomb)

Δt este intervalul de timp corespunzător.

În cazul conductorilor metalici, curentul electric este determinat de deplasarea electronilor liberi a căror sarcină electrică, numită și sarcină electrică elementară, este $e = q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- unitatea de măsură a intensității curentului electric
 - ✓ Unitatea de măsură a intensității curentului electric este amperul. $[I]_{S.I.} = A$
- Instrumentul de măsură pentru intensitatea curentului electric este ampermetrul.

El se reprezintă cu simbolul:



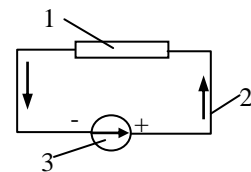
Montat în orice punct al unui circuit neramificat, ampermetrul indică aceeași valoare a intensității curentului și se leagă în serie cu celelalte elemente ale circuitului electric.

- circuit electric simplu

Un ansamblu de corpuri conductoare în care se poate stabili curent electric se numește circuit electric.

Un circuit care are aceeași intensitate a curentului în orice punct al său se numește circuit electric simplu. El are două porțiuni distincte:

- porțiunea din exteriorul sursei - numită porțiune exterioară sau circuit exterior - care conține conductoare de legătură (2) și consumatoare (1).
- porțiunea din interiorul sursei - numită porțiune interioară sau circuit interior (3).

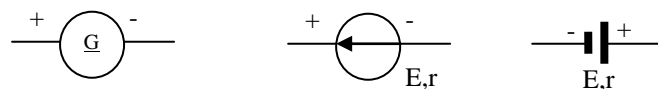


- tensiune electromotoare a unui generator electric, tensiunea la bornele generatorului, căderea de tensiune în interiorul generatorului

Purtătorii de sarcină electrică liberi se mișcă ordonat într-un câmp electric între două puncte între care există diferență de potențial (tensiune electrică). Rolul surselor este acela de a crea câmp electric - tensiune electrică. **Generatorul electric este un dispozitiv care transformă o formă de energie: chimică, mecanică, optică, termică etc. în energie electrică. Energia electrică este cheltuită pentru a învinge lucrul mecanic al forțelor electrice.**

Sensul convențional al curentului electric este sensul de mișcare al purtătorilor de sarcină pozitivă.

Generatorul electric de curent continuu se reprezintă prin unul din simbolurile:



Pentru a realiza deplasarea sarcinilor electrice, se efectuează un lucru mecanic pe cele două porțiuni de circuit (interior și exterior):

ELECTRICITATE ȘI MAGNETISM

Noțiuni, definiții și concepte

$$L_{tot} = L_{ext} + L_{int}$$

$$\frac{L_{ext}}{q} = U \text{ - tensiunea pe porțiunea exterioară (tensiunea la borne);}$$

$$\frac{L_{int}}{q} = u \text{ - tensiunea pe porțiunea interioară (tensiunea interioară);}$$

$$\frac{L_{tot}}{q} = E \text{ tensiunea electromotoare (t.e.m.) a sursei.}$$

$$E = U + u$$

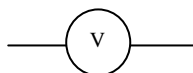
Din întreaga energie cheltuită $L_{tot} = E \cdot q$ numai o parte este utilă $L_{ext} = U \cdot q$ deci randamentul unei surse electrice este:

$$\eta = \frac{U}{E}$$

Cu cât căderea de tensiune în interiorul sursei este mai mare, cu atât randamentul acesteia este mai mic. Pentru aceasta se proiectează generatoare care să aibă pierderi cât mai mici în interiorul lor.

Unitatea de măsură a tensiunii electrice în S.I. este voltul. Instrumentul de măsură pentru tensiunea electrică este voltmetrul.

El se reprezintă cu simbolul:




Voltmetrul se leagă în paralel cu elementul de circuit electric a cărui tensiune trebuie măsurată.

2. LEGEA LUI OHM

- rezistența electrică

Rezistența electrică este o mărime fizică asociată proprietății unui rezistor (sau oricărui conductor) de a se opune trecerii curentului electric prin el.

Simbolul rezistorului este 

- ✓ **Rezistența electrică a unui conductor este mărimea fizică scalară egală cu raportul între tensiunea aplicată la capetele lui și intensitatea curentului ce-l străbate.**

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

- legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit și pentru întreg circuitul

- ✓ **Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit**

Intensitatea curentului electric ce străbate o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele ei când rezistența electrică a porțiunii de circuit este constantă.

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

- ✓ **Legea lui Ohm pentru întreg circuitul**

Intensitatea curentului electric într-un circuit este direct proporțională cu tensiunea electromotoare a sursei și invers proporțională cu rezistența totală a circuitului.

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

unde R este rezistența electrică exterioară iar r este rezistența internă a generatorului.

Obs. Tensiunea la bornele sursei, în circuit închis, este:

$$U = E - rI$$

Pentru un circuit deschis (întrerupt) curentul electric este nul, deci:

$$U = E$$

Pentru scurtcircuit rezistența exterioară devine nulă, iar curentul este:

$$I_{sc} = E/r$$

Curentul de scurtcircuit este curentul maxim pe care îl poate furniza un generator electric.

- unitatea de măsură pentru rezistența electrică
- ✓ Unitatea de măsură a rezistenței electrice în SI: ohm (Ω)

$$[R]_{S.I.} = \Omega$$

Un ohm este rezistența electrică a unui conductor străbătut de un curent electric cu intensitatea de un amper atunci când, la capetele lui, se aplică o tensiune de un volt.

- rezistența electrică a unui conductor liniar
- ✓ Rezistența electrică a unui fir conductor depinde de lungimea firului (l), de aria secțiunii sale (S) și de materialul din care este confecționat:

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

unde ρ se numește rezistivitate electrică, care este o constantă ce depinde de natura materialului (substanței) din care este alcătuit rezistorul.

- rezistivitatea electrică, dependența rezistivității electrice de temperatură
- ✓ Rezistivitatea electrică depinde de temperatura conductorului:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

unde ρ_0 este rezistivitatea la 0°C , iar α este coeficientul termic al rezistivității.

Unitatea de măsură a rezistivității electrice în S.I. este $\Omega \cdot \text{m}$

Rezistența electrică depinde și ea de temperatură:

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

3. LEGILE LUI KIRCHHOFF

- rețeaua electrică

Circuitele mai complicate, cu mai multe ramificații sunt numite și rețele electrice. Acestea sunt alcătuite din mai multe circuite simple, identificate ca și contururi închise, în care curentul nu mai are peste tot aceeași valoare.

Elementele unei rețele:

- nodul de rețea
nodul - punctul de întâlnire a cel puțin trei conductoare de legătură;
ramura sau latura - porțiunea cuprinsă între două noduri consecutive (în orice punct al ei curentul are aceeași intensitate);
- ochiul de rețea
ochiul - conturul închis realizat din ramuri ale rețelei.
- legile lui Kirchhoff

- ✓ **Legea I** (expresie a conservării sarcinii electrice într-un nod al unei rețele electrice) pentru noduri de rețea:

Într-un nod de rețea suma intensităților curenților care intră în nod este egală cu suma intensităților curenților care ies din nod.

sau

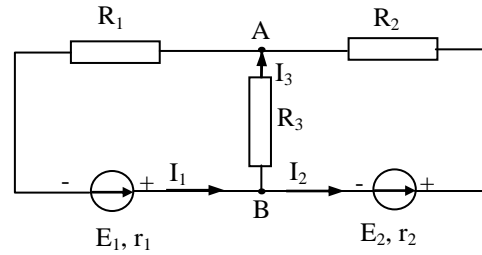
Suma algebrică a intensităților curenților electrici care se întâlnesc într-un nod de rețea este egală cu zero.

$$\sum_k I_k = 0$$

- ✓ **Legea II** pentru ochiuri de rețea:

Suma algebrică a tensiunilor electromotoare $\sum E_k$ dintr-un ochi de rețea, este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune pe rezistorii din acel ochi de rețea $\sum R_j I_j$.

$$\sum_k E_k = \sum_j R_j \cdot I_j$$



4. GRUPAREA REZISTOARELOR ȘI GENERATOARELOR ELECTRICE

- rezistența electrică echivalentă a grupării serie, paralel sau mixtă a mai multor rezistori

Un rezistor este echivalent unei grupări de rezistoare dacă, la aplicarea aceleiași tensiuni la bornele rezistorului echivalent ca și la bornele grupării, circulă un curent electric cu aceeași intensitate.

A. Gruparea serie

Două sau mai multe rezistoare sunt conectate în serie dacă aparțin aceleiași ramuri dintr-o rețea electrică. Rezistoarele grupate în serie sunt parcurse de același curent electric.

În cazul general, când sunt conectate n rezistoare în serie

$$R_s = \sum_{k=1}^n R_k$$

Rezistența echivalentă R_s este întotdeauna mai mare decât oricare dintre rezistențele R_k ale grupării.

B. Gruparea paralel

Două sau mai multe rezistoare sunt grupate în paralel dacă sunt conectate între aceleași două noduri.

Rezistoarele grupate în paralel au aceeași tensiune la borne.

În cazul în care sunt conectați în paralel n rezistori

$$\frac{1}{R_p} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

Rezistența echivalentă R_p este întotdeauna mai mică decât oricare din rezistențele R_k ale grupării.

- rezistența electrică echivalentă și t.e.m. echivalentă corespunzătoare grupării serie / paralel a mai multor generatoare electrice

A. Gruparea serie

Pentru a grupa în serie mai multe generatoare se leagă borna negativă a unui generator cu borna pozitivă a următorului generator ș.a.m.d.

Prin legarea în serie a generatoarelor:

- tensiunea electromotoare este egală cu suma t.e.m. a generatoarelor:

$$E_s = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

- rezistența internă este egală cu suma rezistențelor generatoarelor:

$$r_s = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

B. Gruparea paralel

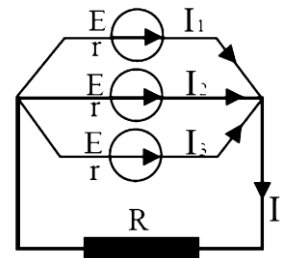
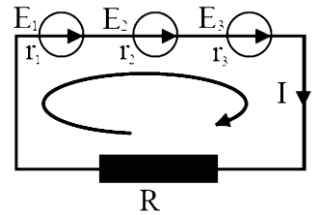
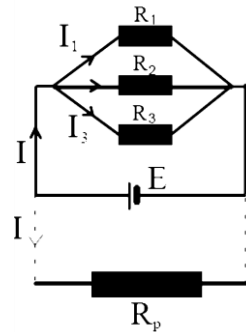
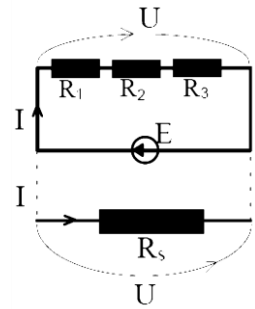
Pentru gruparea paralel a generatoarelor, se leagă la un loc bornele pozitive și de asemenea se leagă împreună bornele negative.

Dacă generatoarele sunt identice cu t.e.m. E și rezistența interioară r, grupate în paralel și care alimentează un consumator cu rezistența R,

$$E_p = E$$

$$r_p = \frac{r}{n}$$

unde n este numărul de generatoare identice conectate în paralel.



5. ENERGIA ȘI PUTEREA ELECTRICĂ

▪ expresia energiei transmise de generator consumatorului într-un interval de timp
Câmpul electric creat de generator determină trecerea prin circuit a unui curent electric.

✓ **Energia curentului electric măsoară lucrul mecanic necesar pentru a transporta o sarcină electrică q printr-o secțiune din circuit într-un interval de timp Δt** , deci se poate scrie:

$$W = U \cdot q$$

sau

$$W = U \cdot I \cdot \Delta t$$

Dacă, consumatorul este caracterizat numai prin rezistență, energia este:

$$W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Sau după înlocuirea intensității curentului, din legea lui Ohm, se obține:

$$W_{ext} = \frac{R \cdot E^2}{(R + r)^2} \cdot \Delta t$$

▪ expresia energiei disipate în interiorul generatorului

$$W_{int} = \frac{r \cdot E^2}{(R + r)^2} \cdot \Delta t$$

Energia consumată pe întregul circuit este

$$W_{tot} = W_{ext} + W_{int}$$

▪ randamentul unui circuit electric simplu

Randamentul arată ce fracțiune din energia dată de generator este utilă.

$$\eta = \frac{W_{ext}}{W_{tot}} = \frac{R}{R + r}$$

✓ *Randamentul este are o valoare subunitară care depinde de valoarea rezistențelor din circuit (internă și externă).*

▪ puterea electrică; relații ce caracterizează puterea electrică

✓ Puterea electrică este energia electrică disipată în unitatea de timp

$$P = W/\Delta t$$

Puterea electrică disipată de generator (puterea totală) este :

$$P_{gen} = P_{tot} = \frac{E^2}{R + r}$$

Puterea electrică disipată pe circuitul exterior generatorului este:

$$P_{ext} = \frac{R \cdot E^2}{(R + r)^2}$$

Puterea electrică disipată pe circuitul interior generatorului este:

$$P_{int} = \frac{r \cdot E^2}{(R + r)^2}$$

✓ Puterea maximă disipată pe circuitul exterior este

$$P_{max} = \frac{E^2}{4r}$$

care se obține doar dacă $R=r$!