

CURENTUL ELECTRIC CONTINUU

1. Noțiuni introductive

În general corpurile sunt neutre din punct de vedere electric. După cum știm corpurile sunt formate din atomi care sunt formați dintr-un număr egal de sarcini electrice pozitive și negative (nucleul pozitiv din punct de vedere electric și învelișul electronic negativ din punct de vedere electric). Deci sarcina electrică pozitivă a unui corp este concentrată în nucleu și este reprezentată de protoni (p), iar sarcina electrică negativă se află în învelișul electronic și este reprezentată de electroni (e). Vom spune că un corp este neutru dacă $p = e$

Cea mai mică sarcină electrică pusă în evidență este sarcina electrică a unui electron numită și *sarcină electrică elementară* și are valoarea :

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C (Coulomb)}$$

Orice atom care formează un corp este format dintr-un număr de electroni egal cu un multiplu întreg al sarcinii electrice elementare, deci dacă notăm cu Q sarcina electrică a unui atom, putem spune că sarcina electrică negativă a sa este :

$$Q = ne, \quad n - \text{număr întreg}$$

Știm că, conductoarele ce formează un circuit electric sunt construite din metale (evident izolate la exterior cu materiale plastice). De ce oare? Pentru că metalele au ultimul strat de electroni un număr incomplet de electroni. Spre exemplu Al(aluminiul) are pe ultimul strat 3 electroni. Ca stratul să fie complet i-ar mai trebui încă 15 electroni! Mulți, nu? Nu are de unde sa-i ia sa-și completeze acest strat. Atunci, pentru că, totuși, aluminiul e un element stabil al sistemului periodic al elementelor doi, sau mai mulți atomi, care formează un corp de aluminiu(în cazul nostru un conductor de aluminiu) își pun la comun(în termen de specialitate se spune că electronii de pe ultimul strat, numiți electroni de valență sunt "colectivizați") electronii de pe ultimul strat mărindu-și astfel stabilitatea.

Deci, în concluzie, metalele, pentru a-și mări stabilitatea își pun la comun electronii de pe ultimul strat(electronii de valență). Aceștia se pot mișca liber de la un atom la altul.

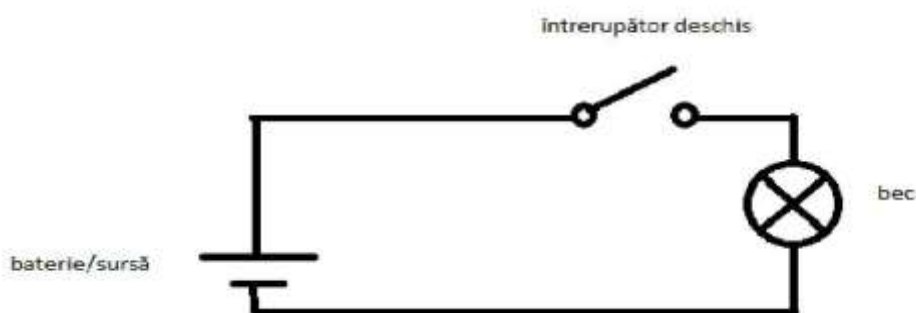
La fel se întâmplă și cu cuprul care are pe ultimul strat 1 electron(deci ar mai avea nevoie de 31 de electroni pentru ca ultimul strat să fie complet).

Am dat aceste două exemple deoarece majoritatea circuitelor electrice de joasă tensiune(circuite casnice) sunt făcute cu aluminiu sau cupru. Rămâne să răspundeți voi care dintre aceste două metale e mai indicat sa-l folosim la un circuit electric casnic? Și dacă există ambele metale într-un circuit cum facem legătura între ele?

Deci am convenit că pentru a construi un circuit electric simplu avem nevoie de conductoare (aluminiu sau cupru).Pe lângă acestea mai avem nevoie de un consumator(spre exemplu un bec) și o sursă de tensiune. Care este rolul acestei surse de tensiune? Rolul ei este de a "facilita" trecerea electronilor de pe ultimul strat al atomilor ce formează conductorul de la unul la altul și să ajună la consumator. În lipsa acesteia electronii de valență se vor mișca complet haotic doar între atomii învecinați, fără a trece "în mod coerent și ordonat" de la unul la celălalt să ajungă la consumator.

2. Circuitul electric simplu

Un circuit electric simplu, cum am spus mai sus, este format din : *sursă de tensiune, conductoare de legătură, un consumator și eventual un întrerupător*. Schematic un circuit electric simplu se vede în figura de mai jos :



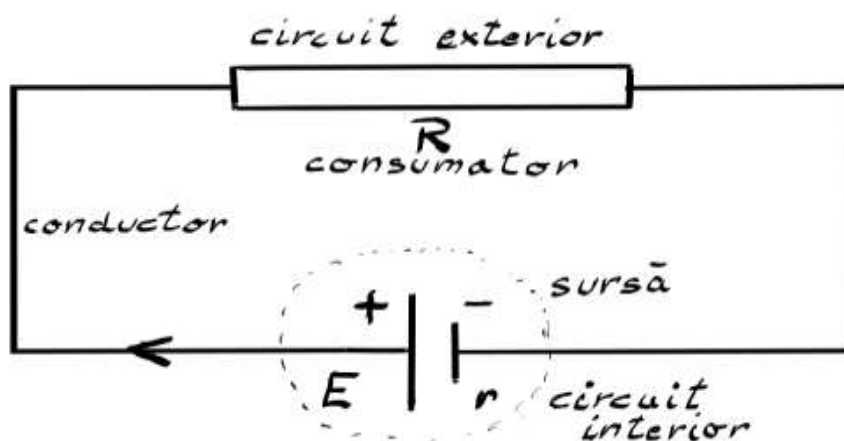
3. Intensitatea curentului electric continuu *este o mărime fizică scalară egală cu raportul dintre sarcina electrică Q ce străbate un conductor și intervalul de timp în care îl străbate :*

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

$$[I]_{SI} = \frac{[Q]_{Si}}{[\Delta t]_{Si}} \quad 1A(\text{amper}) = \frac{1C}{1S}$$

Amperul este acel curent ce se stabilește printr-un conductor prin care trece o sarcină electrică de 1C(coulomb) în timp de 1s(secundă).

Obs : Sensul curentului într-un circuit electric de curent continuu este, prin convenție, dat de sensul de deplasare a unei sarcini electrice pozitive aflate în circuit



După cum se observă în figura de mai sus sensul curentului în circuitul exterior (în afara bornelor sursei) este de la borna pozitivă (+) la borna negativă(-), iar în circuitul interior (între bornele sursei) este de la borna negativă(-) la cea pozitivă(+).

4. Tensiunea electrică

Pentru transportul sarcinii electrice prin circuit evident lucrul mecanic. Lucrul mecanic total(L_{tot}) efectuat pentru transportul sarcinilor electrice prin circuit putem să-l împărțim în două : lucrul mecanic pentru transportul sarcinilor electrice în circuitul exterior (în afara bornelor sursei – L_{ext}) și lucrul mecanic interior (L_{int} – pentru transportul sarcinilor electrice în interiorul sursei). Deci putem scrie :

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

Dacă împărțim relația de mai sus la sarcina Q ce străbate circuitul obținem o nouă mărime fizică caracteristică circuitului electric numită tensiune electrică.

$$\frac{L_{tot}}{Q} = \frac{L_{ext}}{Q} + \frac{L_{int}}{Q}$$

$$E = U + u$$

$$E = \frac{L_{tot}}{Q} - \text{tensiune electromotoare(t.e.m.) a sursei}$$

$$U = \frac{L_{ext}}{Q} - \text{tensiune la bornele consumatorului}$$

$$u = \frac{L_{int}}{Q} - \text{tensiune interioară sau cădere de tensiune}$$

Obs. În tot acest raționament am considerat că nu există pierderi prin conductoarele de legătură a circuitului(cazul ideal).

Unitatea de măsură (indiferent de tipul tensiunii) este :

$$[E]_{SI} = \frac{[L]_{SI}}{[Q]_{SI}} \quad 1V(\text{volt}) = \frac{1J}{1C}$$

Între două puncte A și B ale unui circuit electric avem o tensiune de 1V(volt) dacă pentru transportul unei sarcini electrice de 1C(coulomb) între punctele A și B se efectuează un lucru mecanic de 1J(joule).

Deci, în concluzie dacă avem spre exemplu o baterie de 9V (asta fiind t.e.m.), la consumator, la ”bornele lui” (spre exemplu un bec) nu va ajunge niciodată o tensiune de 9V, ci una ceva mai mică (maxim 7 – 8V), restul se va ”pierde” în interiorul sursei (acea ”cădere de tensiune” explicată mai sus).

5. Rezistența unui consumator pe care o vom numi scurt *rezistența electrică* este o caracteristică a consumatorului din circuitul electric.

Rezistența electrică este o mărime fizică scalară caracteristică unui consumator care este, prin definiție, egală cu raportul dintre tensiunea electrică ce străbate consumatorul și intensitatea curentului din circuit.

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

Unitatea de măsură a rezistenței electrice :

$$[R]_{SI} = \frac{[U]_{SI}}{[I]_{SI}} \quad 1\Omega(\text{ohm}) = \frac{1V}{1A}$$

Un consumator are o rezistență electrică de $1\Omega(\text{ohm})$ dacă la bornele lui avem o tensiune electrică de $1V(\text{volt})$, iar prin circuitul electric în care se află consumatorul circulă un curent de $1A(\text{amper})$.

În concluzie un circuit electric simplu, compus dintr-o sursă de tensiune, conductoare de legătură, întrerupător și consumator e caracterizat de trei mărimi fizice scalare :

- Tensiune electrică, măsurată în volți(V)
- Intensitatea curentului electric, măsurată în amperi(A)
- Rezistența electrică, măsurată în ohmi(Ω)

6. Rezistivitatea unei rezistențe electrice

Am definit la punctul anterior rezistența electrică. Din relația de definiție reiese că ea este dependentă exclusiv de tensiunea de la bornele acesteia și de intensitatea curentului din circuit. Dar experimental se constată că rezistența electrică depinde de materialul din care este construită. Spre exemplu materialul din care este construit un reșou electric se numește *nichelină*. Ea este prezentă într-un reșou sub formă de spirală. La trecerea unui curent prin ea aceasta se încălzește (ajunge la incandescență) și radiază căldură. Mai jos aveți imaginea unui reșou electric construit în anii 80 de către studenții din căminele studențești... ☹



Dar să vedem cum este această dependență de materialul din care e construită rezistența. Experimental se constată că :

$R \sim l$, unde l – lungimea rezistenței

$R \sim \frac{1}{S}$ unde S – aria secțiunii transversale a conductorului din care e construită

rezistența. Deci putem scrie că $R \sim \frac{l}{S}$ Pentru a pune egal între rezistența R și lungimea

acesteia(l), respectiv aria secțiunii transversale S (de obicei un cerc) trebuie să introducem o constantă ce depinde de materialul din care e construită rezistența numită "rezistivitate"

ρ — rezistivitatea unei rezistențe. Deci putem scrie că, valoarea unei rezistențe electrice în funcție de dimensiunile și materialul din care e construită este dată de :

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

Din relația de mai sus exprimăm unitatea de măsură a rezistivității unei rezistențe electrice R

$$\rho = \frac{RS}{l} \quad [\rho]_{SI} = \frac{[R][S]}{[l]} \quad \rho = \frac{\Omega \cdot m^2}{m} \quad \rho = \Omega \cdot m$$

Deci rezistivitatea unei rezistențe se măsoară în $\Omega \cdot m$.

Această rezistivitate ρ este puternic influențată de temperatură. Astfel putem scrie :

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

ρ_0 – este rezistivitatea materialului din care este construită rezistența la temperatura $t_0 = 0^\circ C$

ρ – este rezistivitatea materialului din care e construită rezistența la temperatura t

Deci putem scrie :

$$R = \rho_0(1 + \alpha t) \frac{l}{S}$$

α – coeficient de temperatură a rezistivității(cu unitatea de măsură grad^{-1})

Expresia de mai sus este a unei rezistențe în funcție de dimensiuni și natura materialului din care e construită. Mai jos aveți un tabel cu valorile rezistivității diferitelor materiale.

Substanța	$\rho_0 (\Omega \cdot m)$	$\rho(\Omega \cdot m) (20^\circ)$	$\alpha(\text{grad}^{-1})$
Nichelină	$3 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	0,0001
Aur	$1,92 \cdot 10^{-8}$	$2,24 \cdot 10^{-8}$	0,0083
Cupru	$1,48 \cdot 10^{-8}$	$1,68 \cdot 10^{-8}$	0,0068
Fier	$8,59 \cdot 10^{-8}$	$9,71 \cdot 10^{-8}$	0,0065
Argint	$1,42 \cdot 10^{-8}$	$1,59 \cdot 10^{-8}$	0,0061
Wolfram	$5,02 \cdot 10^{-8}$	$5,47 \cdot 10^{-8}$	0,0045
Platină	$9,83 \cdot 10^{-8}$	$10,6 \cdot 10^{-8}$	0,0039
Aluminiu	$2,44 \cdot 10^{-8}$	$2,65 \cdot 10^{-8}$	0,0043
Mercur	$94,1 \cdot 10^{-8}$	$95,8 \cdot 10^{-8}$	0,0009