

ELECTRICITATE SI MAGNETISM

1.1 Sarcina electrica

Sarcina electrica (Q sau q) este o marime fizica ce caracterizeaza starea de electrizare a unui corp.

Metode de electrizare care conduc la aparitia sarcinii electrice:

- **frecare**: doua corpuri prin frecare se incarca cu sarcini de semn contrar; are loc un transfer de electroni de la un corp la altul. Sarcina totala a sistemului ramane constanta.
- **contact**: transfer de electroni de la un corp la altul cu care este in contact. Cel de-al doilea corp va avea sarcini de acelasi fel. Sarcina totala a sistemului ramane constanta.
- **influenta**: fenomen de redistribuire a electronilor in corp (de ex: la extremitati se incarca cu sarcini diferite → polarizare).

Unitatea de masura

$$\langle Q \rangle_{si} = C \text{ (coulomb)}$$

Sarcina electrica elementara

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

Sarcina electronului

$$q_e = -e$$

Sarcina electrica cu care este incarcat un corp electric este multiplu intreg al sarcinii electrice elementare

Sarcina electrica:

- pozitiva → pentru corpurile cu deficit de electroni
- negativa → pentru corpurile cu exces de electroni

La conductoare electrizarea se manifesta pe toata suprafata corpului, iar la izolatoare electrizarea se manifesta local.

Legea conservarii sarcinii electrice

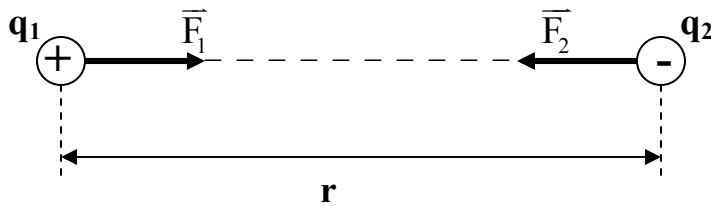
$$Q = \sum q_i = \text{const}$$

Intr-un sistem izolat, sarcina electrica totala conserva [suma algebrica a sarcinilor pozitive si negative e constanta]

Sarcina punctiforma – secțiunea abstractă ce caracterizează corpurile cu dimensiuni neglijabile, purtătoare al unei sarcini electrice.

Între corpurile electrizate aflate în repaus se stabilește o interacțiune electrostatică caracterizată de apariția unor forțe de respingere, dacă corpurile sunt încărcate cu sarcini de același semn, sau de apariția unor forțe de atracție dacă corpurile sunt încărcate cu sarcini de semne diferite.

1.2 Forța electrostatică. Legea lui Coulomb



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 = \vec{F}$$

Doa sarcini electrice punctiforme aflate în repaus într-un mediu dielectric interacționează cu forțe egale și de sensuri opuse.

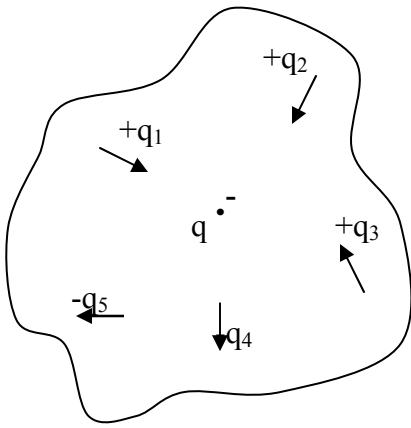
$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}; K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

ϵ - permitivitatea electrică a mediului
 ϵ_0 - permitivitatea electrică a vidului
 ϵ_{r-p} - permitivitatea electrică relativă a mediului
 } $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$

În vid :

$$K_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \left(\frac{\text{F}}{\text{m}} \right)$$

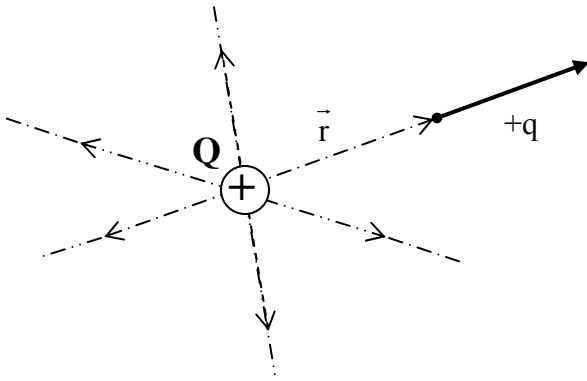


Pentru un sistem de sarcini electrice punctiforme, forta rezultata intr-un punct oarecare este suma vectoriala a fortelor cu care actioneaza asupra sa fiecare sarcina a sistemului

$$\vec{F} = \sum \vec{F}_i$$

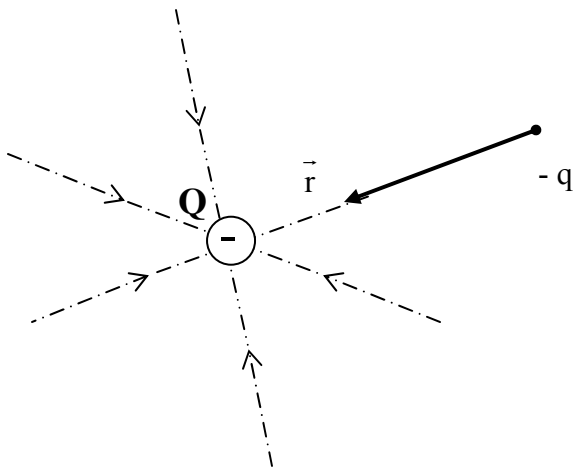
1.3 Campul electric

Orice corp incarcat cu sarcina electrica Q este caracterizat de prezenta in jurul sau a unui camp electric. Orice alta sarcina electrica q aflata in campul sau este atrasa sau respinsa cu o forta electrostatica sau respinda cu o forta electrostatica data de interactiunea celor doua sarcini.



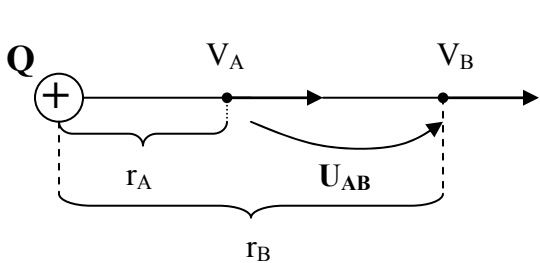
Intensitatea campului electric $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = K \frac{Q}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$

Campul electric are forma radiala.



Tensiunea si potentialul campului electric

Potentialul electric (v) intr-un punct al unui camp electric este o marime fizica scalara, numeric egala cu lucrul mecanic efectuat de forta electrica pentru a deplasa un corp de sarcina electrica de 1C pana la un punct de referinta.



$$V_A = \frac{1}{q} L_A(r) \Big|_{r \rightarrow \infty}$$

$$V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r_A};$$

Tensiunea electrica intre doua puncte A si B este data de diferenta de potential dintre aceste puncte

$$U_{AB} = V_A - V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon} Q \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right]$$

Daca deplasarea sarcinii (+) se face de la A la B, atunci $V_A > V_B$ si $U_{AB} > 0$. In cazul unei sarcini negative ce se deplaseaza de la B la A in campul creat de sarcina corpului +Q, tensiunea $U_{AB} = V_A - V_B > 0$. Tensiunea electrica este calculata de-a lungul unei linii de camp si va avea sensul vectorului intensitate electrica \vec{E} .

Potentialul electric va fi pozitiv sau negativ in functie de semnul sarcinii electrice a corpului ce genereaza campul electric. Sub actiunea campului, un corp cu sarcina pozitiva ($q > 0$) se deplaseaza pe linia de camp de la un potential superior spre un potential inferior, iar un corp (particula cu sarcina negativa ($q < 0$)) se va deplasa invers.

Cazul unui camp electric uniform ($\vec{E} = \text{const}$)

$$U_{AB} = \frac{1}{a} L_{AB} = \frac{1}{a} \cdot F \cdot d = E \cdot d$$

Principiul superpozitiei pentru potentiale

$$V = \sum V_k$$

Potentialul rezultat intr-un punct oarecare al unui camp electric rezultat din suprapunerea campurilor generate de mai multe corpuri punctiforme incarcate electric, este egal cu suma algebrica a potentialelor campurilor generate independent de fiecare corp incarcat.

Energia electrica potentiala (E_p) a unui sistem format din doua corpuri punctiforme, incarcate cu sarcinile electrice Q , respectiv q , aflate la distanta r unul de celalalt este:

$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q \cdot q}{r} = K \cdot \frac{Qq}{r}$$

Suprafata ehipotentiala este data de multimea tuturor punctelor dintr-un camp electric in care potentialul are aceeasi valoare.

Pentru un sistem de mai multe sarcini vom generaliza:

$$E_p = \frac{1}{2} \left[q \cdot K \cdot \frac{Q}{r} + Q \cdot K \cdot \frac{q}{r} \right] = \frac{1}{2} [qV_q + QV_Q]$$

Pentru un sistem de mai multe sarcini vom generaliza:

$$E_p = \frac{1}{2} \sum q_k V_k$$

unde V_k reprezinta potentialul generat de celelalte sarcini din sistem in punctul in care se afla sarcina q_k .

1.4 Materiale electrice

- conductoare
- semiconductoare
- izolatoare

Materialele conductoare – sunt acele materiale care au in compunerea lor sarcini electrice (particule purtatoare de sarcina electrica) care se pot deplasa in mediul respectiv, pe distante mult mai mari, comparativ cu dimensiunea lor. Materialele conductoare au o conductivitate electrica ridicata, deci o rezistenta electrica scazuta.

$$\rho_c < 10^{-5} \Omega m$$

Izolatoarele -- sunt acele materiale ce nu au particule libere purtatoare de sarcina electrica. Particulele purtatoare de sarcina electrica sunt strans legate de atomi si nu se pot desprinde de acestia in prezenta unui camp electric extern, pentru a deveni particule libere. Rezistivitatea acestor materiale este foarte ridicata.

$$\rho_i > 10^7 \Omega m$$

Materialele semiconductoare – se caracterizeaza printr-o conductivitate electrica situata intre cea a conductoarelor si a izolatoarelor. Cu alte cuvinte vom spune despre rezistivitatea electrica a lor:

$$10^{-5} \Omega\text{m} < \rho_s < 10^7 \Omega\text{m}$$

La temperaturi joase un semiconductor se comporta ca un izolator si abia la temperaturi mai mari acesta devine electric conductor.

Proprietati ale conductoarelor aflate in echilibru electrostatic:

1. $\vec{E}_{\text{int}} = 0, V_{\text{int}} = \text{const}$
In interiorul unui conductor aflat in echilibru electrostatic (inclusiv in eventualele cavitati), intensitatea campului electric este nula, iar potentialul electric are aceiasi valoare in toate punctele.
2. $q_{\text{int}} = 0$
Sarcina in exces, plasata pe un conductor aflat in echilibru electrostatic, se distribuie numai pe suprafata exterioara a conductorului.
3. Intensitatea \vec{E} in exteriorul conductorului, in imediata vecinatate a acestuia, este perpendiculara pe suprafata conductorului.

Capacitatea electrica a unui conductor (C) – pentru un conductor este o marime fizica numeric egala cu raportul dintre sarcina electrica de pe conductor si potentialul acestuia.

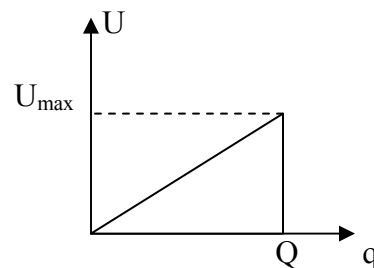
$$C = \frac{Q}{V}; \langle C \rangle_{\text{si}} = \frac{C}{V} = \text{F (farad)}$$

Energia campului electric (intre armaturile unui conductor)

In timpul incarcarii unui condensator cu sarcina electrica Q, tensiunea dintre armaturi creste de la 0 la o valoare maxima U.

Lucrul mecanic efectuat la incarcare:

$$L_{AB} = Q \cdot \frac{Q + U_{\text{max}}}{2} = \frac{1}{2} QU = W$$



Energia campului electric (W):

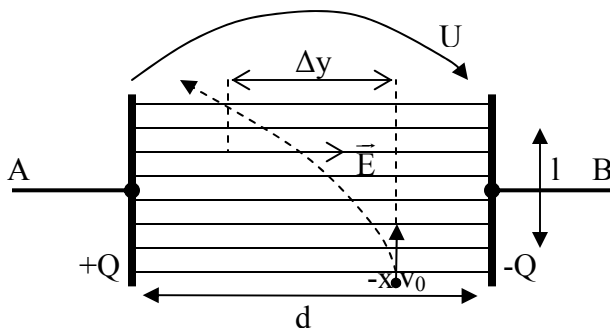
$$W = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$U = E \cdot d; C = \frac{\epsilon S}{d} \Rightarrow W = \frac{1}{2} \epsilon S d E^2$$

Densitatea de energie:

$$\omega = \frac{dW}{dV} = \frac{1}{2} \epsilon E^2$$

Miscarea purtatorilor de sarcina in camp electric uniform



$$E = \frac{U}{d} = \text{const}$$

$$\vec{v} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$$

Pe directia y avem $\Delta y = \frac{1}{2} at^2$ (ec. de miscare) unde $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$. Pe directia x viteza ramane constanta, $x = v_0 t \rightarrow t = \frac{x}{v_0}$. Inlocuind a si t obtinem: $\Delta y = \frac{1}{2} \frac{qE}{mv_0^2} X^2$

La iesire vom avea:

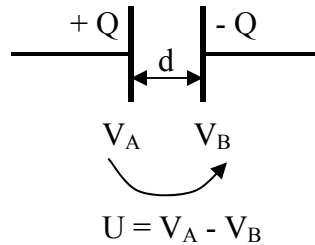
$$\Delta y = \frac{1}{2} \frac{qE}{mv_0^2} l^2 = \frac{1}{2} \frac{qU}{mdv_0^2} l^2$$

1.5 Condensatorul electric

Definitie: *un ansamblu de doua suprafete conductoare (armaturi) separate de un dielectric (izolator, formeaza un condensator electric*

Capacitatea unui condensator este marimea fizica scalara egala cu raportul dintre sarcina electrica de pe una dintre armaturi si diferenta de potential dintre cele 2 armaturi ale condensatorului.

$$C = \frac{Q}{U}$$



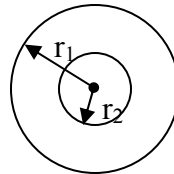
- pentru un **condensator plan** avem :

$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$

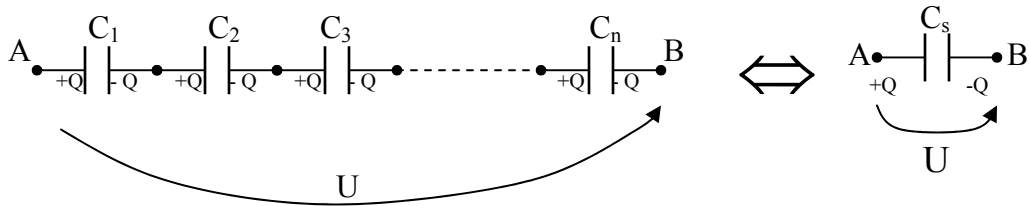
unde: S = suprafata unei armaturi
 d = distanta dintre armaturi
 ϵ = permitivitatea electrica a mediului

- pentru un **condensator sferic** avem:

$$C = \epsilon \frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2}$$



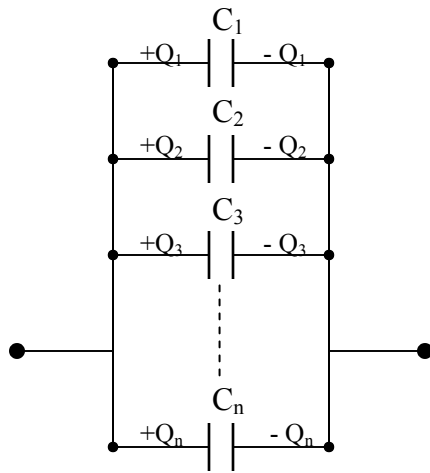
Gruparea in serie a condensatoarelor



$$U = \frac{Q}{C_s}; \quad U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum \frac{Q}{C_k}$$

$$\frac{1}{C_s} = \sum \frac{1}{C_k}$$

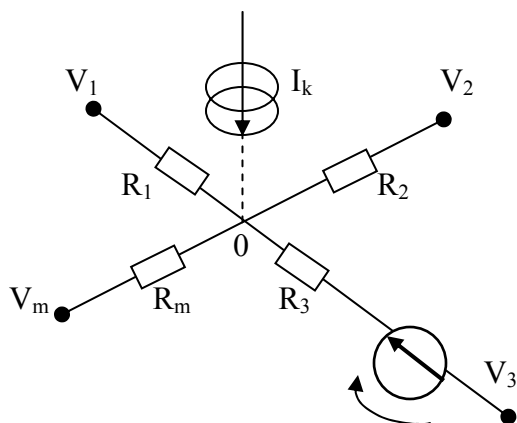
Gruparea in paralel a condensatoarelor



$$Q = C_p U; \quad Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

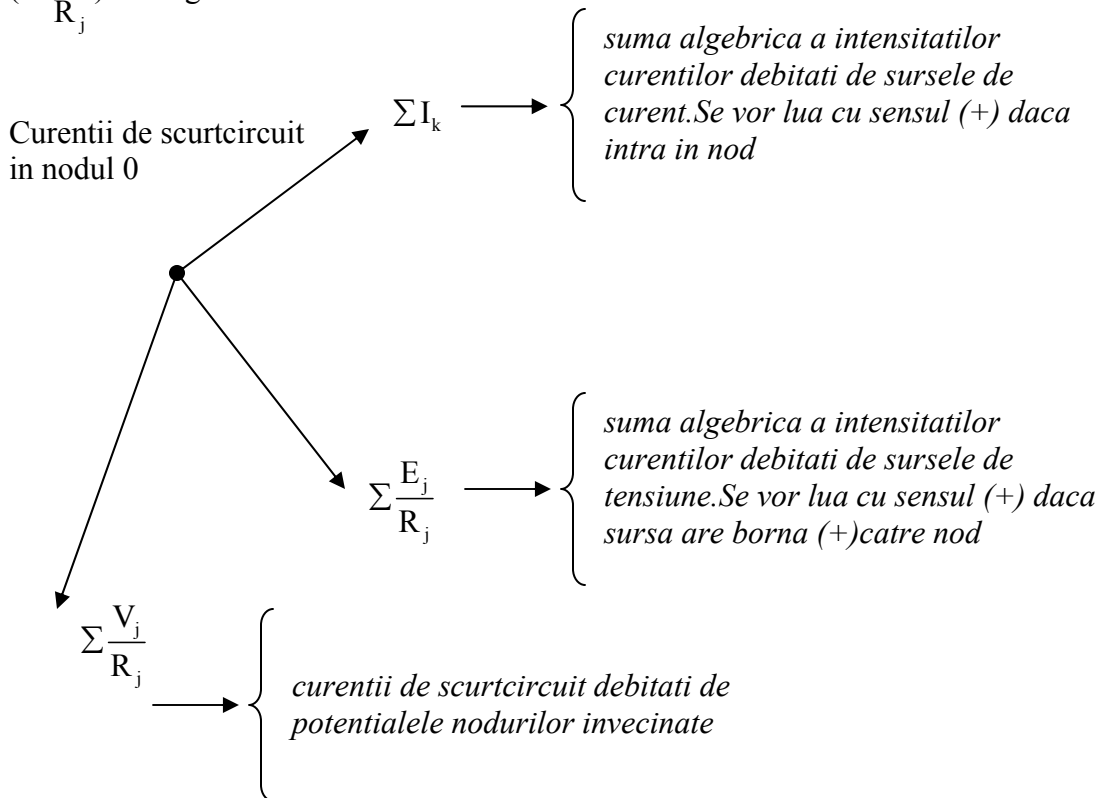
Metoda potentialelor la noduri

Este o metoda facila si rapida de rezolvare a unui circuit electric care reduce numarul de ecuatii independente la $(n-1)$, corespunzator nodurilor in care se scrie aceste ecuatii. Potentialele acestor noduri vor constitui necunoscuta sistemului de ecuatii atasat circuitului. Nodul in care nu se vor scrie aceste ecuatii se alege ca referinta si va avea potentialul $V_R = 0$



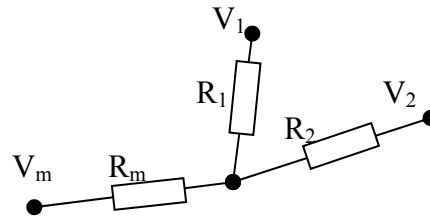
$$V_0 \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_m} \right] = \sum I_k + \sum_{i=1}^m v$$

Potentialul unui nod V_0 inmultit cu suma tuturor admitantelor din nodul respectiv $(\sum \frac{1}{R_j})$ este egala cu suma tuturor curenților de scurtcircuit.



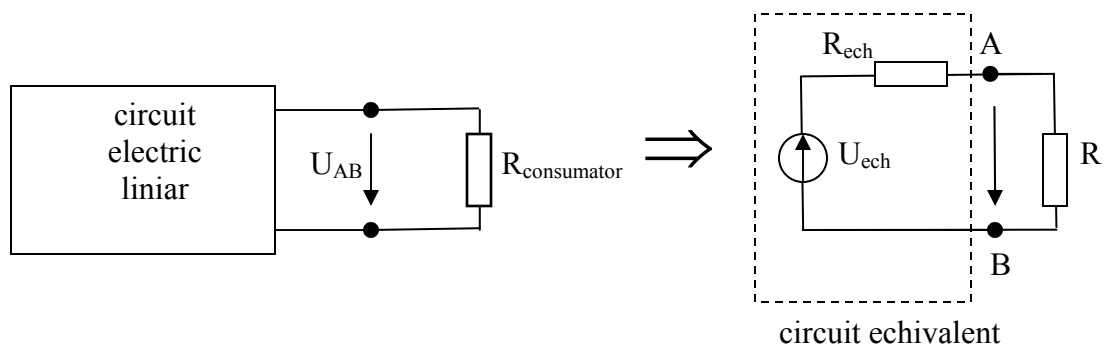
Daca nu avem surse de curent si de tensiune pe nici o ramura care intra in nod, atunci MPN:

$$V_0 \left[\sum_{k=1}^m \frac{1}{R_k} \right] = \sum_{k=1}^m \frac{V_k}{R_k}$$



Teorema de echivalare a generatorului de tensiune

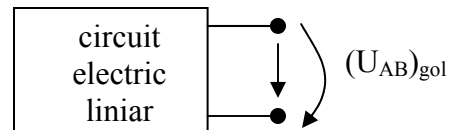
(Teorema lui Thévenin)



Orice circuit liniar se poate echivala la 2 borne ale sale cu o sursa echivalenta de tensiune si o rezistenta echivalenta. Sursa de tensiune impreuna cu rezistenta poarta numele de generator de tensiune echivalent.

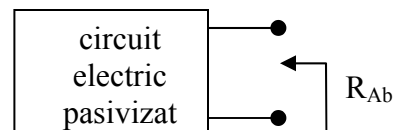
Tensiunea echivalenta este egala cu tensiunea de mers in gol masurata la bornele A si B.

$$U_{ech} = (U_{AB})_{gol}$$

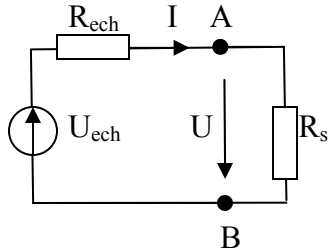


Rezistenta echivalenta este egala cu rezistenta interna a circuitului de echivalat. Aceasta se masoara la bornele A si B ale circuitului pasivizat.

$$R_{ech} = (R_{AB})_{circuit\ pasivizat}$$



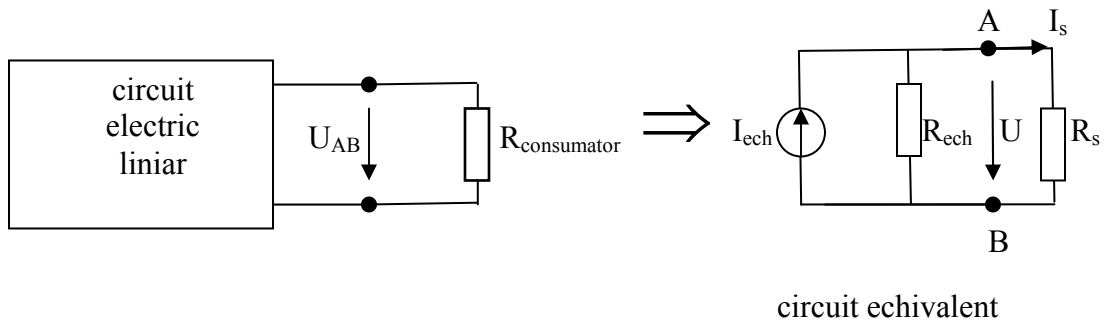
Circuitul se considera pasivizat cant toate sursele de tensiune sunt scurtcircuitate (inlocuite cu rezistenta interna) iar sursele de curent eliminate (inlocuite cu rezistenta interna).



$$I(R_s) = \frac{U_{ech}}{R_{ech} + R_s}; \quad I_{SCC} = I(0) \quad (R_s = 0)$$

$$R_{ech} = \frac{U_{gol}}{I_{SCC}}$$

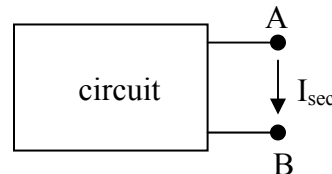
Teorema generatorului de curent echivalent (Teorema lui Norton)



Orice circuit liniar se poate echivala la 2 borne ale sale cu o sursa echivalenta de curent si o rezistenta echivalenta. Sursa de curent impreuna cu rezistenta formeaza un generator de curent echivalent.

Intensitatea curentului este egala cu intensitatea curentului de scurtcircuit la bornele A si B.

$$I_{ech} = (I_{AB})_{gol}$$



Rezistenta echivalenta este egala cu rezistenta interna a circuitului de echivalat. Aceasta se masoara la bornele A si B ale circuitului pasivizat.

$$R_{ech} = (R_{AB})_{circuit\ pasivizat}$$

$$I_s = I(R_s) = \frac{R_{ech}}{R_{ech} + R_s} I_{ech} ; \quad I_{SCC} = I(0) \quad (R_s = 0)$$

$$R_s = 0 \Rightarrow I(0) = I_{scc} \Rightarrow I_{ech} = I_{scc}$$

$$R_s \rightarrow \infty \Rightarrow (U_{AB})_{gol} = R_{ech} \cdot I_{ech} = R_{ech} \cdot I_{ech}$$

$$R_{ech} = \frac{(U_{AB})_{gol}}{(I_{AB})_{SCC}}$$

Teorema superpozitiei

Daca un circuit nu prezinta nici o sursa generatoare de curent sau de tensiune, atunci prin nici una din ramurile sale nu circula curent iar caderile de tensiune pe orice cunsumator = 0.

Sa presupunem ca intr-un circuit electric exista o singura sursa generatoare. Potentialele nodurilor circuitului, caderile de tensiune pe laturi si intensitatile curentilor prin aceste laturi sunt unic determinate de respectiva sursa generatoare.

O alta sursa generatoare, cu alti parametrii, va modifica toate aceste marimi electrice.

Sursele generatoare de tensiune sau de curent sunt cauzele pentru care potentialele nodurilor, scaderile de tensiune pe laturi si intensitatile curentilor, ca efecte, sunt diferite de zero

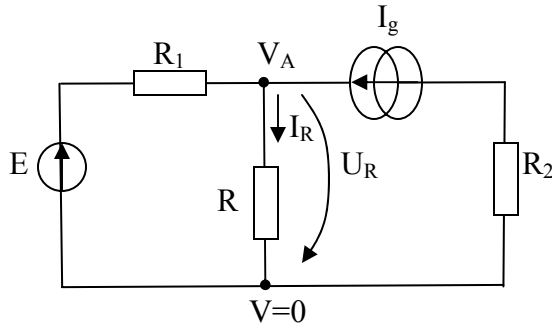
Valoarea unui parametru de circuit (tensiune sau curent) este data de suma efectelor (tensiuni si curenti partiali) fiecare cauza in parte.

$$V_k = \sum_{i=1}^m V_{ki} \quad \begin{array}{l} k - \text{nr. de noduri} \\ l - \text{nr. de laturi} \\ r - \text{ramuri} \\ m - \text{nr. de surse de} \\ \text{curent sau tensiune} \end{array}$$

$$U_l = \sum_{i=1}^m U_{ei}$$

$$I_r = \sum_{i=1}^m I_i$$

Exemplu:



$$I_R = I_R(E) \Big|_{I_g=0} + I_R(I_g) \Big|_{E=0}$$

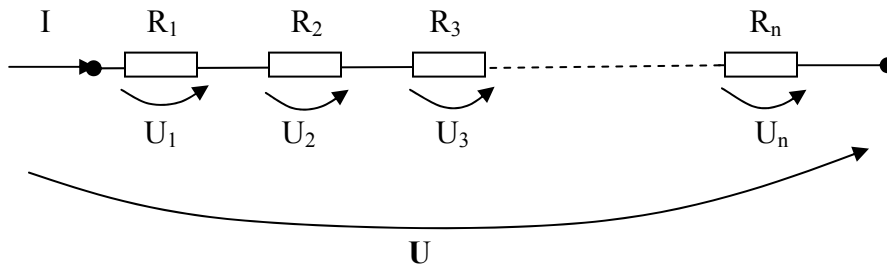
$$U_R = U_R(E) \Big|_{I_g=0} + U_R(I_g) \Big|_{E=0}$$

$$V_A = V_A(E) \Big|_{I_g=0} + V_A(I_g) \Big|_{E=0}$$

$$I_R = I_R(E) \Big|_{I_g=0} + I_R(I_g) \Big|_{E=0} = \frac{E}{R_1 + R} + \frac{R_1}{R_1 + R} I_g$$

Gruparea rezistoarelor si generatoarelor electrice

Gruparea in serie a rezistoarelor



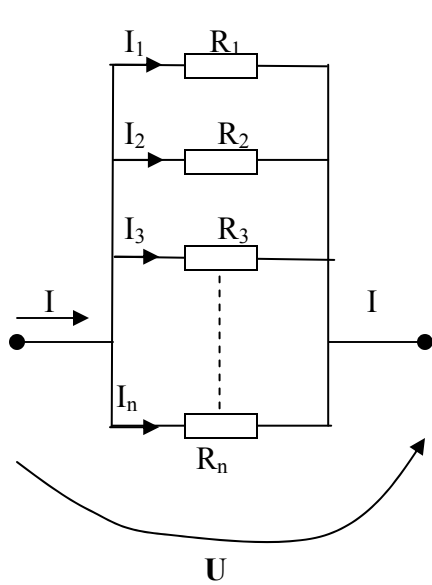
$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$R_{\text{serie}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \Rightarrow R_{\text{serie}} = \sum_{k=1}^n R_k$$

$$R_{\text{serie}} \cdot I = R_1 I + R_2 I + \dots + R_n I$$

$$\text{In cazul in care avem } n \text{ rezistoare identice } \Rightarrow R_{\text{serie}} = nR$$

Gruparea in paralel a rezistoarelor



$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

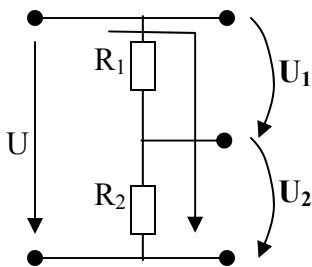
$$\frac{U}{R_{\text{paralel}}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_{\text{paralel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_{\text{paralel}}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

Se numeste conductanta a unui rezistor inversul rezistentei acestuia.
 Conductanta echivalenta a unei grupari in paralele de rezistoare este egala cu suma conductantelor tuturor rezistoarelor

Teorema divizorului de tensiune



$$U = U_1 + U_2 = R_1 I_1 + R_2 I_2 = (R_1 + R_2)I$$

$$I_1 = I_2 = I$$

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U ; U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

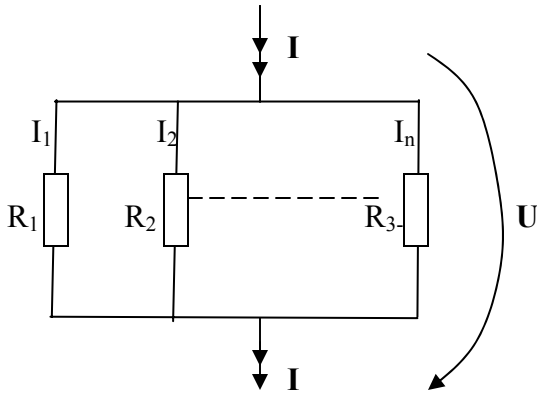
Caderea de tensiune pe o rezistenta a unui divizor de tensiune este direct proportionala cu valoarea rezistentei.

Divizor de tensiune: grup de rezistente inseriate pe care este aplicata o tensiune U

Generalizare:
$$U_k = \frac{R_k}{\sum_{i=1}^n R_i} U$$

Teorema divizorului de curent

Divizor de curent : grup de rezistenta conectate in paralel in care este “injectat “ un curent I.



$$U = R_1 I_1 = R_2 I_2 = \dots = R_n I_n$$

Pentru n =2 => $I = I_1 + I_2$

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U$$

$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)R_1 I_1 = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)R_2 I_2$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I ; \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

Intensitatea curentului printr-o rezistenta a unui divizor de curent e invers proportionala cu valoarea rezistentei.

Energia si puterea electrica

Energia electrica transmisa unui consumator pe o durata de timp Δt este:

$$W = U \cdot I \cdot \Delta t = \frac{U^2}{R_s} \cdot \Delta t = R_s I^2 \cdot \Delta t$$

$$\langle W \rangle_{SI} = J \text{ (joule)}$$

Energia furnizata intregului circuit:

$$W_{\text{gen}} = E \cdot I \cdot \Delta t = \frac{E^2}{R_s + r} \cdot \Delta t$$

in practica 1KWh = 3600 KJ

Puterea electrica (P): este marimea fizica sclara numeric egala cu energia electrica transferata in unitatea de timp.

$$P = \frac{dw}{dt} \text{ sau } P = \frac{w}{\square t} ; \langle P \rangle_{SI} = 1w \text{ (watt)}$$

Puterea electrica a generatorului de tensiune:

$$P_{\text{gen}} = \frac{E^2}{R_s + r} = E \cdot I = (R_s + r)I^2$$

Puterea electrica disipata in circuitul exterior la consumator:

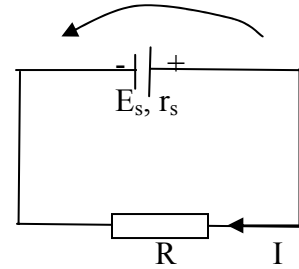
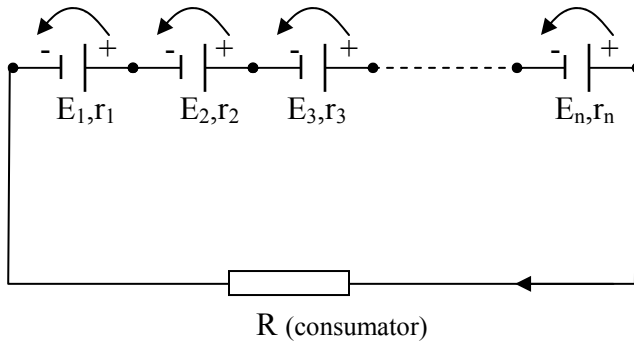
$$P_{\text{debit}} = U \cdot I = \frac{U^2}{R_s} = R_s I^2 = R_s \cdot \frac{E^2}{(R_s + r)^2}$$

Consumul de putere al sursei:

$$P_{\text{int}} = u \cdot I = \frac{u^2}{r} = r \cdot I^2 = r \cdot \frac{E^2}{(R_s + r)^2}$$

$P_{\text{gen}} = P_{\text{debit}} + P_{\text{int}}$
--

Gruparea in serie a generatoarelor de tensiune

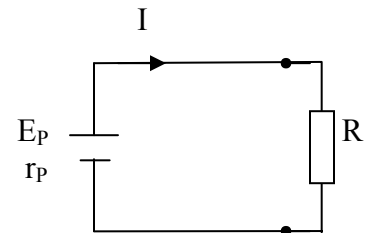
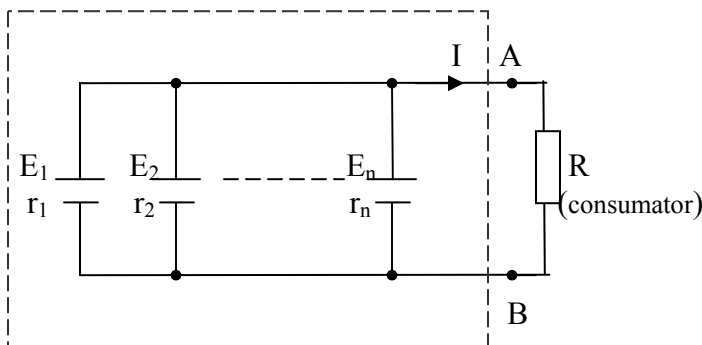


$$\begin{cases} E_s = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \\ r_s = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n \end{cases} ; \quad I = \frac{E_s}{r_s + R}$$

In cazul in care avem n surse identice: $E_s = nE$; $r_s = n \cdot r$

Mai multe generatoare de tensiune (n) cu t.e.m. (E_k), rezistenta interioara (r_k) grupate in serie pot fi inlocuite cu un generator echivalent cu t.e.m. egala cu suma t.e.m. ale tuturor generatoarelor ($\sum_{k=1}^n E_k$) de tensiune si cu rezistenta interioara egala cu suma rezistentelor interioare ($\sum r_k$) a tuturor generatoarelor de tensiune.

Gruparea in paralel a generatoarelor de tensiune



$$E_p = \frac{\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} + \dots + \frac{E_n}{r_n}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}} ; \quad \frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

n surse indentice: $E_p = E$ si $r_p = \frac{r}{n} \Rightarrow I = \frac{nE}{nR + r}$

Randamentul unui circuit electric

Randamentul (η) al unui circuit electric simplu este definit prin raportul dintre energia utila din circuit (furnizata constant motorului) si energia debitata de generator intregului circuit.

$$\eta = \frac{W_{util}}{W_{gen}} ; \quad 0 < \eta < 1$$

$$\eta = \frac{P_{deb}}{P_{gen}} = \frac{U \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U}{E} = \frac{R_s \cdot I}{(R_s + r)I} = \frac{R_s}{R_s + r}$$

$$\eta = \frac{U}{E} ; \quad \eta = \frac{R_s}{R_s + r} ; \quad \eta = 1 - \frac{I}{I_{sc}}$$

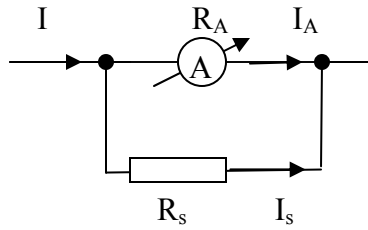
Aparate de masura

AMPERMETRU

- aparatul care masoara intensitatea curentului electric
- se conecteaza in serie cu elementele circuitului pe ramura in care se masoara intensitatea curentului



SUNTUL (R_s) - este o rezistenta electrica montata in paralel cu un ampermetru, in scopul marimii domeniului de masura al acestuia. In felul acesta o parte din curent va ocoli ampermetrul.

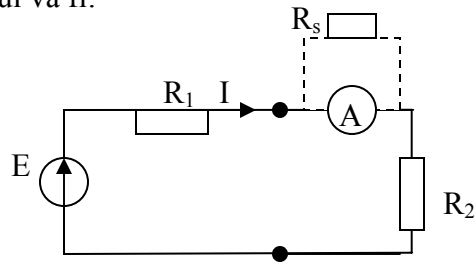


Pentru a masura un curent de n ori mai mare decat intensitatea maxima masurata de ampermetru:

$$R_s = \frac{R_A}{n-1} ; n = \frac{I}{I_A}$$

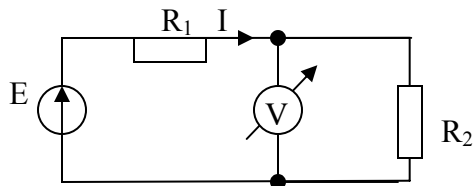
Dupa suntare rezistenta ampermetrului va fi:

$$R'_A = \frac{1}{n} R_A$$



montarea ampermetrului in circuit

VOLTMETRU - aparatul care masoara tensiunea electrica (diferenta de potential) intre doua puncte ale unui circuit electric.
 - se leaga in paralel cu portiunea de circuit la capetele careia se masoara tensiunea electrica.



Pentru a mari de n ori domeniul de masurare al unui voltmetru, in serie cu voltmetru se introduce o rezistenta aditioanala.

Intensitatea curentului electric

Curentul electric reprezinta o miscare dirijata a purtatorilor de sarcina electrica intr-un mediu conductor.

Intensitatea curentului electric (I) este o marime fizica scalara definita prin raportul dintre sarcina electrica transportata printr-o sectiune transversala a unui conductor si intervalul de timp in care aceasta sarcina este transportata.

$$I = \frac{Q}{\Delta t} ; \langle I \rangle_{si} = \frac{C}{s} = A \text{ [amper]}$$
$$\langle Q \rangle_{si} = \langle I \rangle_{si} ; \langle \Delta t \rangle_{si} = A \cdot S = C \text{ (coulomp)}$$

In cazul unui conductor parcurs de curent de electroni:

$$I = n \cdot S \cdot e \cdot v_e$$

$$\text{unde } n = \frac{d N_A}{M}$$

d - densitatea materialului;

S - aria sectiunii transversale;

e - sarcina elementara;

v_e - viteza de transport a electronilor;

N_A - numarul lui Avogadro, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecule}}{\text{mol}}$

M - masa atomica.

Circuitul electric

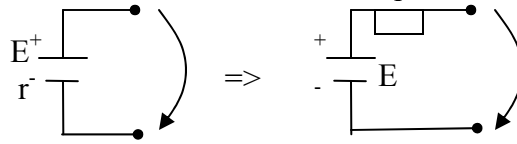
Circuitul electric reprezinta o linie poligonala inchisa (formata din laturi si noduri), pe laturile caruia intalnim elemente active (generatoare, componente active) si elemente pasive (consumatoare, rezistente, condensatoare) de circuit.

Sursa de tensiune sau generatorul de tensiune este un dispozitiv care transforma alte tipuri de energie in energie electrica sub forma unei tensiuni la borne.

Sursa de curent reprezinta un generator electric care furnizeaza in circuit un curent electric.

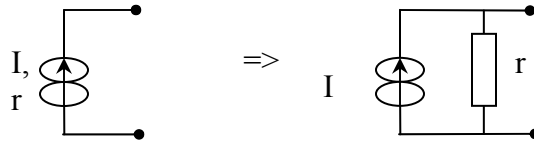
Tensiunea la bornele unui generator electric de tensiune se numeste tensiune electromotoare.

Sursa reala de tensiune



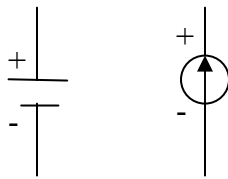
sursa ideala

Sursa reala de curent

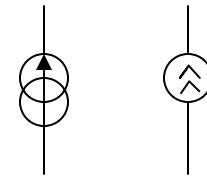


sursa ideala

Surse de tensiune



Surse de curent

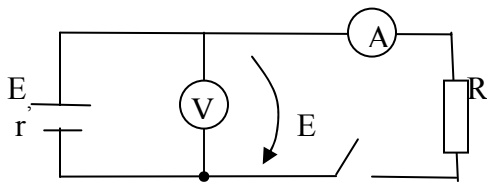


simboluri

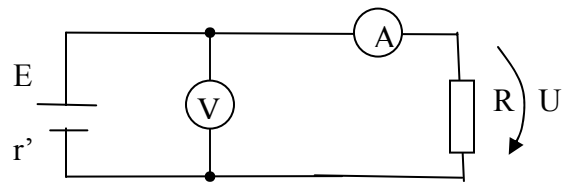
Observatii:

Tensiunea electromotoare (t.e.m) se masoara conectand voltmetrul in paralel cu generatorul de tensiune cu circuitul exterior deschis.

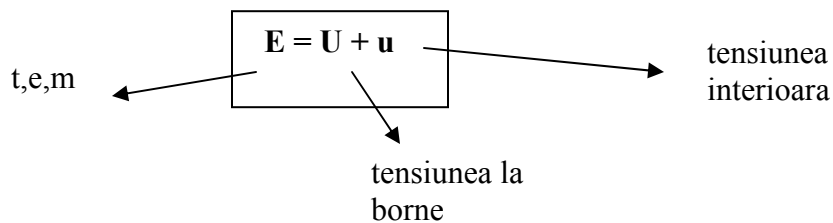
Tensiunea la borne se masoara conectand voltmetrul in paralel cu generatorul de tensiune cu circuitul exterior inchis



masurarea tensiunii t.e.m.



masurarea tensiunii la bornele generatorului de tensiune



Rezistenta electrica

Rezistenta electrica a unui conductor este marimea fizica scalara data de raportul dintre tensiunea electrica aplicata la capetele lui si intensitatea curentului electric ce il strabate.

$$R = \frac{U}{I} ; \quad \langle R \rangle_{si} = \frac{\langle U \rangle_{si}}{\langle I \rangle_{si}} = \frac{V}{A} = \Omega \text{ (ohm)}$$

Pentru un conductor metalic, cilindric si omogen este direct proportionala cu lungimea conductorului, inversproportionala cu aria sectiunii conductorului si depinde de natura materialului din care este alcatuit conductorul.

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

Pe intervale de temperatura nu prea mari, rezistivitatea unui conductor variaza liniar cu temperatura.

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

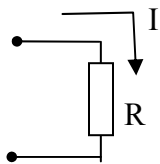
ρ_0 - rezistivitatea electrica la 0°C

α - coeficient termic al rezistivitatii

$$\langle \rho \rangle_{si} = \Omega \cdot m$$

Principalele legi ale unui circuit electric

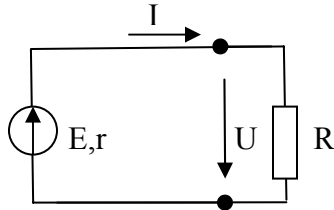
Legea lui Ohm pe o portiune de circuit



Intensitatea curentului pe o portiune de circuit de rezistenta constanta R este direct proportionala cu tensiunea U masurata la bornele circuitului.

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

Legea lui Ohm pentru intregul circuit



$$I = \frac{E}{R+r} \quad R+r = \text{rezistenta totala a circuitului}$$

Curentul de scurtcircuit

$$\text{Pentru } R = 0 \Rightarrow I_{\text{sc}} = \frac{E}{R} \text{ cel ma mare curent in circuit}$$

Legea lui joule

Caldura degajata la trecerea unui curent electric (I) printr-un conductor (rezistor de rezistenta R) este:

$$Q = RI^2t$$

unde t este intervalul de timp.

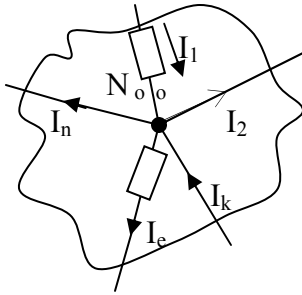
Reteaua electrica este un circuit electric complex, cu mai multe ramificatii compus din noduri, ramuri si ochiuri (bucle).

Nodul - punct al circuitului la care sunt conectate cel putin trei elemente de circuit.

Ramura - latura sau portiune de retea aflata intre doua noduri consecutive de rezistenta nenula.

Buclo(ochiul) - contur poligonal inchis format din doua sau mai multe ramuri de retea.

Teorema I a lui Kirckhoff

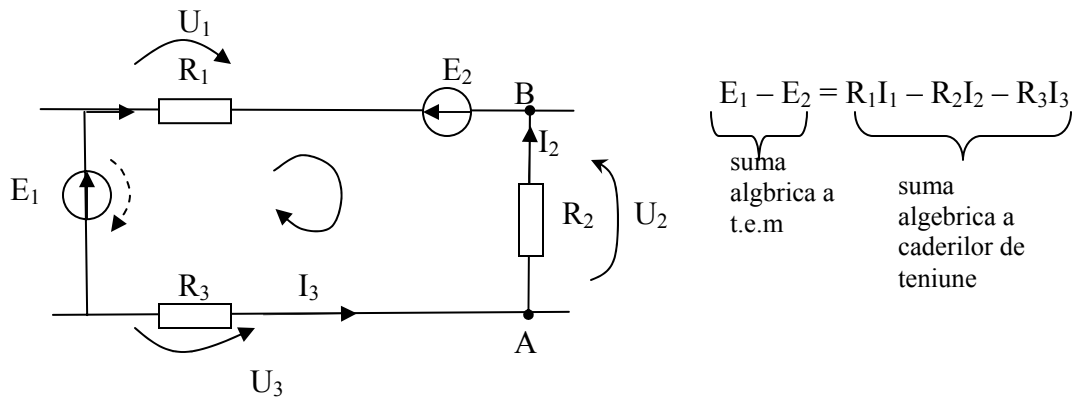


- a) Suma curentilor care intra intr-un nod de retea este egala cu suma intensitatii curentilor care ies din nodul de retea.
- b) Suma algebrica a intensitatilor curentilor intr-un nod de retea este egala cu 0.

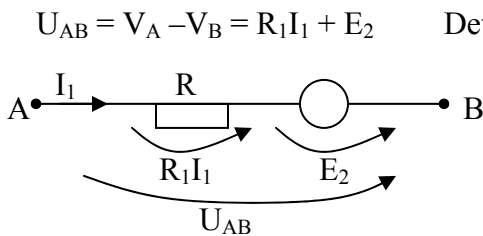
$$\sum I_k = 0$$

Teorema a-II-a a lui Kirckhoff

Intr-un ochi de retea, suma algebrica a tensiunilor electromotoare este egala cu suma algebrica a caderilor de tensiune.

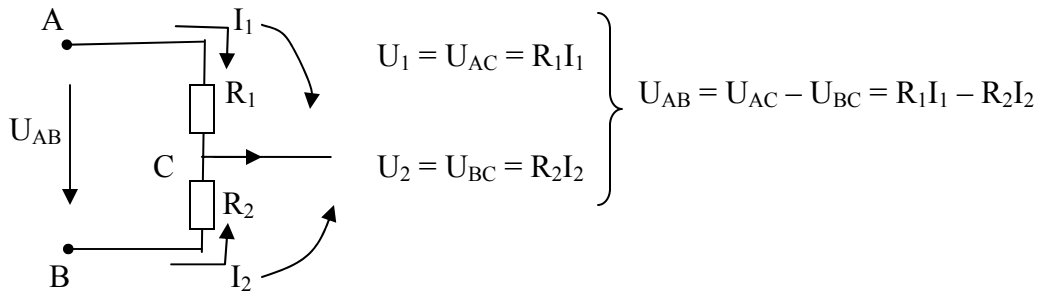


Diferenta de potential intre doua noduri



Determinarea diferentei de potential pe o ramura de retea (intre doua noduri ale retelei) se face tinand cont de sensul curentului prin ramura respectiva si de modul in care sunt dispuse sursele de tensiune.

De regula se determina o diferenta de potential intre doua noduri alegand sensul acestei tensiuni dupa sensul curentului prin ramura.

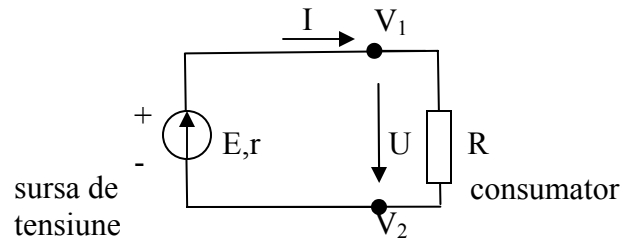


Sensul curentilor

a) Sensul curentului intr-un consumator de energie electrica se alege astfel incat acesta sa curga de la un potential mai ridicat catre unul scazut.

Prin alegerea invers a sensului curentului se va obtine o valoare negativa a intensitatii acestuia

b) Sensul curentului printr-un generator de tensiune este de la borna cu potential scazut catre borna cu potential ridicat.



Propozitie:

Suma caderilor de tensiune si a tensiunilor electromotoare intre doua noduri de retea este aceeași indiferent de traseul (ramura) ales.

$$\begin{aligned}
 U_{AB} &= V_A - V_B \\
 U_{AB} &= R_1 I_1 - E_1 + U_D \\
 U_{AB} &= U_{AC} + U_{CB} = R_2 I_2 - R_3 I_3 - E_2
 \end{aligned}$$

sau

$$U_{AC} = R_2 I_2 = \underbrace{R_1 I_1 - E_1 + U_D}_{U_{AB}} + \underbrace{E_2 + R_3 I_3}_{U_{BC}}$$

Ecuatiile de rezolvare a unui circuit electric

Pentru rezolvarea unui circuit electric se vor scrie:

- (n-1) ecuatii Kirckhoff I, in (n-1) noduri alese arbitrar din cele n noduri ale retelei. Cele (n-1) ecuatii K1 sunt ecuatii independente.
- m = l - n + 1 ecuatii Kirckhoff II, corespunzatoare celor m bucle fundamentale. In total numarul de ecuatii independente este egal cu numarul laturilor. O bucla fundamentala contine cel puțin o latura care nu apartine nici unei alte bucle.