

Electricitate - introducere

Potențialul electric

Potențialul electric denumit și *potențial electrostatic* este o mărime fizică scalară ce caracterizează câmpul electric.

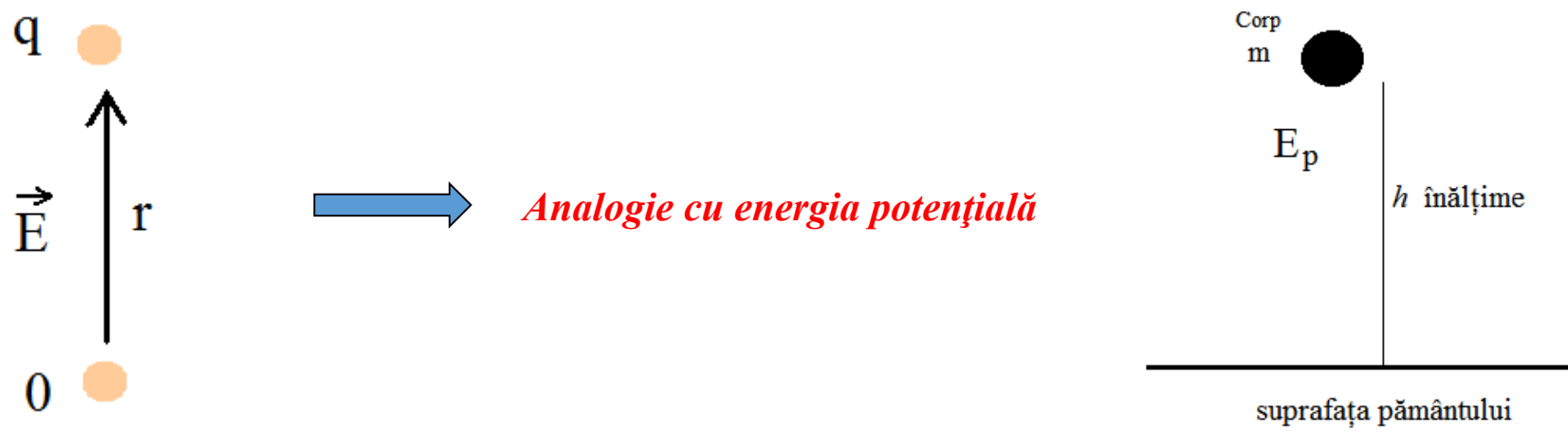
Unitatea de măsură în sistemul internațional este **Voltul [V]**.

Energia potențială electrică a unui punct încărcat cu sarcină q este:

$$U_E = q \cdot V$$

Într-un anumit mediu, avem $\mathbf{D} = \epsilon \cdot \mathbf{E}$, unde \mathbf{D} - *inducția electrică* (deplasare electrică) - mărime de stare ce caracterizează dpdv. electric un mediu dielectric. Unitate de măsură C/m^2 . (\mathbf{D} - mărime vectorială).

Daca mediul are si polarizație permanentă \mathbf{P} , atunci : $\overline{\mathbf{D}} = \epsilon_0 \overline{\mathbf{E}} + \overline{\mathbf{P}}$



Electricitate - introducere

Tensiunea electrică este definită între două puncte, ca fiind diferența de potențial al celor două puncte (raportat la același punct de referință de potențial 0).

- Este o mărime scalară, cu semn.

- *Notăție:* **U** sau **V** și se măsoară în **Volți [V]**

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad [V]$$

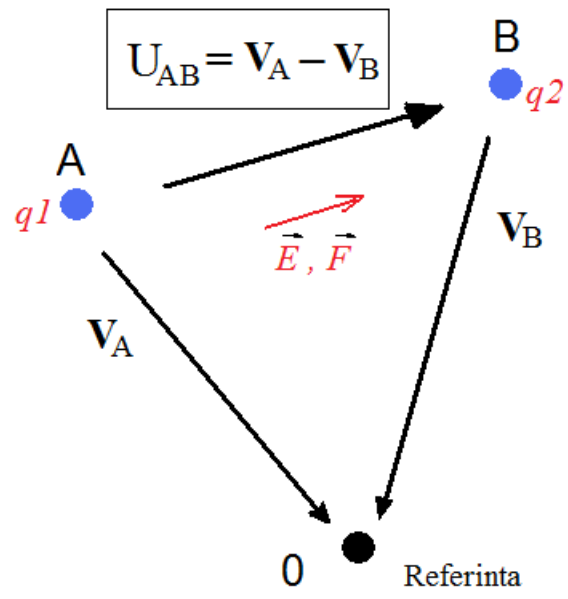
$$U_{AB} = - U_{BA}$$

Valori uzuale de tensiuni : μV , mV , V , KV

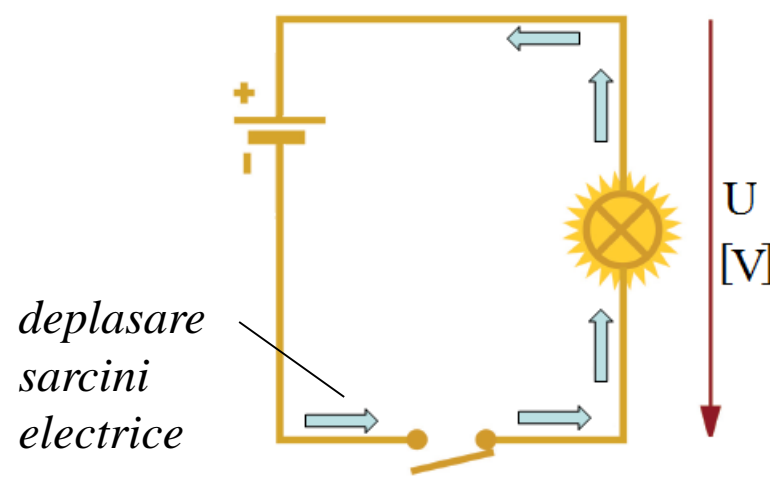
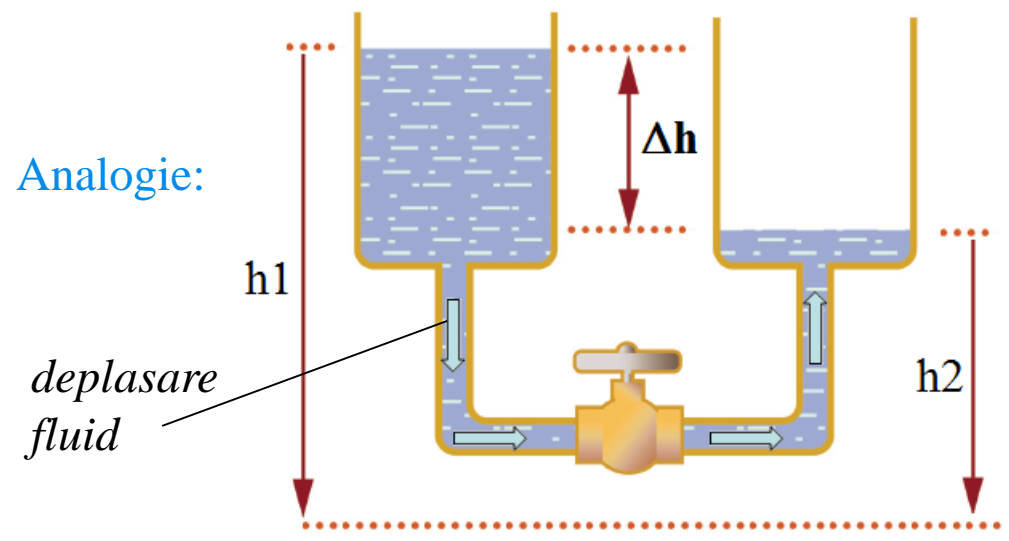
Diferență de sarcini => Câmp electric E => diferență de potențial

=> Tensiune electrică U => Forța electrică F

=> *Interacțiune (deplasare) sarcini electrice libere.*



Analogie:



Electricitate - introducere

Curentul electric.

Dacă printr-o suprafață oarecare există un transport de sarcini electrice, spunem că acea suprafață este străbătută de un *curent electric*.

Deplasarea sarcinilor electrice se face sub acțiunea unei forțe electrice F_e , menținute de un câmp electric E .

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Curentul electric reprezintă deplasarea dirijată a sarcinilor electrice printr-un material.

Mărimile care caracterizează curentul electric sunt:

❖ **Intensitatea curentului electric I** – este o mărime scalară care caracterizează global curentul electric.

Definiție: *Intensitatea curentului electric I măsoară cantitatea de sarcină electrică Q ce străbate secțiunea unui conductor în unitatea de timp t .*

Unitatea de măsură este **Amperul** [A] și reprezintă *Coulombi pe secundă*.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad [A]$$

Valori uzuale: amperi, miliamperi ($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$), microamperi ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$)

❖ **Densitatea de curent J** - este o mărime vectorială asociată fiecărui punct și este definită ca intensitatea curentului prin unitatea de suprafață a secțiunii. Se măsoară în A/m^2 .

$$J = \frac{I}{S} \quad [A \cdot m^{-2}]$$

Analogie:

➤ **curgerea curentului electric printr-un conductor** => **curgerea unui fluid printr-o conducta.**

➤ **intensitatea curentului electric ($I=Q/t$)** => **debitul ($D = \frac{m^3}{t}$ sau $D = \frac{l}{t}$)**

Efectele curentului electric.

❖ **Efectul termic** (*efectul Joule-Lentz*) - constă în încălzirea conductorului atunci când este parcurs de un curent electric, datorită ciocnirii electronilor de atomii din structura materialului.

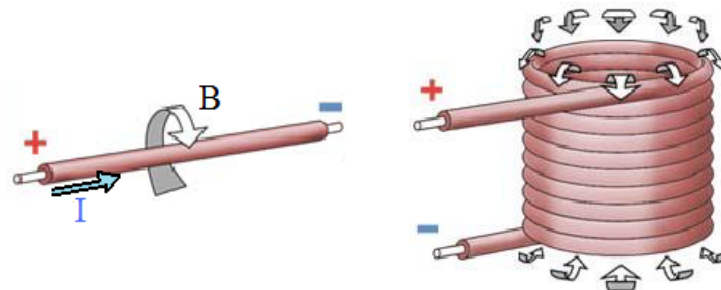
Căldura degajată este cu atât mai mare cu cât curentul prin material este mai mare și rezistența acestuia este ridicată. **Aplicații:**

- **Încălzire** (transformarea energiei electrice în energie termică): cuptoare electrice, reșouri și calorifere electrice, aeroterme, încălzirea scaunelor electrice, dezaburire lunetă, etc.

- **Iluminare** - încălzirea până la incandescență a unui fir conductor de wolfram duce la emisia de fotoni (producerea de lumină) - *becul cu filament*

- **Sudura** metalelor cu arc electric; tăierea metalelor

❖ **Efectul magnetic** - apariția unui câmp magnetic (rotativ) în jurul conductoarelor pe care le străbate (regula burghiului).

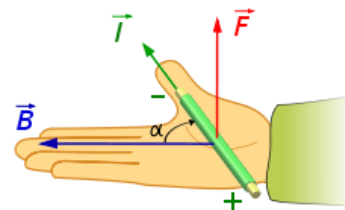


❖ **Apariția unei forțe electromagnetice** (electrodinamice) asupra conductoarelor străbătute de curent electric atunci când se află în câmp magnetic. (regula mâinii drepte)

$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}$$

Asupra unei sarcini în mișcare se exercită o forță :

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$



❖ **Efectul electrochimic** – *Electroliza* = procesul de orientare și separare a ionilor unui electrolit cu ajutorul curentului electric continuu.

Inducția electromagnetică

1. *Inducția electromagnetică* este producerea unei *tensiuni electromotoare* (tensiuni induse) într-un conductor situat în **câmp magnetic variabil**.

2. Inducția electromagnetică se produce și dacă avem un conductor care se rotește în câmp magnetic staționar (devine variabil față de spiră).

Legea inducției magnetice sau legea lui Faraday:

Într-o spiră se induce o tensiune electromotoare:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad [\text{V}]$$

Dacă avem N spire, atunci :

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad [\text{V}]$$

❖ Aplicații:

- Producerea de energie electrică – generatoare de inducție
- Transformatorul electric - Φ variabil

Autoinducția: fenomenul de inducere a unei tensiuni și curent într-o bobină la variația bruscă a curentului prin bobină.

LEGEA LUI OHM

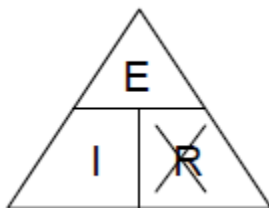
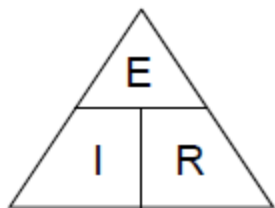
In curent continuu:

Inversul conductivității unui material se numește **rezistivitate electrică**:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad [\Omega \cdot \text{m}]$$

Rezistența electrică R exprimă cât de tare *se opune* un material conductor trecerii curentului prin el și se definește astfel (**legea lui Ohm**):

Pentru un material dat, raportul dintre tensiunea electrică aplicată la borne și curentul electric care îl străbate se numește rezistență electrică și se măsoară în Ohmi.



$$R = \frac{U}{I} \quad [\Omega]$$

$$1\Omega = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$$

Alte variante :

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

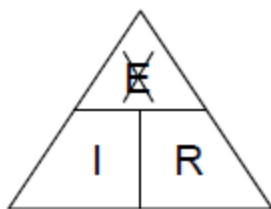
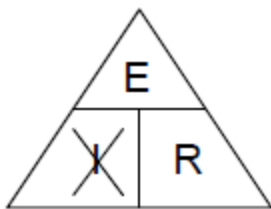
,

$$U = I \cdot R$$

Analogie: Presiunea \uparrow Tensiunea electrică \uparrow

curgere lichid \uparrow intensitate curent \uparrow

rezistență – const **rezistență - const**

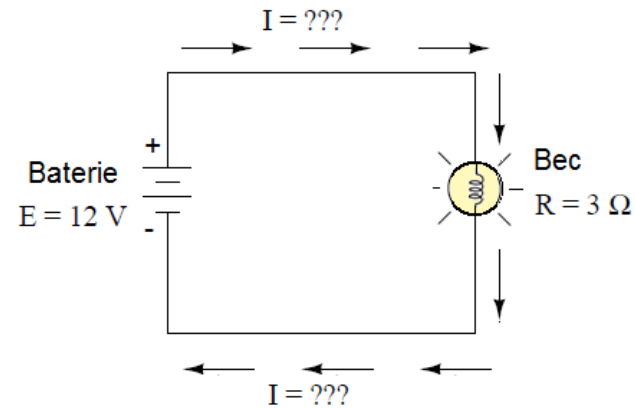


LEGEA LUI OHM

Exemple:

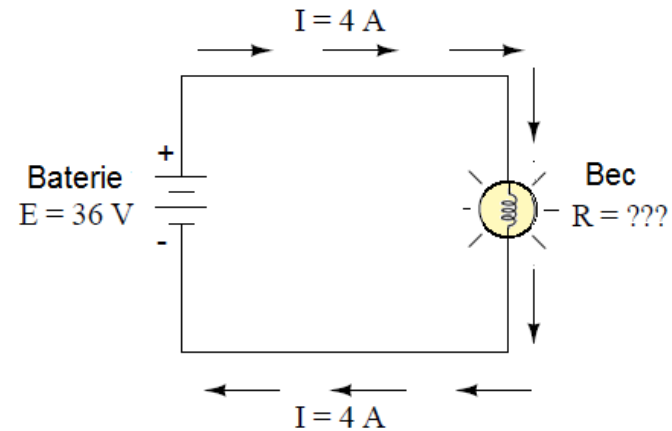
1. Curentul prin bec

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12V}{3\Omega} = 4A$$



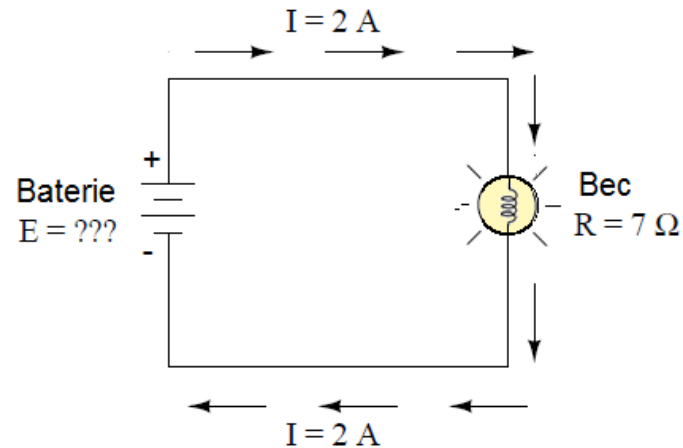
2. Rezistența becului

$$R = \frac{E}{I} = \frac{36V}{4A} = 9\Omega$$



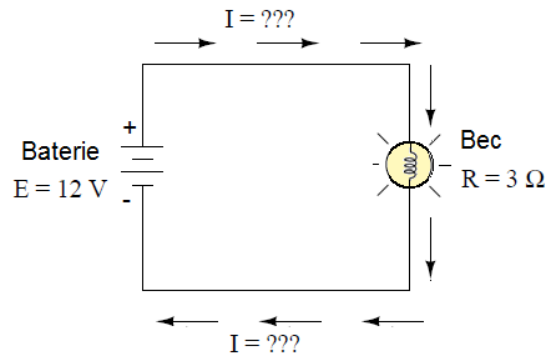
3. Cât este tensiunea bateriei?

$$E = I \cdot R = 2A \cdot 7\Omega = 14V$$



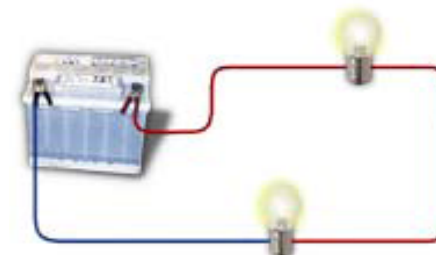
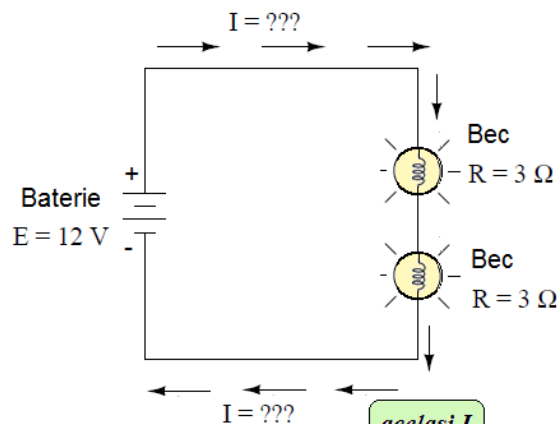
Circuite electrice

Un *circuit electric* este o rețea de componente electrice conectate astfel încât să formeze o *buclă închisă* (sa avem o cale de curent)



Conectare în serie:

$$I = \frac{E}{R + R} = \frac{12V}{3\Omega + 3\Omega} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

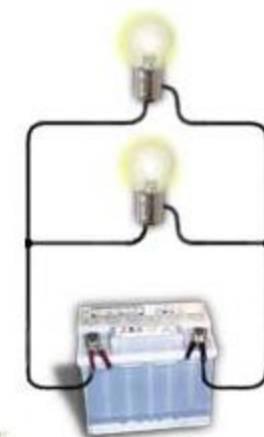
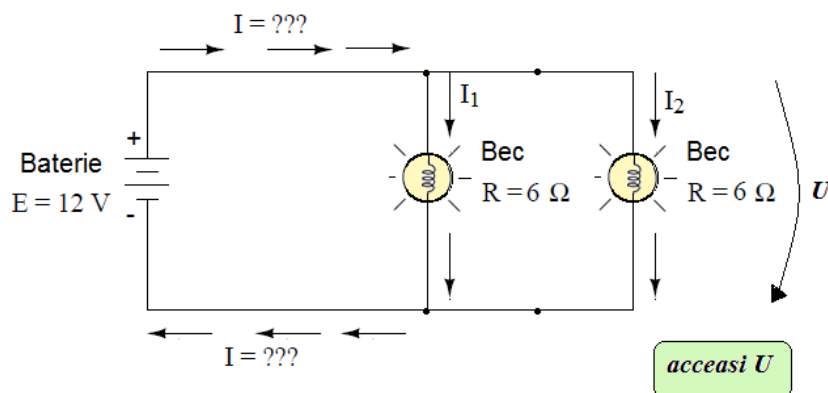


Conectare în paralel:

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

$$I = I_1 + I_2 = 4A$$

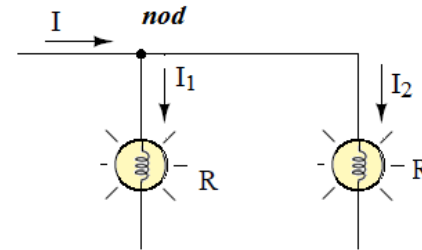


LEGILE LUI KIRCHHOFF

Legea I a lui Kirchhoff sau legea **pentru curenți**:

“Suma curenților care intra într-un nod de rețea este egală cu suma curenților care ies din nod”

$$I = I_1 + I_2$$



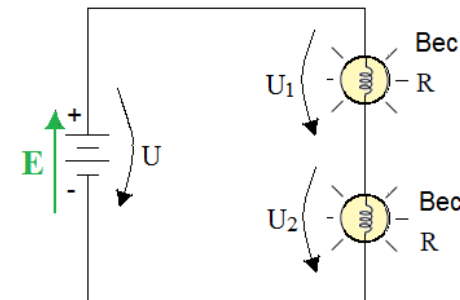
Legea a II-a a lui Kirchhoff sau legea **pentru căderi de tensiune**:

“Suma căderilor de tensiune într-o buclă închisă de circuit este egală cu suma tensiunilor electromotoare”.

$$U_1 + U_2 - U = 0 \Rightarrow U = U_1 + U_2$$

Dacă nu avem tensiuni electromotoare ($e = 0$) \Rightarrow *“Suma căderilor de tensiune într-o buclă închisă de circuit este egală cu 0”.*

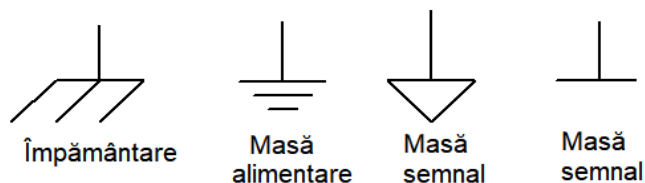
$$U_1 + U_2 = E$$



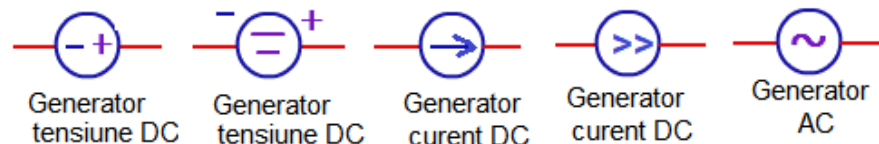
Simboluri folosite în schemele electrice și electronice

Pentru reprezentare schemelor electrice se folosesc simboluri specifice, standardizate

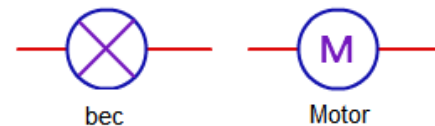
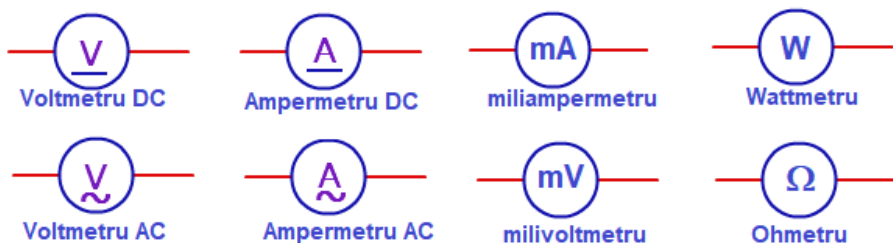
Simboluri pentru masă



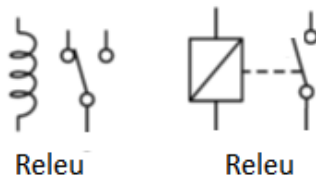
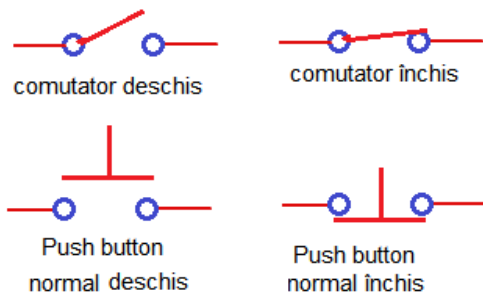
Simboluri pentru generatoare



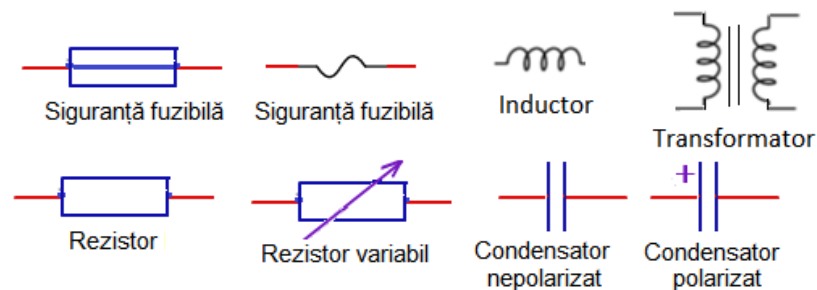
Simboluri pentru aparate de măsură



Simboluri comutatoare



Simboluri componente pasive



Tipuri de energie electrică.

După modul cum se deplasează sarcinile prin circuit, putem avea **curent continuu** sau **curent alternativ**.

Curentul continuu – deplasarea sarcinilor se face numai într-un singur sens.

Exemple de surse de curent/tensiune continuă sunt bateriile sau acumuloarele, dinamurile, celulele fotovoltaice.



Acumulator 12V



Baterie 1,5V

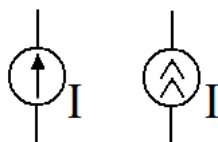
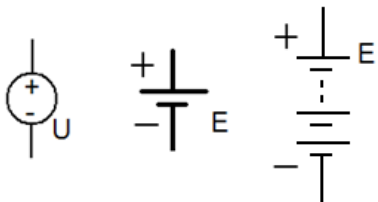


Celula fotovoltaică

Symbol:

surse tensiune DC:

surse de curent DC:



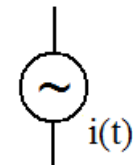
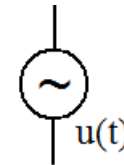
Curentul alternativ - sensul de deplasare al sarcinilor alternează în timp, de obicei după o lege sinusoidală.

Exemple de surse de curent/tensiune alternativă: alternatorul monofazat sau trifazat



Generator de
Energie 14,4V

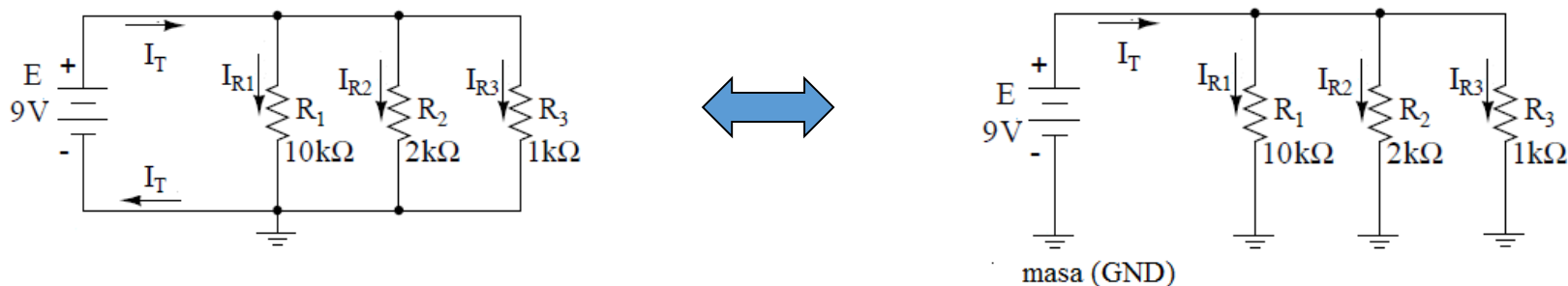
Symbol:



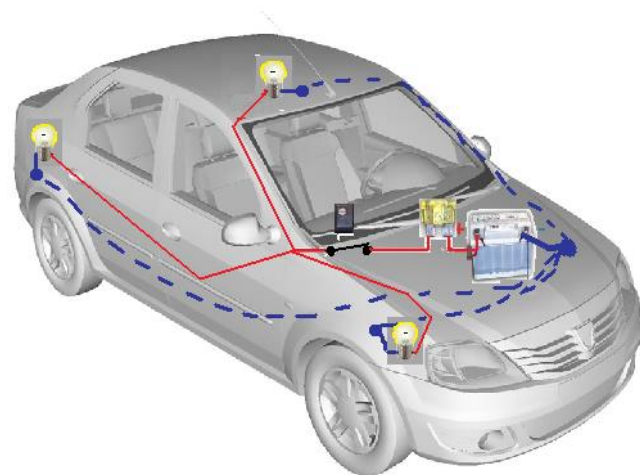
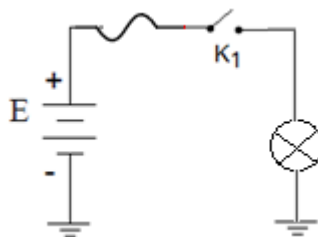
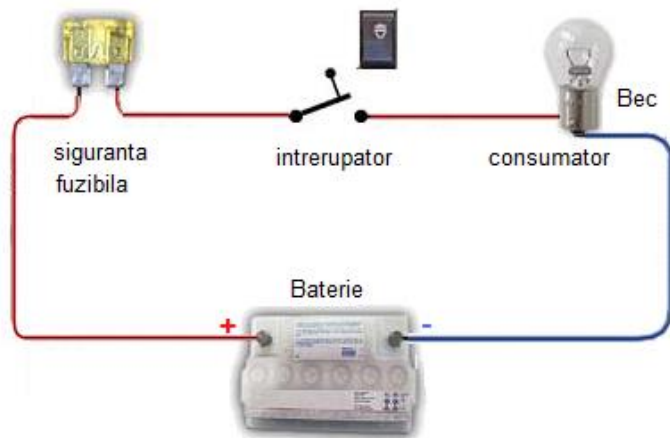
Reprezentarea circuitelor electrice

Pentru simplificarea reprezentării schemelor electrice se folosește simbolul de masă în locul firului de întoarcere al curentului.

Exemple reprezentare circuit electric:



În unele aplicații practice cum este domeniul auto, pentru a face economie de conductoare, se folosește caroseria metalică drept cale de întoarcere a curentului:



Mărimi și unități de măsură

- **Mărimea** este un atribut al unui fenomen, corp sau al unei substanțe, care este susceptibil de a fi diferențiat calitativ și determinat cantitativ.
- **Mărimea fundamentală** este o mărime admisă, prin convenție, ca fiind independentă funcțional de alte mărimi.
- **Mărimea derivată** este mărimea definită funcție de mărimile fundamentale dintr-un sistem de mărimi.
- **Unitatea de măsură** este o mărime particulară, definită și adoptată prin convenție, cu care sunt comparate alte mărimi de aceeași natură, pentru exprimarea valorilor lor în raport cu acea mărime.

Marea diversitate de unități de măsură și de materializări fizice ale acestora a condus la crearea unui sistem internațional de unități de măsură – SI. Acesta a fost adoptat în anul 1960 la Paris, prin convenție internațională. Din anul 1961, SI este legal și obligatoriu în România. SI are șapte unități fundamentale corespunzătoare celor șapte mărimi fundamentale, precum și două unități suplimentare corespunzătoare celor două mărimi suplimentare

Mărimi și unități de măsură din domeniul electric

Multipli și submultipli în sistemul metric utilizați uzual cu mărimile electrice

multipli	tera (T)	10^{12}
	giga (G)	10^9
	mega (M)	10^6
	kilo (k)	10^3
	1 unitate [S.I.]	1
submultipli	mili (m)	10^{-3}
	micro (μ)	10^{-6}
	nano (n)	10^{-9}
	pico (p)	10^{-12}

\uparrow
 $:$

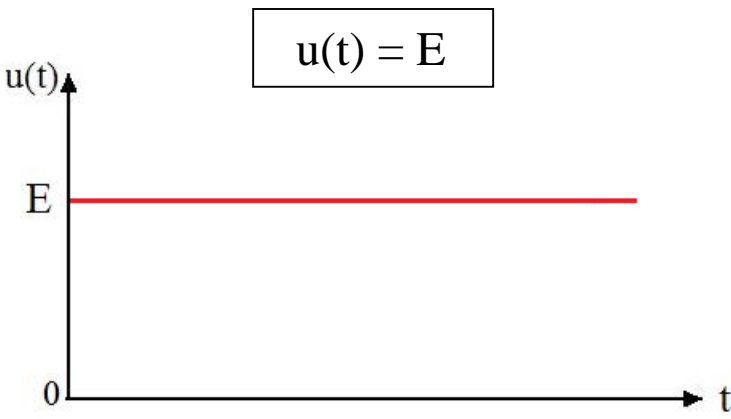
\downarrow
 \times

Mărimă	Simbol	Unitate de măsură	
		Simbol	Denumire
Sarcina electrică	Q	C	Coulomb
Potențialul electric	V	V	Volt
Tensiune electrică	U, V	V	Volt
Intensitatea curentului electric	I	A	Amper
Densitatea de curent electric	J	A/m ²	Amper/m ²
Intensitatea câmpului electric	E	N/C	Newton/Coulomb
Fluxul magnetic	Φ	Wb	Weber
Inducția magnetică	B	T	Tesla
Rezistența electrică	R	Ω	Ohm

Tipuri de tensiune electrică.

Tensiunea continuă

Reprezentarea grafică în funcție de timp a tensiunii continue generate de o baterie:



Parametrii unei tensiuni continue:

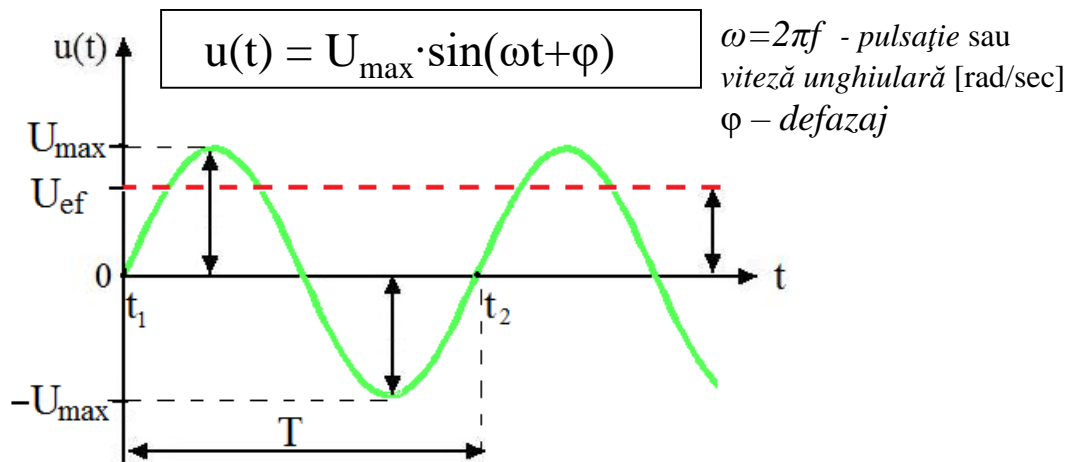
- Valoarea și polaritatea tensiunii: E [V]

Obs.: (Pentru tensiunea continuă, valorile tensiune medie, tensiune instantanee, tensiune efectivă sunt egale cu E).

Frecvența unei tensiuni continue este 0.

Tensiunea alternativă

Reprezentarea grafică în funcție de timp a tensiunii alternative (periodică):



Parametrii unei tensiuni alternative:

- valoare instantanee: $u(t)$ [V] - valoarea tensiunii în orice moment.
- valoare maximă: U_{\max} sau amplitudine A [V]
- valoare vârf la vârf: $U_{vv} = 2A$ [V] (U_{pp} – peak to peak)

- valoare medie U_{med} [V]

$$U_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} u(t) dt \quad [V]$$

- valoare efectivă U_{ef} sau U_{RMS} [V]

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} u^2(t) dt} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$$

- perioada T [s] - durata unei secvențe de valori distincte ($T = t_2 - t_1$)

- frecvența $f = 1/T$ [s^{-1}] sau [Hz] (herti) - numărul de cicluri complete într-o secundă.

Exemple de calcul

1. Pentru tensiunea de la rețeaua monofazată ($U_{ef} = 220V$, $f = 50 \text{ Hz}$), să se calculeze parametrii U_{max} , U_{VV} , U_{med} , T :

$$U_{max} = A = \sqrt{2}U_{ef} = 1,41 \cdot 220V = 310,2V$$

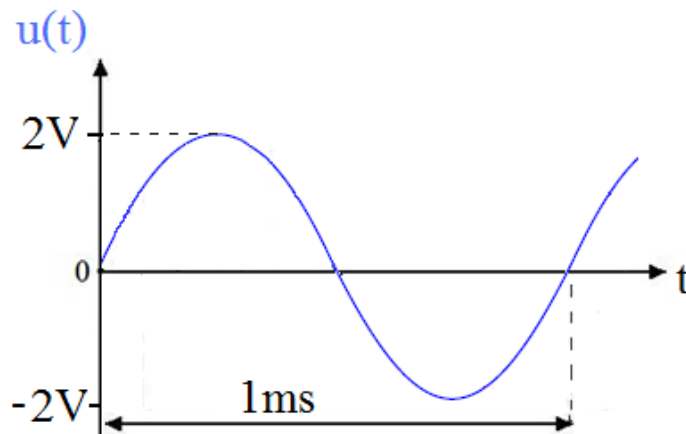
$$u(t) = U_{max} \sin(\omega t) = 310,2 \cdot \sin(100\pi t)$$

$$U_{VV} = 2 \cdot A = 620,4V$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\text{Hz}} = 0,02s = 20\text{ms}$$

$$U_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} u(t) dt = \frac{1}{0,02} \int_0^{0,02} 310,2 \sin(100\pi t) dt = \frac{310,2}{0,02} (-\cos 2\pi t + \cos 0) = \frac{310,2}{0,02} (-1 + 1) = 0$$

2. Pentru tensiunea alternativă din figură să se calculeze parametrii: amplitudine, valoare vârf la vârf, tensiune medie, tensiune efectivă, perioadă, frecvență, fază.



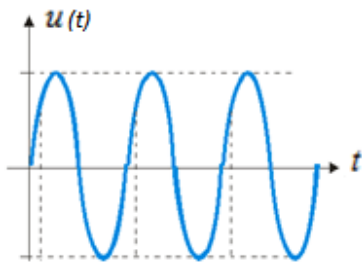
Semnale electronice analogice și digitale

Un *semnal* este orice mărime fizică ce variază în timp și spațiu și poartă o informație, adică acea variație înseamnă ceva. Semnalele electrice sunt reprezentate de variații ale tensiunii și/sau curentului.

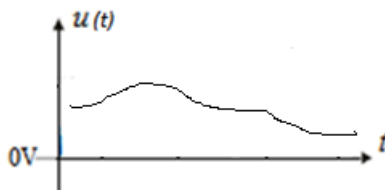
Semnalele prelucrate de circuitele electronice se împart în două mari categorii:

Semnale analogice

- Sunt semnale periodice și neperiodice care sunt continue în timp și care pot lua orice valoare dintr-un anumit interval – (pot fi descrise de funcții continue).
- Exemple de semnale analogice:



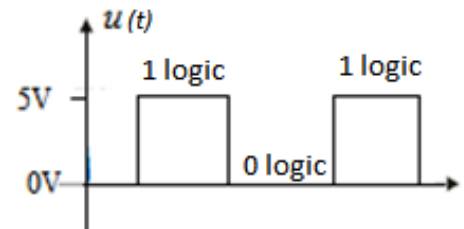
Semnal analogic periodic
(sinusoidal)



Semnal analogic
neperiodic

Semnale digitale

- sunt semnale care au doar două valori ce reprezintă 2 stări: “0” logic – *fals* și “1” logic – *adevărat*. (Acestea se mai numesc și semnale discrete ca valori);
- În sistemele secvențiale, acestea se analizează/prelucrează la anumite momente de timp, deci sunt și discrete în timp.



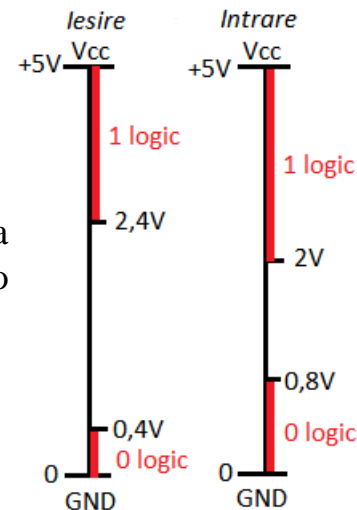
Nivele logice în circuitele digitale:

Nivele TTL (Tranzistor Tranzistor Logic) la ieșire (se alimentează cu $V_{cc} = +5V$, cu o variație de maximum $\pm 0,5V$):

0 logic: tensiune între 0 și 0,4V la ieșire

1 logic: tensiune între 2,4V și V_{cc} la ieșire

Pe intrare domeniul se extinde cu 0,4V



Baterii și Acumulatori

Conectarea bateriilor . Surse de tensiune:

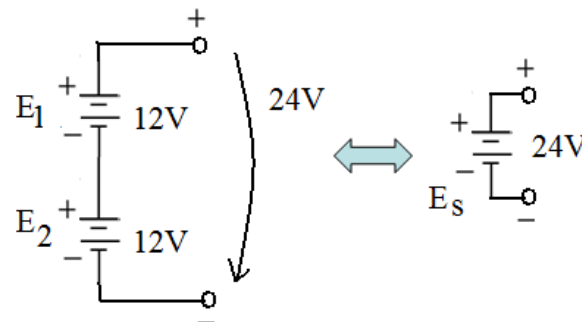
A. Surse simple de tensiune

- Conectarea *serie* a bateriilor :

(Toate bateriile trebuie să aibă aceeași capacitate de curent)

- crește tensiunea la borne,
- capacitatea de curent nu se modifică

$$E_s = E_1 + E_2 \quad E_s = 12V + 12V = 24V$$

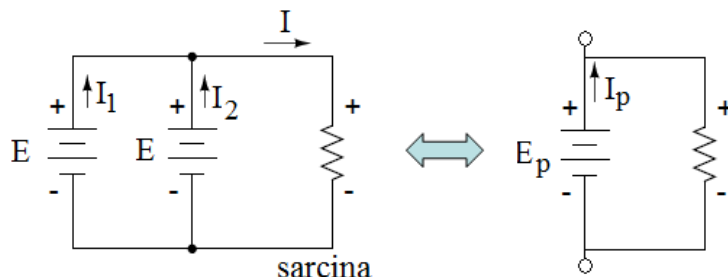


- Conectarea *paralel* a bateriilor - crește curentul la borne, tensiunea rămâne aceeași:

$$E_p = E$$

$$I_p = I_1 + I_2$$

$$C_p = C_1 + C_2$$

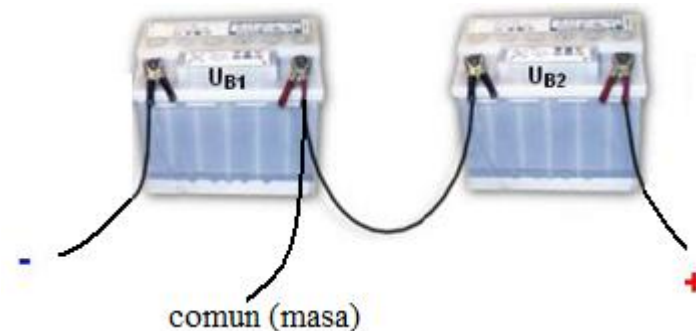
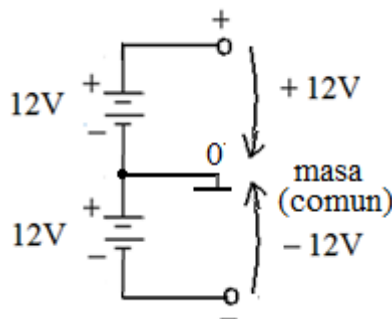


Atenție: A nu se lega în paralel baterii de tensiuni diferite

B. Surse duble de tensiune sau surse diferențiale (alimentare simetrică)

Este o sursă cu trei borne:

masa (neutru), borna + și borna -



Puterea electrică

Puterea este mărimea lucrului mecanic ce poate fi efectuat într-o anumită perioadă de timp.

- În mecanica puterea se masoara de obicei in cai putere
- În electricitate, *puterea electrica* se masoara în Watt și este definită ca produsul dintre tensiune și curentul electric ce trece printr-un consumator :

$$P = U \cdot I \quad [W]$$

- Relatia de conversie intre puterea exprimata in Watt si cal putere este: **1 CP = 745,7 W**

Puterea electrică în CC

În curent continuu, curentul și tensiunea fiind constante în timp, puterea electrică se definește cu formula:

$$P = E \cdot I \quad [W]$$

Exemplu: daca un bec este alimentat la o tensiune electrica continua de 12V si prin el trece un curent de 1 A, puterea electrica absorbita de bec este $P = 1A \cdot 12V = 12W$

Puterea se mai poate defini cu relatiile:

$$P = I^2 R = \frac{E^2}{R} \quad [W]$$

unde R este rezistenta consumatorului

Puterea electrică

Puterea electrica in CA

In curent alternativ, unde curentul si tensiunea variaza in timp, *puterea electrica instantanee* se defineste cu formula:

$$p = u \cdot i \quad [\text{W}]$$

In *regim sinusoidal monofazat*, se definesc:

Puterea activa : $P_a = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} \cdot \cos\varphi = R \cdot I^2 \quad [\text{W}]$ este puterea disipata, data de rezistenta din circuit

Puterea reactiva:

$$Q = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} \cdot \sin\varphi = X \cdot I^2 \quad [\text{VAR}]$$

VAR – volt-amper-reactiv,
X = reactanta

Puterea aparenta:

$$S = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} = \sqrt{P_a^2 + Q^2} \quad [\text{VA}]$$

VA – volt -amper

Obs.: puterea reală este o caracteristică a elementelor disipative (rezistoori), puterea reactivă caracterizează reactanta (X) circuitului, iar puterea aparentă depinde de impedanta (Z) totală a circuitului.

Tipuri de energie electrica.

Surse de tensiune continua

(surse de CC sau DC – direct current)

Obtinere energie electrica de tip continuu:

- reactii chimice – la baterii.
- conversie din energie luminoasa (fotoni) in energie electrica – la celulele fotovoltaice.
- Energie mecanica (la dinam)

Avantaje:

- stocare energie electrica;
- utilizabila direct in circuitele electronice

Dezavantaje:

- putere electrica mica
- energie electrica limitata
- nu poate fi transportata pe distante mari si la puteri mari

Surse de tensiune alternativa

(surse de CA sau AC – alternative current)

Obtinerea energiei alternative se poate face prin conversia energiei mecanice in energie electrica, utilizand *inductia magnetica*.

Aceste surse de tensiune se numesc *generatoare* electrice sau *alternatoare*.

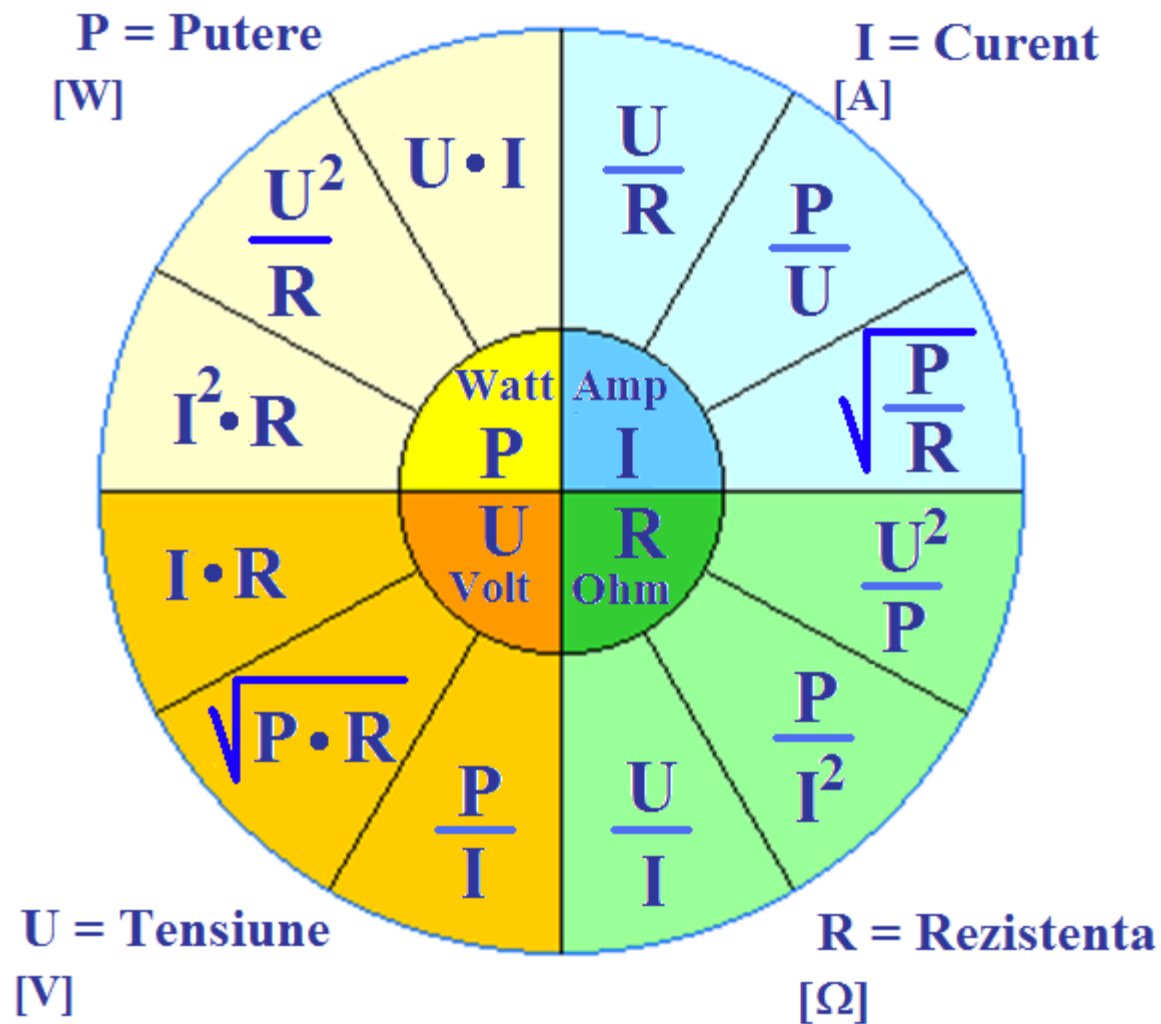
Avantaje:

- energia alternativa se obtine usor, la puteri electrice mari
- energie electrica “nelimitata”
- poate fi transportata pe distante mari si la puteri mari.

Dezavantaje:

- nu poate fi aplicata direct consumatorilor electronici. Necesita conversie din alternativ in continuu
- nu poate fi stocata in acest format

Recapitulare relatii dintre U, I, R si P



Măsurări electrice

Măsurarea mărimilor electrice în circuit

Aparate de măsură pentru mărimi electrice.

Clasificare

❑ După modul de prelucrare și afișare:

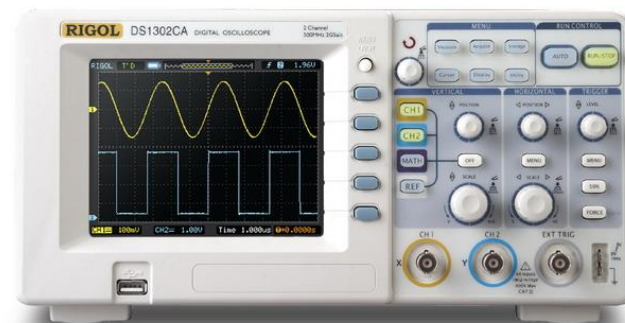
- Analogice (cu ac indicator, de tip BAR, etc)
- Digitale – cu afișaj cu cifre (LCD, LED; 7 segmente, matriceale, etc.)

❑ După mărimea măsurată:

- Voltmetre – măsoară tensiunea electrică
- Ampermetre – măsoară curentul electric
- Ohmetre – măsoară rezistența electrică
- Capacimetre – măsoară capacitatea electrică
- Frecvențmetre – măsoară frecvența tensiunii
- Multimetre – măsoară mai multe mărimi electrice

❑ Osciloscoape – reprezintă grafic tensiunea variabilă (semnal) pe un ecran. Măsoară semnale variabile periodice rapide.

❑ Semnalele variabile neperiodice se pot vizualiza cu osciloscoape cu memorie sau înregistratoare.

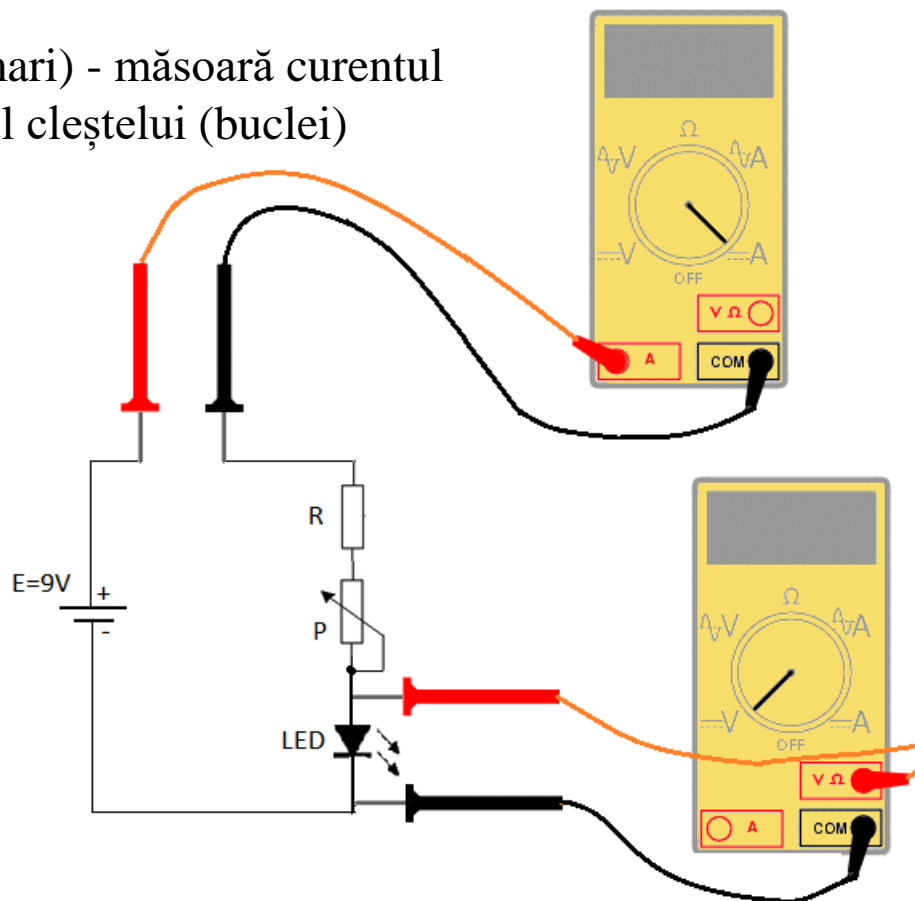
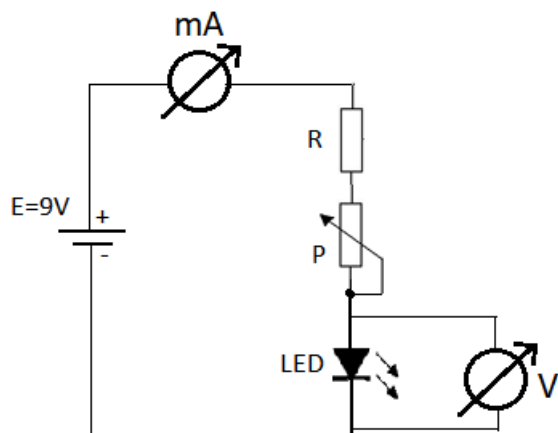


Măsurarea mărimilor electrice în circuit

Măsurare tensiune electrică - Conectare voltmetru în paralel cu circuitul (preluare diferență de potențial)

Măsurare curent electric

- Cu ampermetrul - conectare ampermetru în serie cu componenta prin care se măsoară curentul;
- Cu cleștele de curent (pentru curenți mari) - măsoară curentul prin conductorul amplasat în interiorul cleștelui (buclei)

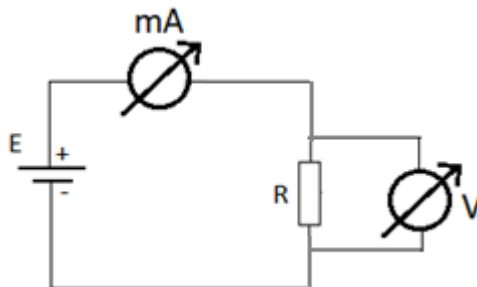


Măsurarea mărimilor electrice în circuit

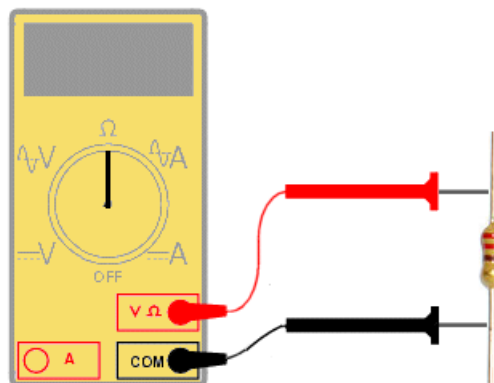
Măsurare rezistenței electrice

- *Prin metoda voltmetru – ampermetru.* Se aplică o tensiune de la o sursă de tensiune la bornele rezistorului și se măsoară tensiunea și curentul prin acesta. Se împarte apoi tensiunea măsurată la curentul măsurat și se obține valoarea rezistenței electrice (Legea lui Ohm)

$$R = \frac{U}{I} \quad [\Omega]$$

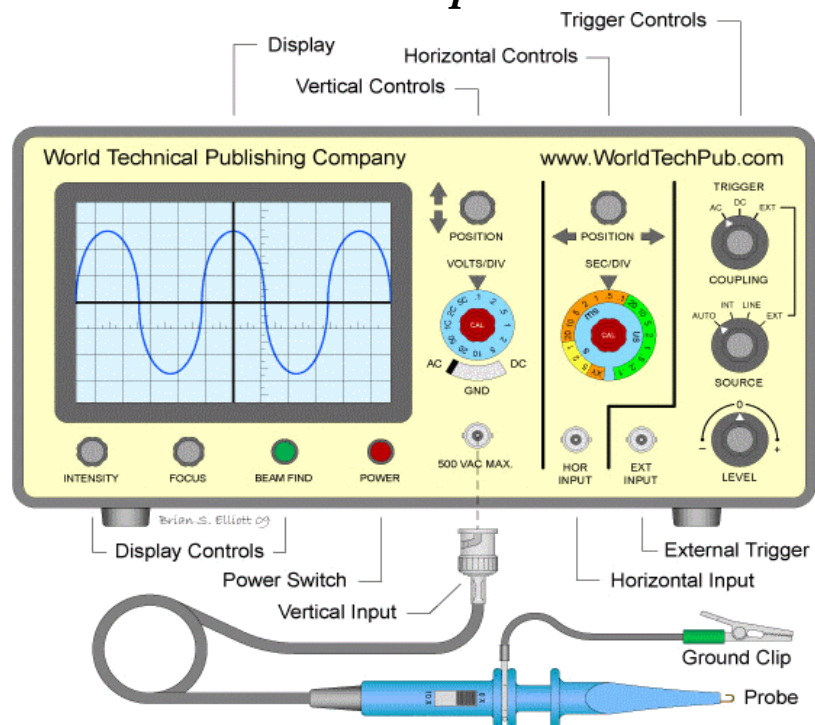


- *Cu ohmetrul* – Se măsoară rezistența direct, conectând terminalele rezistorului la bornele ohmetrului. (Obs. Rezistorul trebuie deconectat din circuit și tensiunea de alimentare a circuitului oprită)



Măsurarea mărimilor electrice în circuit

Măsurare cu osciloscopul



Sondă de măsurare

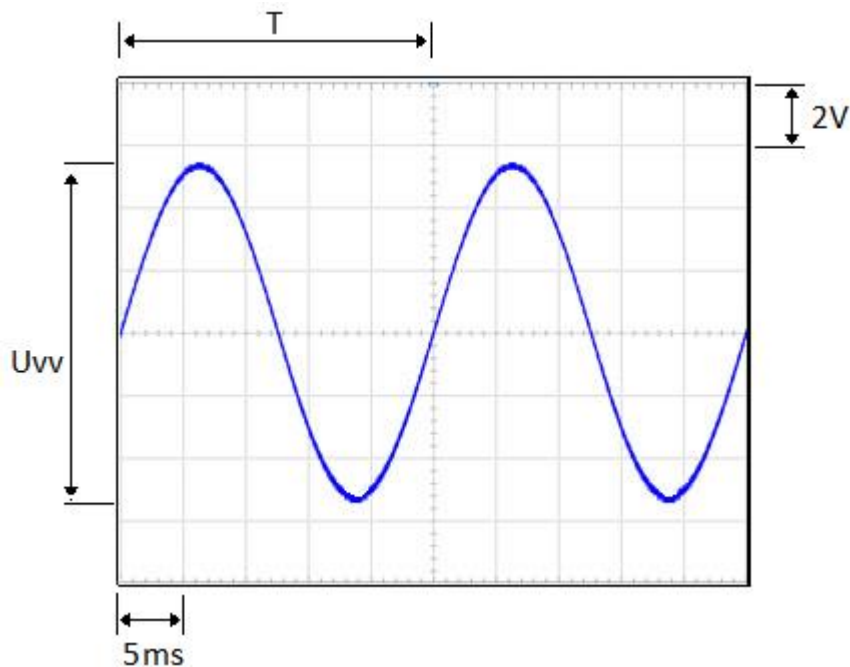
După ce se reglează osciloscopul pentru a putea afișa corespunzător semnalul pe ecran, se pot măsura perioada acestuia și duratele pe orizontală, respectiv valoarea tensiunii pe verticală.

Măsurarea perioadei se face prin înmulțirea numărului de diviziuni (pătrățele) pe orizontală cu timpul setat pe diviziunea orizontală (bază de timp – timp/div), iar măsurarea amplitudinii/tensiunii vârf-la-vârf se face înmulțind numărul diviziunilor (pătrățelele) pe verticală corespunzătoare, cu tensiunea setată pe fiecare diviziune (atenuator pe verticală - Volți/div). Restul parametrilor se calculează.

Obs. Osciloscoapele digitale pot calcula și afișa pe ecran și restul parametrilor tensiunii măsurate

Măsurare cu osciloscopul

Exemplu de măsurare pentru semnal sinusoidal:



Atenuatorul pe verticală $AT_y = 2V/div$
Baza de timp $BT = 5ms/div$

$$\text{Perioada } T = 5 \text{ div} \cdot 5ms/div = 25ms \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25ms} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3}s} = \frac{1000}{25} Hz = 40Hz$$

$$\text{Amplitudinea } A = 2,6 \text{ div} \cdot 2V/div = 5,2 V$$

$$\text{Tensiunea vârf la vârf } U_{vv} = 5,2 \text{ div} \cdot 2V/div = 10,4 V$$

$$\text{Tensiunea efectivă } U_{ef} = \frac{A}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot A = 0,707 \cdot 5,2V = 3,67V$$