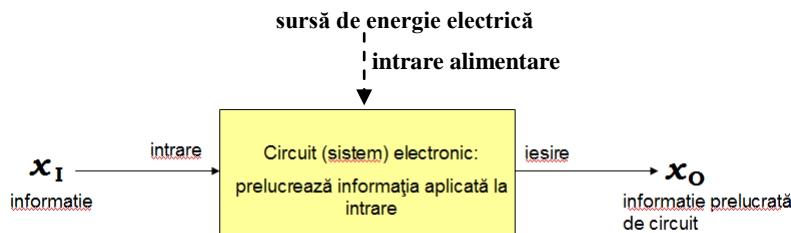


1. Reprezentarea sistemelor electronice sub formă de schemă bloc

În figura de mai jos, se prezintă schema de principiu a unui circuit (sistem) electronic.



Circuitul (sistemul) are o intrare (sau mai multe), la care se aplică informația care urmează a fi prelucrată, notată generic cu x_I . Această informație este prelucrată de către circuit, iar rezultatul obținut în urma prelucrării este furnizat la ieșirea circuitului (ieșirile) circuitului (sistemului) sub forma informației prelucrate, notate x_O . Marea majoritate a sistemelor electronice au nevoie pentru buna lor funcționare de o sursă de energie electrică, care se aplică pe intrarea de alimentare.

2. Mărimi electrice utilizate în sisteme electronice

Într-un sistem electronic, mărimile electrice sunt utilizate pentru codarea și transmiterea informației. Uzual, informația este codată prin intermediul tensiunii electrice, respectiv a curentului electric.

a. Curentul electric: generarea unui curent electric necesită deplasarea ordonată a sarcini electrice prin intermediul unui material conductor. Deplasarea ordonată a sarcinii electrice implică existența unei **diferențe de potențial electric** între 2 puncte A și B ale conductorului respectiv. Diferența de potențial electric poate fi generată prin utilizarea unei surse de energie electrică, care, în Figura 1 este reprezentată printr-o baterie:

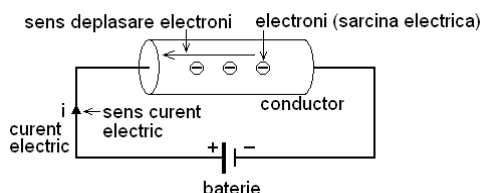


Figura 1. Apariția unui curent electric printr-un conductor.

Expresia curentului electric, notat uzual cu litera i , este prezentată în relația 1.1:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad 1.1$$

iar unitatea de măsură a curentului electric este **amperul**, notat **A**. Curentul electric are întotdeauna un sens, care este orientat în sensul opus deplasării electronilor prin conductor.

Observații:

1. din relația 1.1 se remarcă faptul că dacă sarcina electrică q este constantă în timp într-o anumită arie a conductorului, atunci curentul electric i prin conductorul respectiv este egal cu 0[A] (derivata unei constante este nulă).
2. sarcina electrică q este constantă în timp într-o anumită arie a conductorului, dacă aceasta nu este deplasată ordonat (după o direcție) în structura conductorului;
3. sarcina electrică q nu este deplasată ordonat într-o anumită arie a conductorului, dacă conductorul respectiv NU este alimentat de la o sursă de energie electrică (baterie).

Concluzie: în absența unei surse de energie electrică, curentul electric printr-un conductor (și generalizând, printr-un sistem electronic) este egal cu 0[A].

b. Tensiunea electrică: este egală cu diferența de potențial electric dintre 2 puncte (noduri) diferite ale unui circuit electronic, așa cum este sugerat în Figura 2:

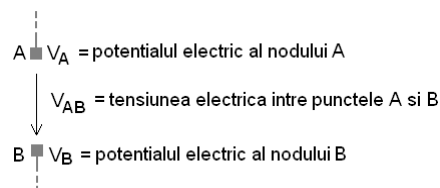


Figura 2. Tensiunea electrică între punctele A și B.

Expresia tensiunii electrice, notate uzual cu litera v (sau u), este prezentată în relația 1.2:

$$v_{AB} = V_A - V_B \quad 1.2$$

iar unitatea de măsură a curentului electric este voltul, notat **V**. Tensiunea electrică este simbolizată grafic cu o săgeată, sensul săgeții fiind corelat cu ordinea termenilor din relația 1.2, adică, tensiunea v_{AB} are sensul de la nodul A (primul termen al relației 1.2) spre nodul B (al 2lea termen al relației 1.2).

Observație. Tensiunea electrică între două puncte A și B care au același potențial electric, este egală cu **0[V]** (dacă $v_A = v_B$, atunci conform relației (2) $v_{AB} = 0[V]$).

3. Tipuri de sisteme electronice

Din punct de vedere a reprezentării în timp a informației (informația este codată prin intermediul tensiunii electrice sau a curentului electric), sistemele electronice se împart în două mari categorii:

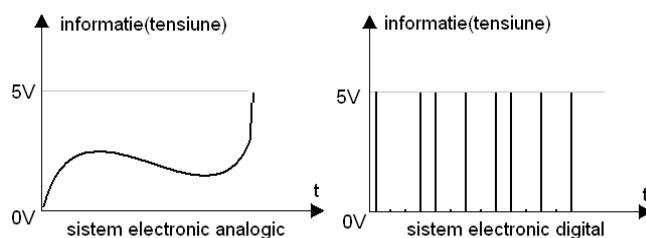


Figura 3. Modul de reprezentare a informației (tensiunea electrică) în cele 2 tipuri de sisteme electronice.

A. sisteme electronice analogice: informația este reprezentată în timp într-un format continuu, putând lua o infinitate de valori dintr-un anumit domeniu de valori. De exemplu, într-un sistem electronic în care informația este codată prin intermediul tensiunii electrice, tensiunea electrică (informația) poate lua oricare valoare în intervalul $0 \div 5[V]$, într-un anumit interval de timp. Exemple de sisteme electronice analogice: amplificatoare de tensiune, oscilatoare, stabilizatoare de tensiune, redresoare de tensiune, filtre analogice, etc.

B. sisteme electronice digitale: informația este reprezentată în timp într-un format discret, putând lua valori numai dintr-o mulțime finită de valori (uzual, mulțimea de valori are doar 2 elemente, iar sistemele respective sunt binare), într-un anumit domeniu de valori. De exemplu, într-un sistem electronic în care informația este codată prin intermediul tensiunii electrice, tensiunea electrică (informația) poate lua doar două valori $0[V]$ și $5[V]$ într-un interval de timp (aceste valori definesc așa numiții biți; bitul 0 poate fi codat printr-o tensiune egală cu $0[V]$, iar bitul 1 poate fi codat printr-o tensiune egală cu $5[V]$). Exemple de sisteme electronice digitale: microprocesoare, microcontrolere, procesoare digitale de semnal, etc.

C. sisteme electronice mixte: informația este reprezentată în timp atât în format discret, cât și în format continuu.

4. Elemente de circuit - sunt elementele care compun un circuit electronic.

Elementele de circuit se pot clasifica în două mari categorii:

- surse de energie electrică: au rolul de a furniza în circuit energia electrică necesară bunei funcționări a acestuia;
- componente electronice: au rolul de a implementa funcțiile utilizate în procesare informației (tensiunii electrice sau a curentului electric). În continuare, componentele electronice se pot împărți în două subcategorii:
 - componente electronice pasive: aceste componente nu necesită surse de energie electrică pentru buna lor funcționare; totodată, nu pot mări valoarea puterii electrice în circuit; exemple: rezistorul, condensatorul, bobina.
 - componente electronice active: aceste componente necesită surse de energie electrică pentru buna lor funcționare; totodată, unele componente electronice active pot mări valoarea puterii

electrice în circuit; exemple: tranzistorul, dioda (dioda nu este capabilă să crească valoarea puterii electrice în circuit, dar, pentru funcționare necesită o sursă de energie electrică).

I. Surse (generatoare) de energie electrică: se împart în două categorii:

A. Surse de energie independente: valorile mărimilor electrice generate (tensiune sau curent) NU depind de alte mărimi electrice din circuit.

B. Surse de energie dependente (sau comandate): valorile mărimilor electrice generate (tensiune sau curent) depind de alte mărimi electrice din circuit.

A. Surse de energie independente (sunt simbolizate în circuitele electronice prin cerc):

Surse de tensiune ideale: tensiunea generată între borne nu depinde de curentul electric solicitat sursei de către circuitul la care aceasta este conectată.

Surse de curent ideale: curentul generat la borne nu depinde de tensiunea electrică solicitată sursei de către circuitul la care aceasta este conectată.

Aceste surse pot fi **continue** sau **variabile**.

Surse continue: valoarea mărimii electrice generate **nu** se modifică în timp:

sursă de tensiune continuă,

sursă de curent continuu.

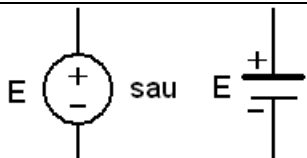


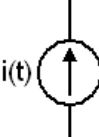
Surse variabile: valoarea mărimii electrice generate **se modifică în timp** după o lege:

sursă de tensiune variabilă,

sursă de curent variabil.

Simbolurile electronice ale surselor comandate sunt prezentate în Tabelul 1:

Tabelul 1. Simbolurile surselor independente.

Sursă de tensiune continuă		E = const. <u>Exemplu:</u> $E=10[V]$
Sursă de curent continuu		I = const. <u>Exemplu:</u> $I=2[mA]$
Sursă de tensiune variabilă		e(t) = variabil <u>Exemplu:</u> $e(t)=1 \times \sin(t) [V]$
Sursă de curent variabil		i(t) = variabil <u>Exemplu:</u> $i(t)=1 \times \sin(t) [mA]$

B. → Surse de energie dependente (sau **comandate** - sunt simbolizate în circuitele electronice prin romb): se clasifică în patru tipuri, în funcție de mărimea electrică generată, respectiv mărimea electrică de comandă).

a. Sursă de tensiune, comandată în tensiune: este caracterizată de ecuația de funcționare 1.5:

$$v_{out} = A_V \cdot v_{in} \quad 1.5$$

unde:

mărime electrică generată: tensiunea v_{out}

mărime electrică de comandă: tensiunea v_{in}

parametrul A_V se numește câștig în tensiune și este adimensional.

b. Sursă de tensiune, comandată în curent: este caracterizată de ecuația de funcționare 1.6:

$$v_{out} = A_Z \cdot i_{in} \quad 1.6$$

unde:

mărime electrică generată: tensiunea v_{out}

mărime electrică de comandă: curentul i_{in}

parametrul A_Z se numește transrezistență și are unitatea de măsură a rezistenței: ohm, notat Ω .

c. Sursă de curent, comandată în curent: este caracterizată de ecuația de funcționare 1.7:

$$i_{out} = A_I \cdot i_{in} \quad 1.7$$

unde:

mărime electrică generată: curentul i_{out}

mărime electrică de comandă: curentul i_{in}

parametrul A_I se numește câștig în curent și este adimensional.

d. Sursă de curent, comandată în tensiune: este caracterizată de ecuația de funcționare 1.8:

$$i_{out} = A_Y \cdot v_{in} \quad 1.8$$

unde:

mărime electrică generată: curentul v_{out}

mărime electrică de comandă: tensiunea v_{in}

parametrul A_Y se numește transconductanță și are unitatea de măsură a conductanței: siemens, notat **S**.

Simbolurile surselor comandate sunt prezentate în Tabelul 2:

Tabelul 2. Simbolurile surselor comandate.

Sursă de tensiune, comandată în tensiune	
Sursă de tensiune, comandată în curent	
Sursă de curent, comandată în curent	
Sursă de curent, comandată în tensiune	

5. Componente electronice pasive

a. Rezistorul

Rezistorul este o componentă electronică pasivă, care se opune trecerii curentului electric prin ea, situație în care degajă căldură prin efect Joule. În consecință rezistorul limitează valoarea curentului electric care trece prin el, **principalul său rol** într-un circuit electric fiind acela **de a controla valoarea curentului electric**.

Parametrul principal, care caracterizează comportamentul rezistorului la trecerea curentului prin acesta este **REZISTENȚA ELECTRICĂ**, notată cu **R**, care se exprimă în Sistemul Internațional de Măsură (*SIM*) în Ohmi (Ω).

Clasificarea rezistoarelor

Există mai multe criterii după care rezistoarele se pot clasifica, dintre care, cele mai generale sunt:

1. după variația rezistenței electrice:

- **rezistoare fixe:** la care valoarea rezistenței electrice nu se poate modifica de către utilizator;
- **rezistoare reglabile:** la care valoarea rezistenței electrice se poate modifica manual, de către utilizator; în continuare, acest tip de rezistoare se pot clasifica în:
 - a. rezistoare variabile (potențiometrele), respectiv semivariabile;
 - b. reostate.

2. după caracteristica de funcționare tensiune-curent:

- **rezistoare liniare:** la care caracteristica tensiune-curent este o dreaptă
- **rezistoare neliniare:** la care caracteristica tensiune-curent este o curbă

Simbolurile electrice ale rezistoarelor

Simbolul electric al rezistorului fix, precum și mărimile electrice de terminal ale acestuia sunt prezentate în Figura 4.a, în care prin i s-a notat curentul electric prin rezistor, iar prin v s-a notat tensiunea electrică care apare între terminalele rezistorului, la trecerea curentului prin acesta.

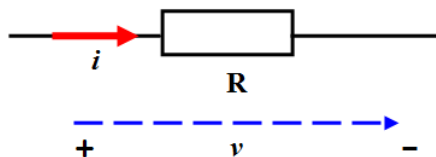


Figura 4.a. Simbolul electric al rezistorului fix și mărimile electrice de terminal ale acestuia.

În Figura 4.b sunt prezentate diferite exemple de rezistoare fixe, așa cum se regăsesc acestea ca și componente discrete (fizice) în circuitele electronice.

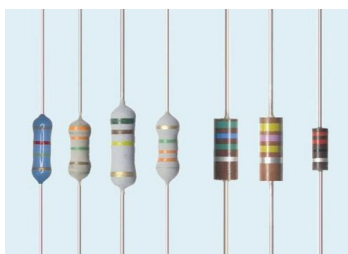


Figura 4.b. Exemple de rezistoare fixe discrete.

Simbolurile electrice ale rezistoarelor variable, sunt prezentate în Figura 5.a. Spre deosebire de rezistoarele fixe, care au 2 terminale, rezistoarele variabile, numite și potențioetrele, au 3 terminale, cel de-al 3lea terminal fiind denumit cursor. Cursorul este utilizat de către utilizator pentru modificarea manuală, continuă sau în trepte, a valorii rezistenței electrice, calculate între oricare din cele 2 terminale și cursor. Astfel, valoarea rezistenței electrice măsurată între terminalul din stânga și cursor este egală cu $k \cdot R$, iar valoarea rezistenței electrice măsurată între terminalul din dreapta și cursor este egală cu $(1-k) \cdot R$, unde k reprezintă o constantă pozitivă subunitară, care depinde de poziția cursorului.

Utilizarea reostatului este similară cu cea a potențiometrului. Pentru utilizarea într-un circuit electric, reostatul are doar două terminale la care se poate conecta, dar pentru utilizator, reostatul dispune și de un al 3lea terminal, cu rol similar cursorului potențiometrului. În general, reostatul este utilizat în circuite electrice de putere mare.

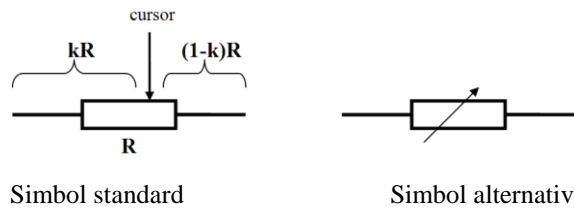


Figura 5.a. Simbolurile electrice ale rezistoarelor regabile.

În Figura 5.b sunt prezentate diferite exemple de rezistoare reglabile, așa cum se regăsesc acestea ca și componente fizice în circuitele electronice.



Figura 5.b. Exemple de rezistoare reglabile.

Ecuția de funcționare a rezistorului

Pentru a înțelege modul în care un circuit electronic prelucrează o informație, trebuie cunoscut modul în care componentele electronice care compun circuitul respectiv prelucrează informația. Modul în care o componentă electronică prelucrează informația este descris prin intermediul **ecuației de funcționare** a componentei respective.

Ecuția de funcționare furnizează o relație matematică, care exprimă legătura dintre informațiile electrice, **curent - tensiune** și componenta respectivă, reprezentată prin parametrul său electric.

Astfel, în cazul unui rezistor, ecuația de funcționare este reprezentată de o relație matematică care furnizează legătura dintre tensiunea electrică pe rezistor, curentul electric prin rezistor, respectiv rezistența electrică prin rezistor.

Ecuția de funcționare a rezistorului este dedusă pe baza legii lui Ohm. Așa cum s-a amintit mai sus, această ecuație furnizează informații despre comportamentul rezistorului la trecerea unui curent prin acesta: la trecerea unui curent electric de valoarea **i** printr-un rezistor, între terminalele acestuia apare o cădere de tensiune **v** care depinde de valoarea rezistenței electrice **R** a rezistorului:

$$v = R \cdot i$$

$$\underset{\text{informație}}{v} = \underset{\text{componenta}}{R} \cdot \underset{\text{informație}}{i}$$

Semnul relației de mai sus respectă sensul mărimilor electrice din Figura 4.a. În cazul în care sensul curentului electric i și sensul referinței pentru tensiunea v sunt opuse, atunci, în ecuația de funcționare, în fața termenului din dreapta apare semnul “-”.

b. Condensatorul

Condensatorul este o componentă electronică pasivă, care permite înmagazinarea energiei electrice prin stocarea sarcinilor electrice, la aplicarea unei tensiuni pe acesta.

Parametrul principal, care caracterizează comportamentul condensatorului din punct de vedere electric este reprezentat de **CAPACITATEA ELECTRICĂ**, notată cu **C**, care se exprimă în Farazi (**F**).

Capacitatea electrică caracterizează abilitatea condensatorului de a se opune modificării tensiunii electrice care cade pe acesta. Totodată, capacitatea electrică caracterizează cantitatea de sarcină electrică stocată în structura condensatorului, la aplicarea unei tensiuni electrice pe acesta.

Clasificarea condensatoarelor

Există mai multe criterii după care condensatoarele se pot clasifica, dintre care, cele mai generale sunt:

3. după variația capacității electrice:

- **condensatoare fixe:** la care valoarea capacității electrice nu se poate modifica de către utilizator fiind stabilită de producător;
- **condensatoare reglabile**, clasificate în **condensatoare variabile, respectiv semivariabile (numite și trimere):** la care valoarea capacității electrice se poate modifica manual, de către utilizator, într-un interval de valori stabilit de producător;

4. după caracteristica de funcționare sarcină electrică-tensiune:

- **condensatoare liniare:** la care caracteristica sarcină electrică-tensiune este o dreaptă; la acest tip de condensatoare, valoarea capacității electrice **C** este constantă, nedepinzând de valoarea tensiunii **V** care se aplică pe terminalele condensatorului.
- **condensatoare neliniare:** la care caracteristica sarcină electrică-tensiune este o curbă; la acest tip de condensatoare, valoarea capacității electrice **C** este variabilă și depinde de valoarea tensiunii **V** care se aplică pe terminalele condensatorului.

Simbolurile electrice ale condensatoarelor

Simbolul electric al condensatorului fix, precum și mărimile electrice de terminal ale acestuia sunt prezentate în Figura 2.a, în care prin v s-a notat tensiunea electrică aplicată pe terminalele condensatorului, iar prin i s-a notat curentul electric prin condensator. Există condensatoare la care tensiunea care se aplică pe cele 2 terminale trebuie să respecte o anumită polaritate. Aceste condensatoare se numesc **condensatoare polarizate**,

au în general valori mari pentru capacitatea electrică iar simbolul electric al acestora prezentat în Figura 6.a – dreapta.



Figura 6.a. Simbolul electric al condensatorului fix și mărimile electrice de terminal ale acestuia.

În Figura 6.b sunt prezentate diferite exemple de condensatoare fixe, așa cum se regăsesc acestea ca și componente discrete (fizice) în circuitele electronice.

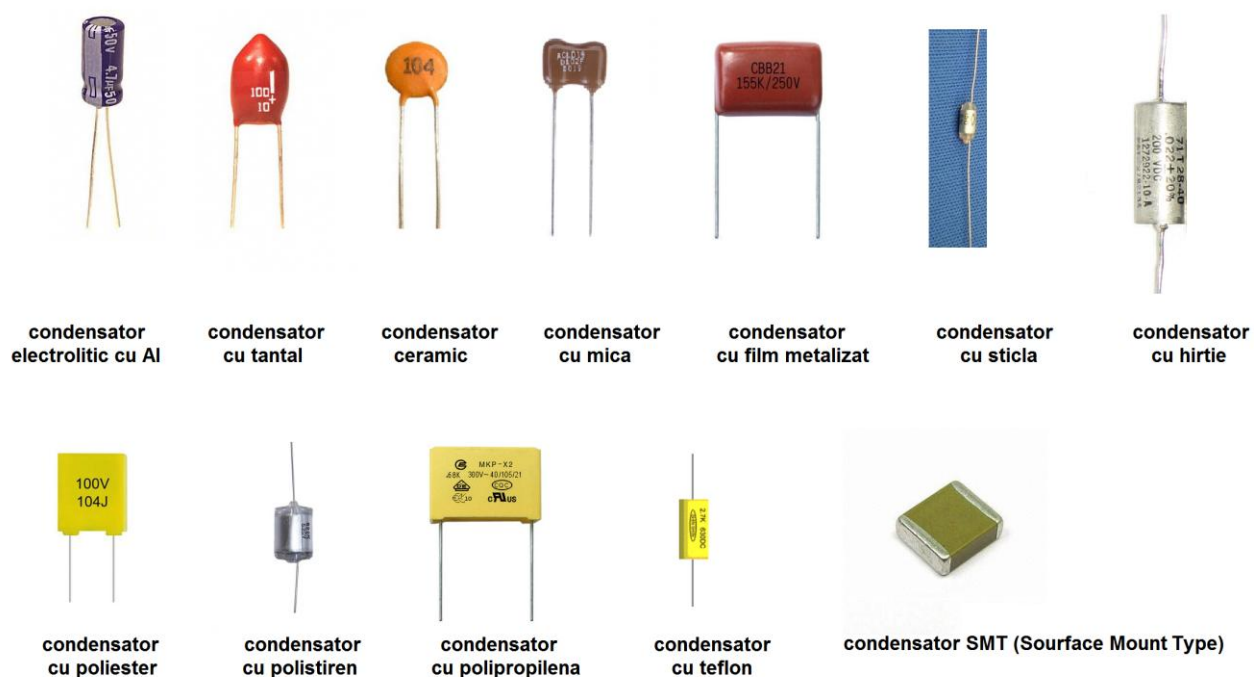


Figura 6.b. Exemple de condensatoare fixe discrete.

Simbolul electric al trimmerului, respectiv al condensatorului variabil sunt prezentate în Figura 7.a.



Figura 7.a. Simbolul electric al condensatorului variabil.

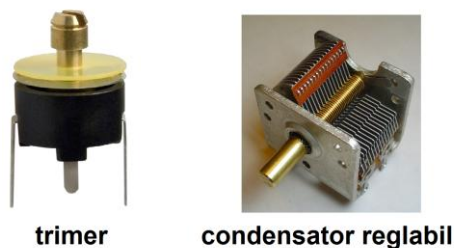


Figura 7.b. Exemplu de trimer, respectiv de condensator reglabil.

La trimere, respectiv la condensatoarele reglabile, există un element suplimentar (de exemplu, un șurub de dimensiuni mici) prin intermediul căruia utilizatorul poate modifica manual valoarea capacității electrice. În Figura 7.b sunt prezentate câte un exemplu de trimer, respectiv de condensator reglabil, așa cum se regăsesc acestea ca și componente discrete în circuitele electronice.

Ecuția de funcționare a condensatorului fix

Condensatorul se comportă ca un “depozit” de sarcină electrică. Astfel, la aplicarea unei tensiuni electrice pe terminalele sale, condensatorul stochează pe cele 2 armături o cantitate de sarcină electrică notată Q , care este direct proporțională cu valoarea tensiunii v aplicate între terminalele condensatorului. Coeficientul de proporționalitate dintre cele 2 mărimi este reprezentat de capacitatea electrică C a condensatorului (C = “capacitatea depozitului” = parametrul care stabilește cât de multă sarcină electrică poate să stocheze acesta), iar relația matematică care leagă cele 3 mărimi electrice este:

$$Q = C \cdot v$$

Curentul electric prin condensator apare atunci când cantitatea de sarcină electrică Q suferă modificări în timp, fiind egal cu viteza de variație a acesteia în timp:

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

Ecuția de funcționare a condensatorului furnizează informații despre curentul electric prin acesta în funcție de tensiunea electrică aplicată între terminalele sale. Pe baza celor 2 relații de mai sus, ecuația de funcționare a condensatorului fix este:

$$i = C \cdot \frac{dv}{dt}$$

ecuația de funcționare a condensatorului

Semnul relației de mai sus respectă sensul mărimilor electrice din Figura 6.a. În cazul în care sensul curentului electric i și sensul referinței pentru tensiunea electrică v sunt opuse, atunci, în ecuația de funcționare, în fața termenului din dreapta apare semnul “-”.

Deoarece curentul electric prin condensator este direct proporțional cu variația în timp a tensiunii electrice aplicate pe acesta, **în regim de curent continuu**, când mărimile electrice sunt caracterizate de valori constante în timp, **curentul electric prin condensator este nul**.

Concluzie: curentul continuu prin condensator este egal cu 0 amperi (cu alte cuvinte, condensatorul nu permite trecerea curentului continuu prin el).

c. Bobina

Bobina este o componentă electronică pasivă reactivă, capabilă să înmagazineze energie electrică sub formă de câmp magnetic. Parametrul principal, care caracterizează bobina din punct de vedere electric, este **INDUCTANȚA MAGNETICĂ**, notată cu **L**, care se exprimă în Henry (**H**).

Bobina este un element de circuit care are proprietatea de a se opune modificărilor bruște ale curentului electric care o parcurge, iar inductanța magnetică caracterizează această proprietate. Astfel, cu cât valoarea inductanței magnetice **L** a bobinei este mai mare, cu atât mai puternic se opune bobina respectivă modificărilor bruște ale curentului care o parcurge.

Totodată, inductanța magnetică caracterizează capacitatea bobinei de a înmagazina energie electrică sub formă de câmp magnetic.

La fel ca și în cazul condensatoarelor, bobinele se pot clasifica în:

- bobine fixe = la care inductanța **L** este fixă;
- bobine reglabile = la care inductanța **L** poate fi modificată de către utilizator.

Simbolurile electrice ale bobinei

Simbolurile electrice ale bobinei, precum și mărimile electrice de terminal ale acesteia, sunt prezentate în Figura 8.a, în care prin **i** s-a notat curentul electric care trece prin bobină, iar prin **v** s-a notat tensiunea electrică generată între terminalele bobinei, ca urmare a trecerii curentului electric prin ea.



Figura 8.a. Simbolul electric al bobinei (cu aer) și mărimile electrice de terminal ale acesteia.



Figura 8.b. Exemple de bobine

Ecuția de funcționare a bobinei

La modificarea curentului electric care o parcurge, la terminalele bobinei se generează o tensiune electrică direct proporțională cu viteza de variație a curentului electric. Factorul de proporționalitate este reprezentat de către inductanța L a bobinei, care caracterizează măsura în care bobina se opune variației curentului electric care parcurge spirele sale.

Observațiile de mai sus sunt exprimate matematic prin intermediul ecuației de funcționare a bobinei, care furnizează informații despre tensiunea generată la terminalele sale în funcție de variația curentului electric prin aceasta:

$$v = L \cdot \frac{di}{dt}$$

ecuația de funcționare a bobinei

Semnul relației de mai sus respectă sensul de referință a mărimilor electrice din Figura 8.a. În cazul în care sensul curentului electric i și sensul referinței pentru tensiunea v sunt opuse, atunci, în ecuația de funcționare a bobinei, în fața termenului din dreapta apare semnul “-”.

Deoarece tensiunea pe bobină este direct proporțională cu variația în timp a curentului care o parcurge, în regim de curent continuu, când curentul electric prin bobină are o valoare constantă în timp, tensiunea electrică pe bobină este nulă (în curent continuu, bobina reprezintă un scurtcircuit).

Concluzie: tensiunea continuă pe bobină este egală cu 0 volți.