

The background features a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across the surface. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

# **BAZELE ELECTROTEHNICII**

**~ CURS 2 ~**

Titular disciplină: Ș.l. dr. ing. Cătălina Petrescu

Seminar: Ș.l. dr. ing. Cătălina Petrescu

Contact: sala EC205 / F. Ing. Electrică  
catalina.petrescu@upb.ro

Site: <http://elth.pub.ro/~petrescu>

## ~ Parcurs ~

Seminar	20 puncte (1 lucrare – Sem.4 x 10 puncte + 10 puncte activitate);
Teme	20 puncte (4 teme x 5 pct.);
Prezentă curs + sem	10 puncte.

---

---

**50 puncte**

## ~ Examen ~

Teorie	20 puncte (2 x 10 pct);
Probleme	30 puncte (2 x 15 pct)

---

---

**50 puncte**

Promovarea disciplinei se face prin acumularea a  
minim 50 de puncte din toate activitățile.

100 puncte

# Ce am studiat în cursul anterior?

## I. Noțiuni generale despre circuitele electrice

1. Generalități;
2. Mărimi caracteristice circuitelor electrice;
3. Elemente de circuit;
  - A. Rezistorul electric;
  - B. Bobina electrică.

# CUPRINS CURS

## **3. Elemente de circuit**

C. Condensatorul;

D. Surse de energie;

## **4. Elemente de topologie;**

## **5. Teoremele generale ale circuitelor;**

## **6. Circuite electrice de curent continuu.**

# CUPRINS CURS

## 3. Elemente de circuit

**C. Condensatorul;**

D. Surse de energie;

4. Elemente de topologie;

5. Teoremele generale ale circuitelor;

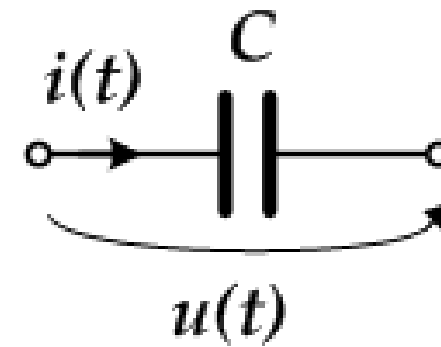
6. Circuite electrice de curent continuu.

### 3. Elemente de circuit

#### C. Condensatorul electric

Condensatorul are ecuația caracteristică:

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



Simbolul  
condensatorului

$$q(t) = q(0) + \int_0^t i(\tau) d\tau \quad q(0) = \int_{-\infty}^0 i(\tau) d\tau$$

**Condensatorul liniar**, invariabil în timp are ecuația caracteristică:

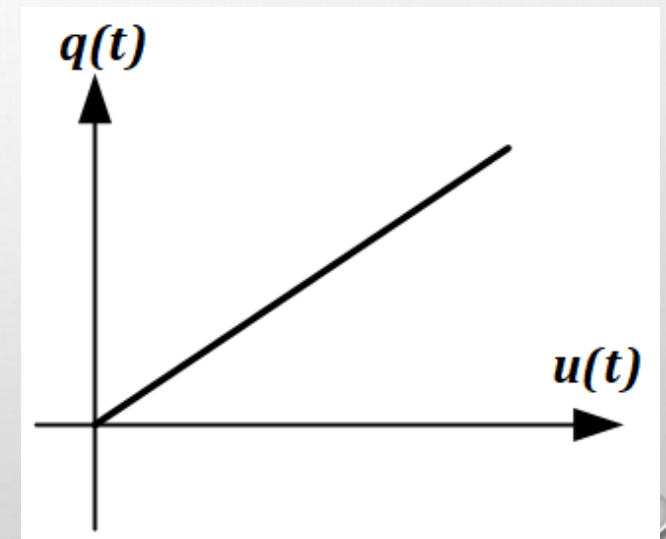
$$q(t) = C \cdot u(t)$$

unde  $C > 0$  este **capacitatea** măsurată în farazi [F].

$$i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$$

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau$$

$$u(0) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^0 i(\tau) d\tau \quad \text{valoarea initiala}$$





#### C. Condensatorul electric

Condensatorul liniar și invariabil în timp este complet determinat de capacitatea  $C$  și de tensiunea inițială  $u(0)$ .

Înmulțind ecuația caracteristică cu  $u d\tau$  și integrând pe intervalul  $(0, t)$  în ipoteza  $u(0) = 0$ , se obține energia acumulată în câmpul electric al condensatorului în acest interval:

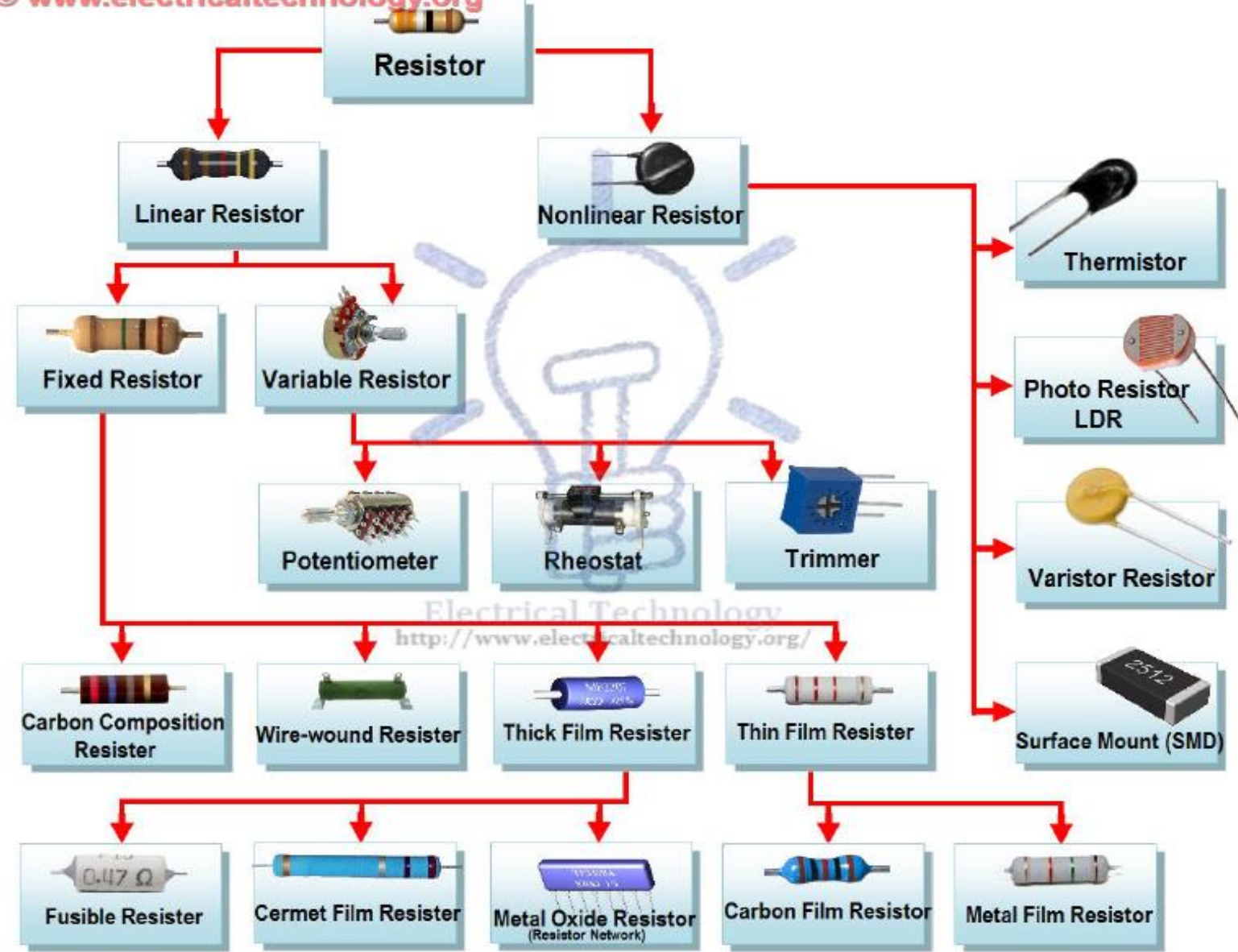
$$W_e = \int_0^t i(\tau) \cdot u(\tau) d\tau = C \int_0^t u(\tau) \cdot u' d\tau = \frac{1}{2} C u^2(t) = \frac{1}{2} q(t) \cdot u(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2(t)}{C}$$



### 3. Elemente de circuit

#### Rezistoare reale

© [www.electricaltechnology.org](http://www.electricaltechnology.org)



### 3. Elemente de circuit

- Bobine reale





### 3. Elemente de circuit

#### Condensatoare reale



Radial Ceramic Capacitor



Three Terminal Capacitor



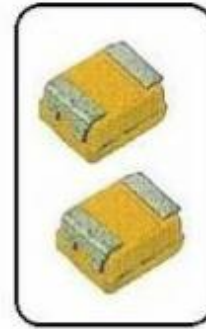
Wierd Ended Electrolytic Capacitor



Surface Mount Electrolytic Capacitor



Motor Run Capacitor



Solid Chip Tanta



Surface Mount Ceramic Capacitor



Suppressor Capacitor



Polyster Capacitor



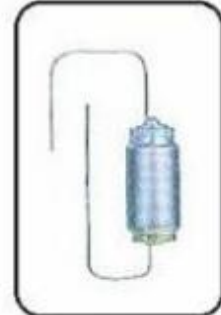
Polyproplyne Capacitor



Memory Back-up Capacitor



Trimmer Capacitor



Polysterene Capacitor



Aluminium Electrolytic Capacitor



PCB Mount Electrolytic Capacitor

# CUPRINS CURS

## 3. Elemente de circuit

C. Condensatorul;

**D. Surse de energie;**

4. Elemente de topologie;

5. Teoremele generale ale circuitelor;

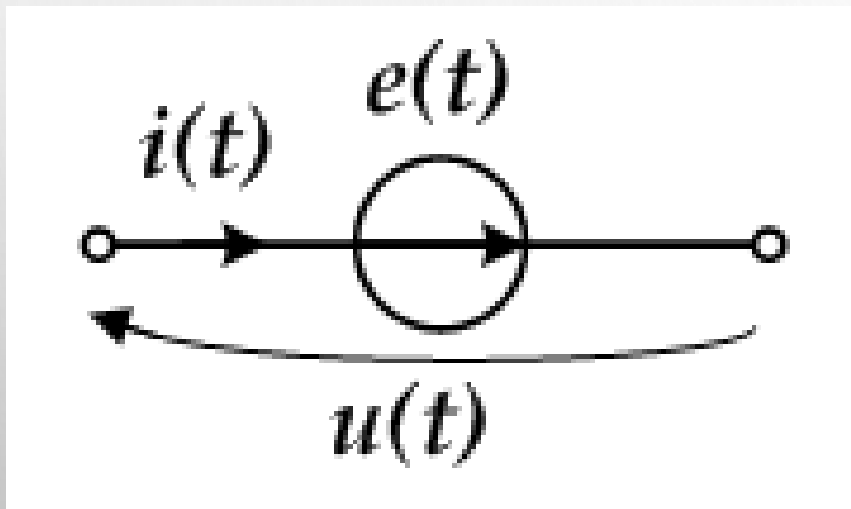
6. Circuite electrice de curent continuu.

### 3. Elemente de circuit

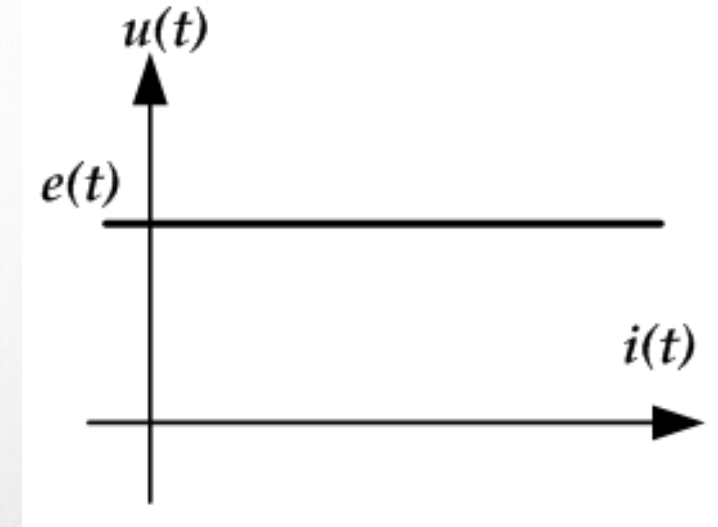
#### D. Surse de energie

##### D1. Sursa de tensiune

$$u(t) = e(t), \quad \forall i$$



Simbolul sursei de tensiune



Caracteristica  
 $u(t) = f(i(t))$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = e(t) \cdot i(t)$$

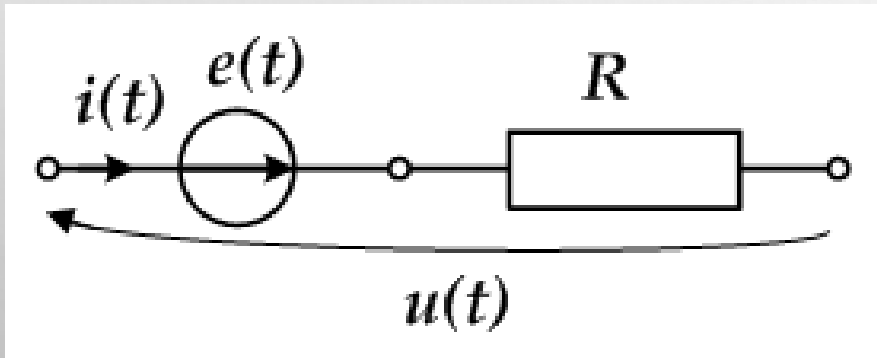
### 3. Elemente de circuit

#### D. Surse de energie

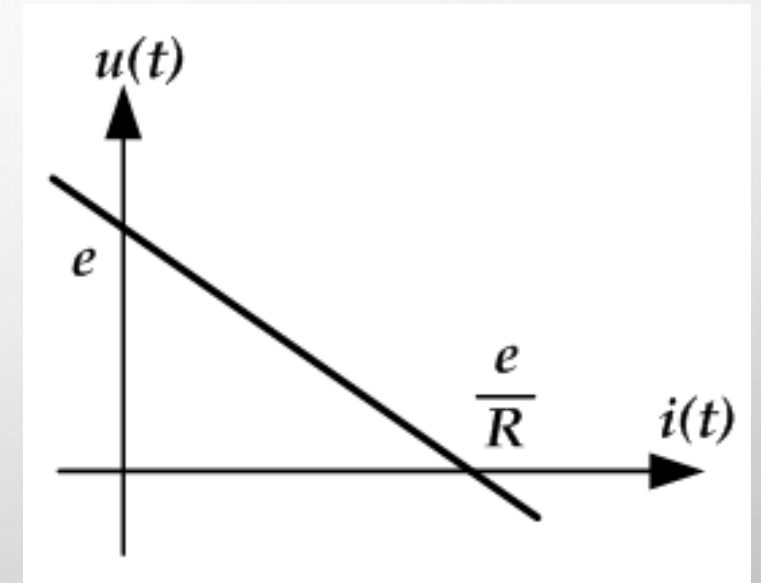
##### D1. Sursa de tensiune

Dacă elementul de circuit degajă căldură prin efect electrocaloric, adică are rezistență internă, ecuația *sursei reale de tensiune* este:

$$u = e - R \cdot i$$



Simbolul sursei  
de tensiune reale



Caracteristica  
 $u(t) = f(i(t))$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = e(t) \cdot i(t) - R \cdot i^2(t)$$



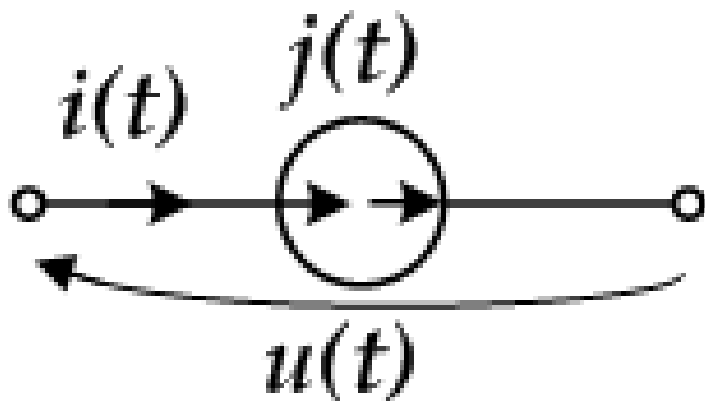
### 3. Elemente de circuit

#### D. Surse de energie

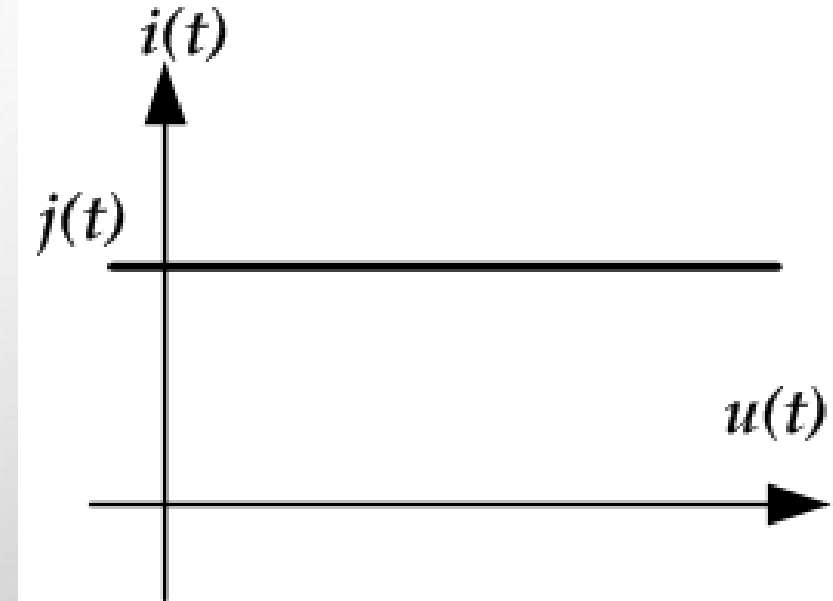
##### D2. Sursa de curent

*Sursa ideală de curent* este o sursă de energie electromagnetică având proprietatea de a debita un curent  $j(t)$  independent de rețeaua conectată la bornele ei.

$$i(t) = j(t), \quad \forall u$$



Simbolul sursei  
de curent



$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = u(t) \cdot j(t)$$

Caracteristica

$$i(t) = f(u(t))$$

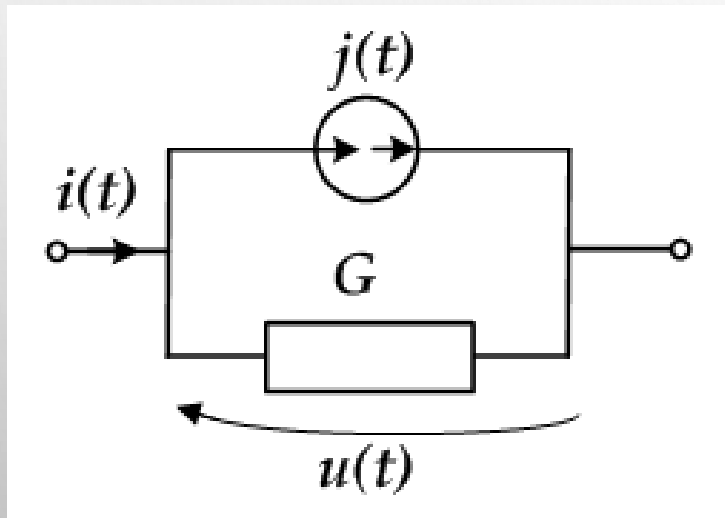
### 3. Elemente de circuit

#### D. Surse de energie

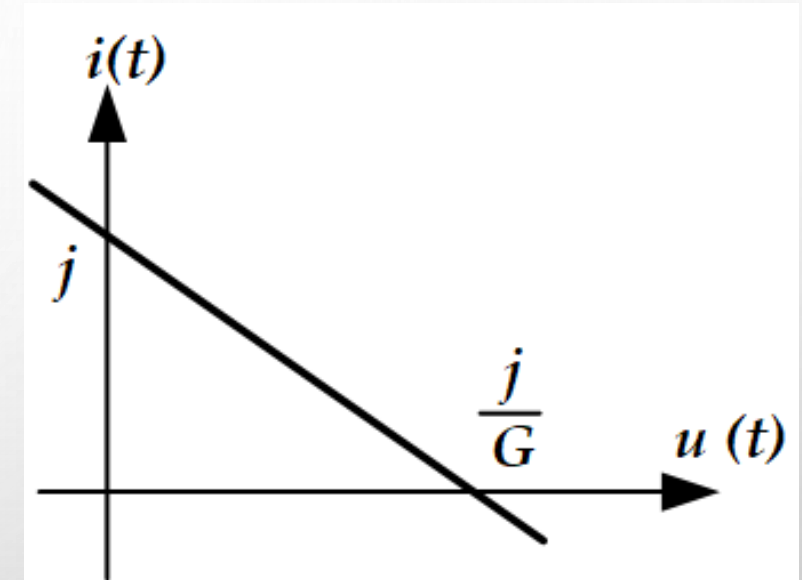
##### D2. Sursa de curent

Schema echivalentă a unei surse reale de curent este prezentată în figura de mai jos, iar ecuația de funcționare este:

$$i = j - G \cdot u$$



Simbolul sursei de  
curent reală



Caracteristica  
 $i(t) = f(u(t))$

$$p(t) = u(t) \cdot j(t) - G \cdot u^2(t)$$

# CUPRINS CURS

## **3. Elemente de circuit**

C. Condensatorul;

D. Surse de energie;

## **4. Elemente de topologie;**

5. Teoremele generale ale circuitelor;

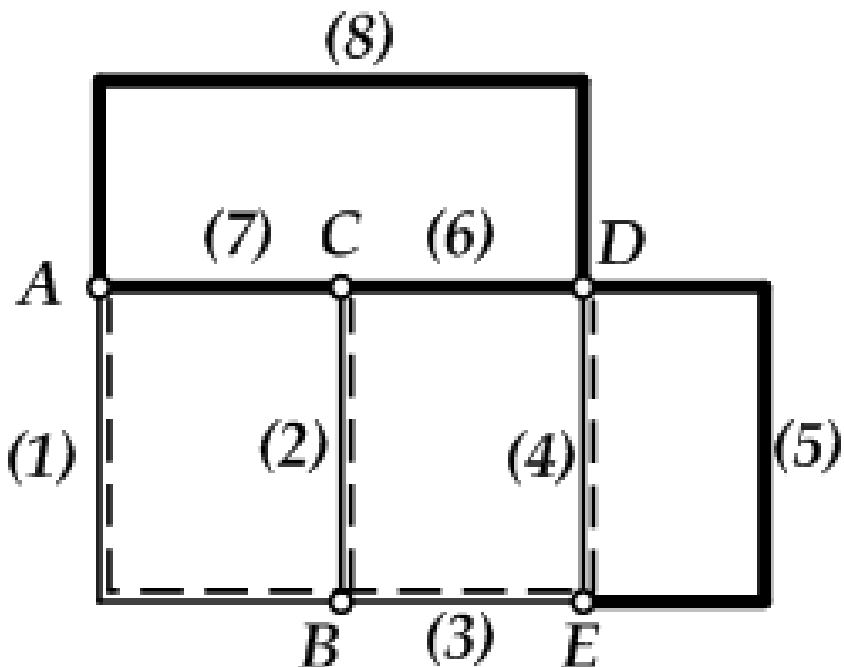
6. Circuite electrice de curent continuu.

## E. Elemente de topologie

**Circuitul electric** este o mulțime de elemente de circuit interconectate între ele.

**Elementul de circuit** este un domeniu ce are legătură electrică cu exteriorul doar printr-un număr finit de puncte numite *borne*.

Rezolvarea corectă a unui circuit implică un lanț de operații care încep cu identificarea *elementelor de topologie ale unui circuit electric*.



**nod** = punctul de intersecția a minim trei conductoare. Numărul nodurilor dintr-un circuit se notează cu  $N$ ;

**latură** = porțiunea din graf cuprinsă între două noduri. Totalitatea laturilor din circuit se va nota cu  $L$ ;

**bucla** = orice succesiune de laturi ale grafului ce formează un contur închis, care parcurge orice nod cel mult o dată. Numărul de bucle independente din circuit se notează cu  $B$ . O bucla netraversată de vreo latură poartă denumirea de **ochi**.

$$B = L - N + 1$$

# CUPRINS CURS

## **3. Elemente de circuit**

C. Condensatorul;

D. Surse de energie;

## 4. Elemente de topologie;

## **5. Teoremele generale ale circuitelor;**

## 6. Circuite electrice de curent continuu.



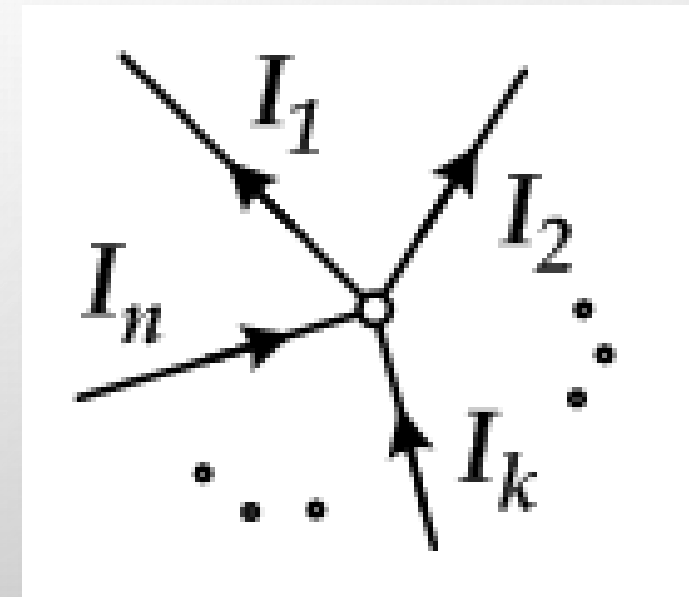
# Teoremele generale ale circuitelor

## A. Prima teoremă a lui Kirchhoff

*Suma intensităților curenților laturilor concurente într-un nod este zero, dacă toți curenții sunt definiți cu sensuri de referință la fel orientate față de nod.*

$$\sum_{k \in n_j} I_k = 0$$

Într-un circuit electric, închis și izolat se pot scrie  $N-1$  ecuații independente ale primei teoreme Kirchhoff.



(+ cei care ies din nod)



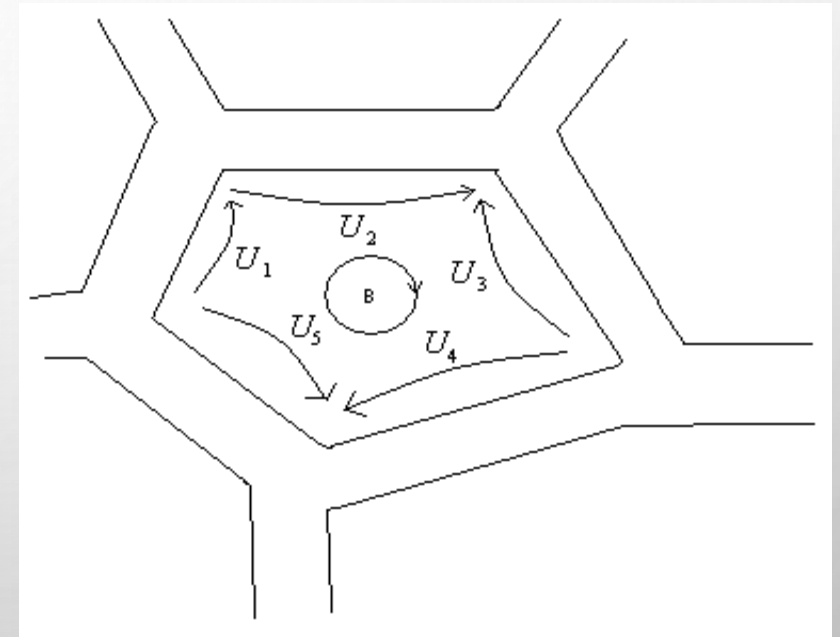
## B. A doua teoremă a lui Kirchhoff

*Suma algebrică a căderilor de tensiune dintr-o buclă a unui circuit este egală cu suma algebrică a t.e.m. de la bornele surselor de tensiune din aceeași buclă.*

$$\sum_{k \in b_n} U_k = \sum_{k \in b_n} E_k \text{ sau}$$

$$\sum_{k \in B_h} (R_k \cdot I_k + U_{jk}) = \sum_{k \in B_h} E_k$$

Într-un circuit electric, închis și izolat se pot scrie  $B$  ecuații independente ale celei de a doua teoreme Kirchhoff.



# CUPRINS CURS

## **3. Elemente de circuit**

C. Condensatorul;

D. Surse de energie;

## 4. Elemente de topologie;

## 5. Teoremele generale ale circuitelor;

## **6. Circuite electrice de curent continuu.**

## 6. Circuite electrice de curent continuu

Circuitele de curent continuu sunt circuite în care mărimile de excitație (intensitățile curenților și tensiunile electrice sunt constante în timp). Circuitele în curent continuu sunt rezistive deoarece bobinele și condensatoarele în curent continuu nu intervin prin parametrii lor caracteristici, având un comportament particular:

- dacă curentul ce parcurge bobina este continuu (constant)  $i_L = I$  pentru  $t \in (-\infty; \infty)$ , ecuația caracteristică a bobinei devine  $u_L = L \frac{di_L}{dt} = 0$ , deci bobina se comportă în curent continuu ca un scurtcircuit ( $R = 0$ ).

- dacă tensiunea la bornele condensatorului este continuă (constantă)  $u_C = U$  pentru  $t \in (-\infty; \infty)$ , ecuația caracteristică a condensatorului devine  $i_C = C \frac{du_C}{dt} = 0$ , deci condensatorul se comportă în curent continuu ca un gol ( $R \rightarrow \infty$ ).

**OBS:** Cu toate acestea bobina parcursă de curentul constant  $I$  acumulează energie magnetică  $W_m = \frac{1}{2} LI^2$ , iar condensatorul cu tensiunea la borne  $U$  acumulează energie electrică  $W_e = \frac{1}{2} CU^2$ .

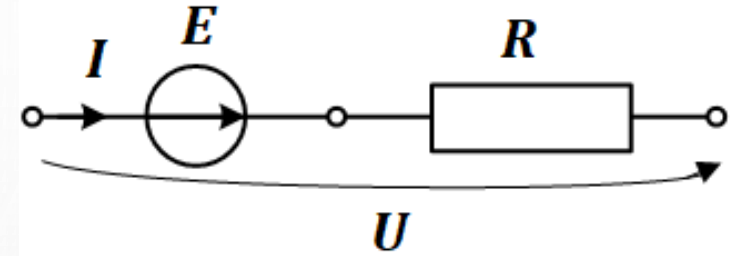
## 6. Circuite electrice de curent continuu

Relațiile care stau la baza rezolvării circuitelor în curent continuu sunt:

- legea lui Ohm:  $U = RI - E$

- prima teoremă a lui Kirchhoff:  $\sum_{k \in n_i} I_k = 0$

- a doua teoremă a lui Kirchhoff:  $\sum_{k \in B_h} (R_k \cdot I_k + U_{J_k}) = \sum_{k \in B_h} E_k$



Verificarea soluției unui circuit de curent continuu se face cu ajutorul teoremei conservării puterilor, care este folosită sub denumirea de bilanțul puterilor:

Enunț: *Suma puterilor consumate prin efect electrocaloric ireversibil în rezistoarele unui circuit electric izolat (putere consumată) este egală cu suma puterilor generate de sursele de energie electrică (surse de tensiune și surse de curent) din același circuit (putere generată):*

$$P_c = \sum_k R_k \cdot I_k^2$$

$$P_g = \sum_k (E_k \cdot I_k + U_{J_k} \cdot J_k)$$

$$P_c = P_g$$



### *Algoritmul de aplicare a teoremelor lui Kirchhoff în rezolvarea problemelor*

*Pasul 1:* Se determină numărul nodurilor, laturilor și buclelor din circuit;

*Pasul 2:* Se aleg sensurile de referință ale curenților prin laturile circuitului și, respectiv, ale tensiunilor la bornele surselor de curent (conform regulii de asociere de la generator);

*Pasul 3:* **Pentru un număr  $N-1$  de noduri** se vor scrie ecuațiile primei teoreme a lui Kirchhoff.

*Pasul 4:* Se vor scrie pentru sistemul fundamental de bucle ales (cărora li s-a indicat și un sens de parcurgere)  **$B=L-N+1$  ecuații** ale teoremei a doua a lui Kirchhoff.

*Pasul 5:* Se rezolvă sistemul format de  $L$  ecuații cu  $L$  necunoscute (curenții din laturi și tensiunile la bornele surselor de curent).

*Pasul 6:* Se verifică bilanțul puterilor.

**VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE !!**