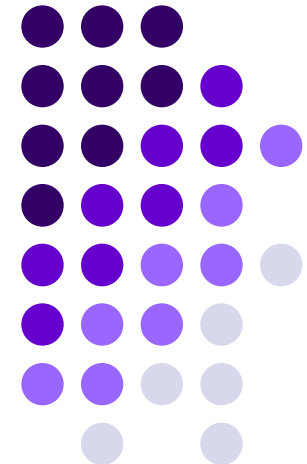
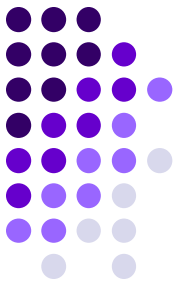


Senzori si traductoare

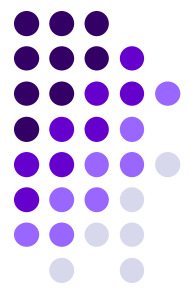


Cuprins 5

- Traductoare inductive de deplasare
- Traductoare capacitive de deplasare
- Traductoare de deplasare optoelectronice incrementale
- Traductoare de deplasare absolute



Tructoarele inductive



Bobina tehnică (reală) este caracterizată de următorii parametri principali: inductanța L , rezistența totală de pierderi R_p și capacitatea parazită C_0 .

fluxul magnetic: $\Phi(t) = Li(t)$

$$u = L \frac{di}{dt}$$

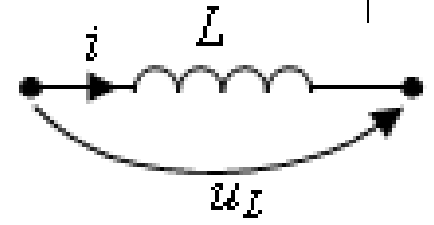
$L = \frac{N^2}{R_m}$; N – numărul de spire, R_m – reluctanța magnetică a circuitului.

$R_m = \frac{l}{\mu S}$; l – lungimea circuitului magnetic; S – secțiunea transversal a circuitului

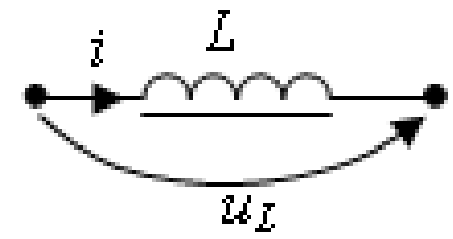
$$L = \mu \frac{N^2 S}{l}$$

puterea la bornele inductantei: $p = u(t)i(t) = Li \frac{di}{dt}$

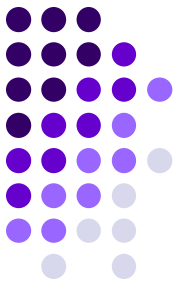
energia electrica care parcurge bobina: $W_m = \frac{Li^2(t)}{2} + W_m(0)$



Bobina ideala



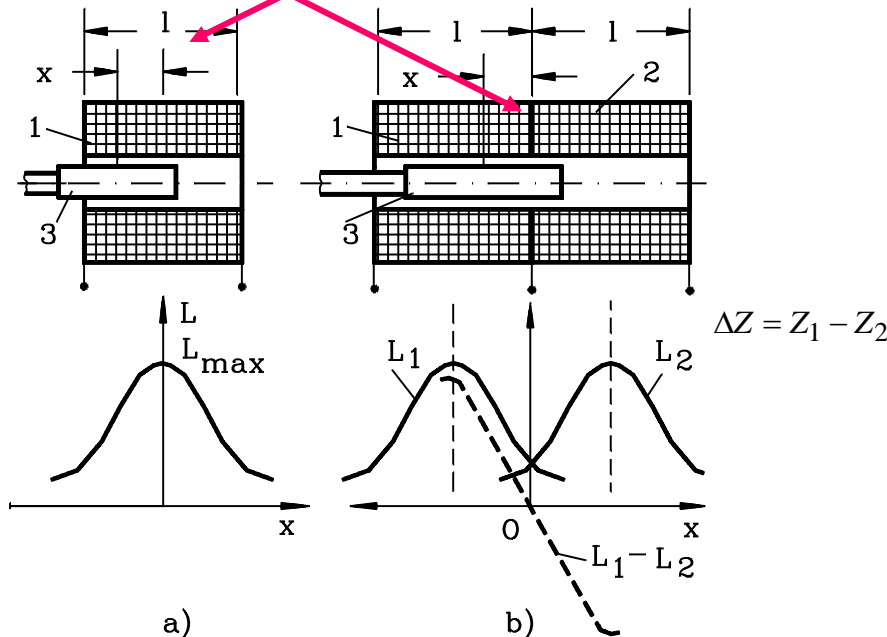
Bobina neliniara

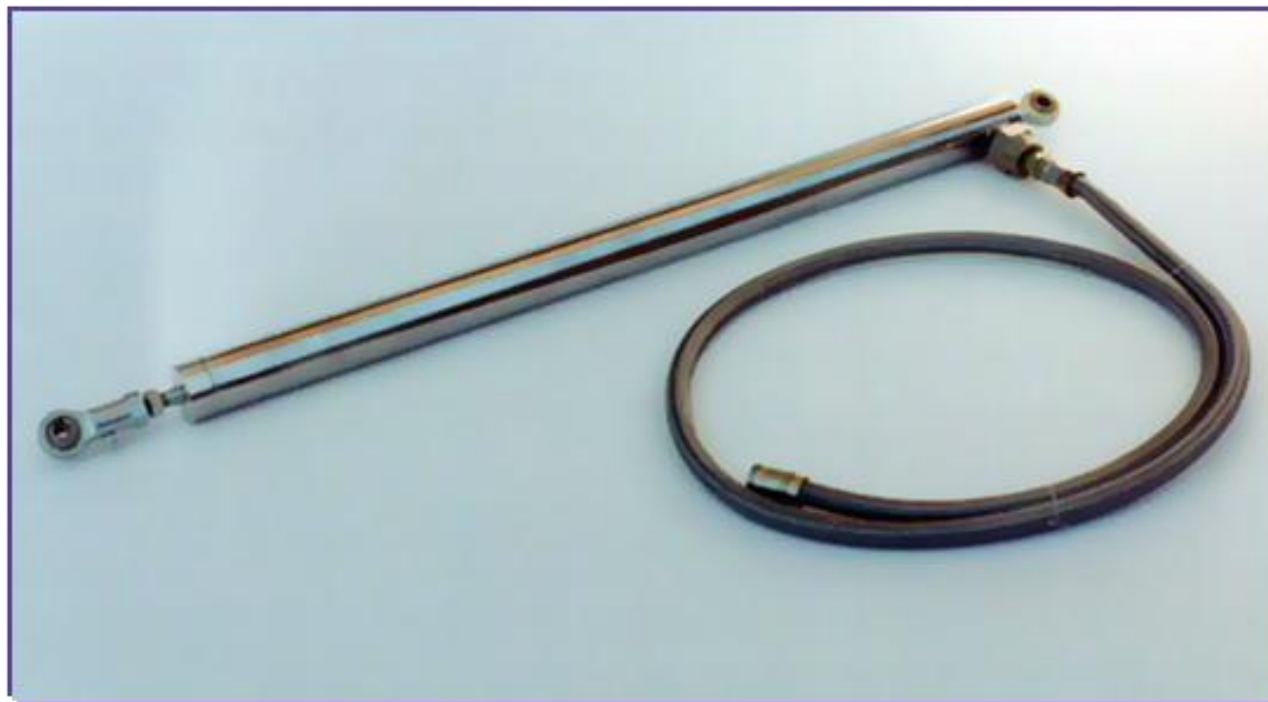
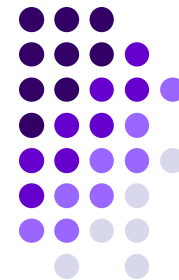


$$L = f(x)$$

- sisteme în care este influențată o singură inductanță (bobine simple și duble);
- sisteme în care sunt influențate două inductanțe, în sensuri contrare (bobine diferențiale);
- sisteme în care sunt influențate inductanțe mutuale (transformatoare diferențiale).

pentru curse
 liniare cuprinse
 în intervalul
1... 300 mm

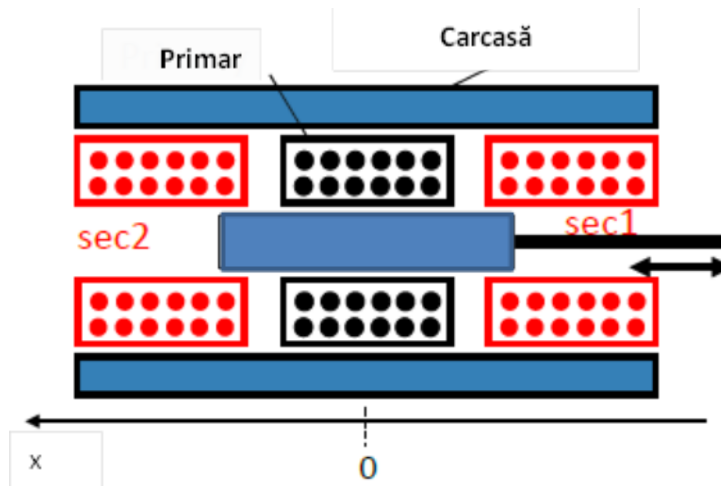
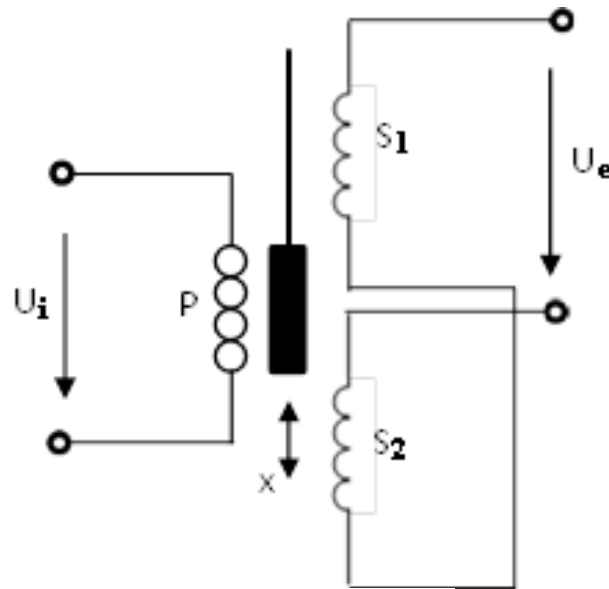


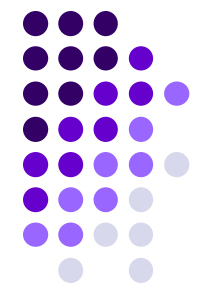
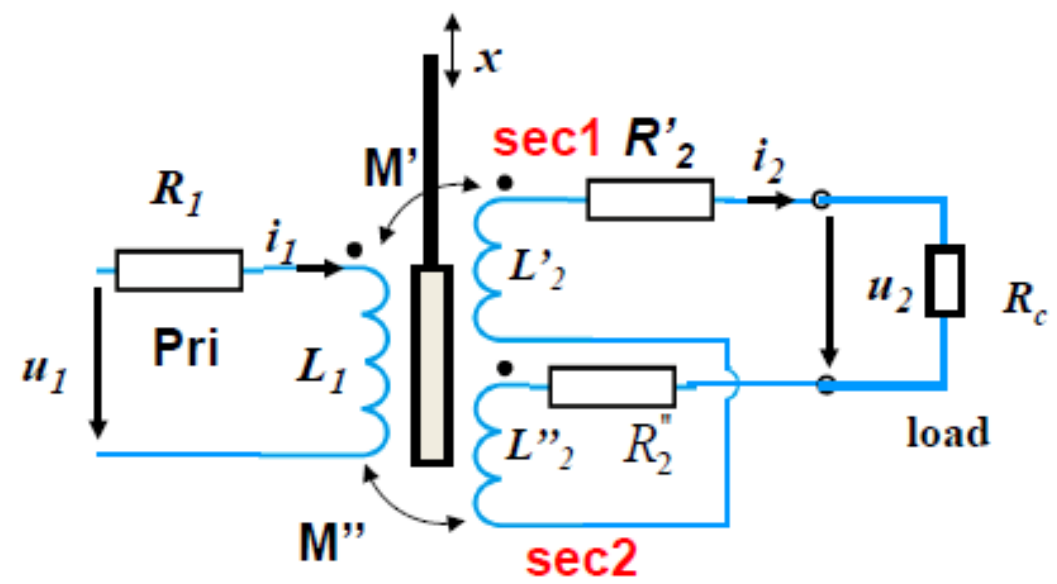


Traductor inductiv – transformator diferential (LVDT)

$$U_e = kU_i x$$

- P – primar
- S1, S2 – secundar
- U_i – tensiunea de alimentare
- U_e – tensiunea de iesire





PRIMAR { *tensiunea de alimentare* U_1 , *intensitatea curentului* i_1
 Rezistenta R_1
 Inductivitatea L_1

SECUNDAR_1 { *Inductivitatea mutuală* M'
 Rezistenta R'_2
 Inductivitatea L'_2

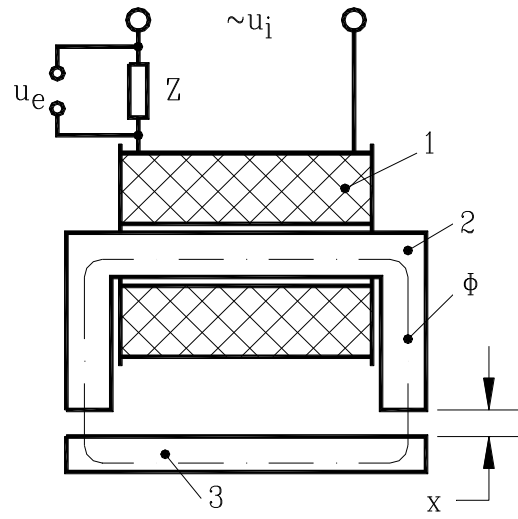
SECUNDAR_2 { *Inductivitatea mutuală* M''
 Rezistenta R''_2
 Inductivitatea L''_2

$$u_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + (M'' - M') \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = -(R'_2 + R''_2) i_2 - (L'_2 + L''_2) \frac{di_2}{dt} + (M'' - M') \frac{di_1}{dt}$$

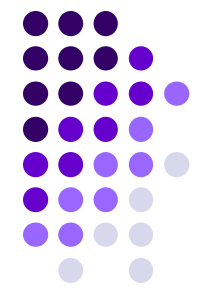
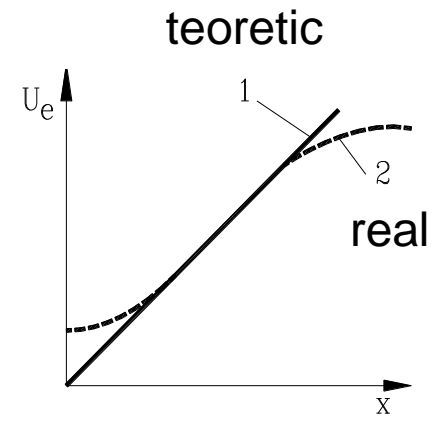
Pentru $R_c \uparrow\uparrow, i_2 \approx 0$

$$\underline{U}_2 = \frac{j\omega [M''(x) - M'(x)]}{R_1 + j\omega L_1} \cdot \underline{U}_1$$



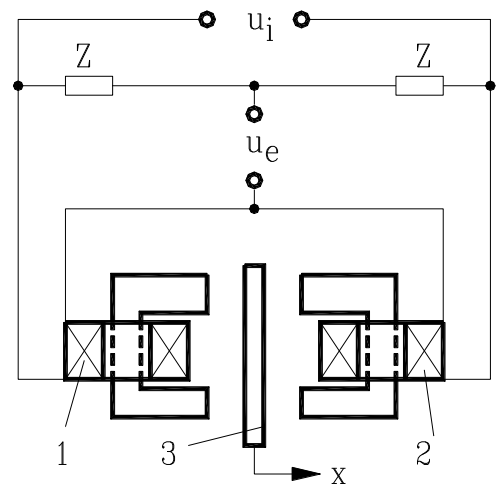
Traductor inductiv cu armătură mobilă

$$U_e \cong k \cdot U_i \cdot x$$



Liniaritatea se consideră acceptabilă în general pentru: $x \in (0.3...0.4) \cdot x_{max}$

Traductor inductiv diferențial

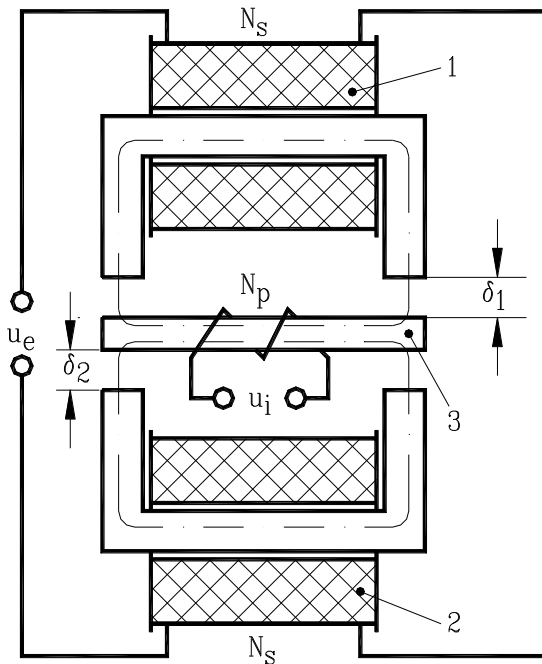


$$U_e = \frac{U_i}{2} \cdot \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \cong \frac{U_i}{2} \cdot \frac{x_0 - x_1}{x_0}$$

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

Traductoarele inductive cu circuit feromagnetic, simplu sau diferențial:

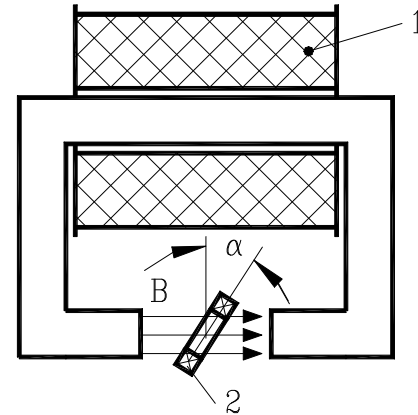
$$x \in (0.01...5)mm$$



$$U_e = \frac{N_S}{N_P} \cdot \frac{\delta_2 - \delta_1}{\delta_1 + \delta_2} \cdot U_i$$

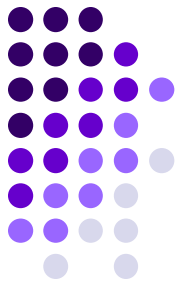
$$x \in (0.01 \dots 5) \text{ mm}$$

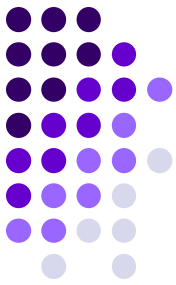
Traductor inductiv diferențial de tip transformator



$$U = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \sim \sin \alpha$$

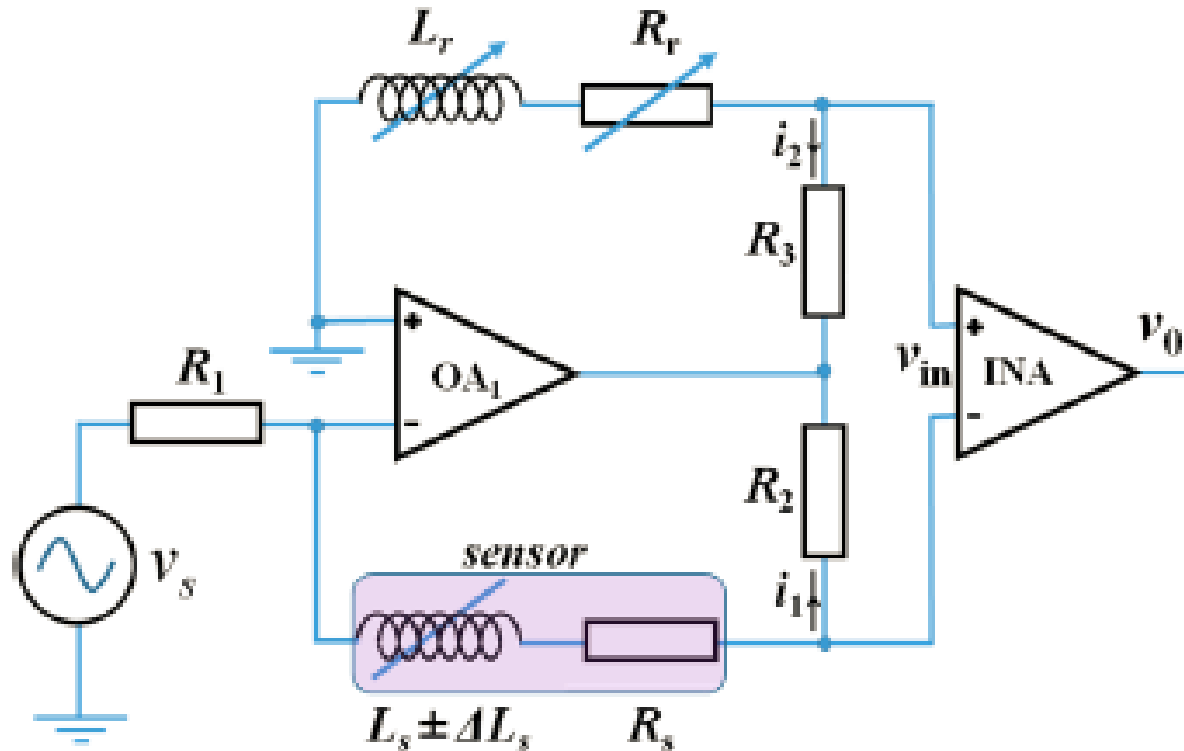
Traductor inductiv pentru mișcarea de rotație



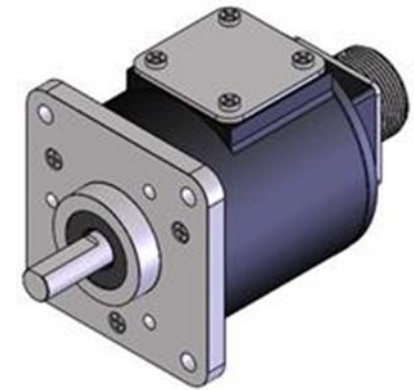
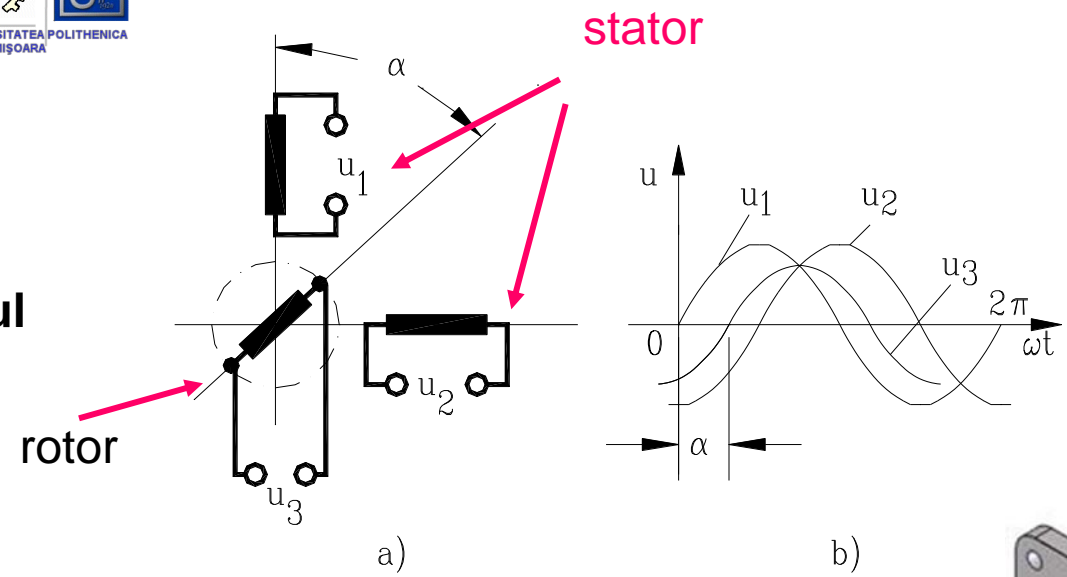


CIRCUIT PENTRU INTERFATAREA TRADUCTORULUI INDUCTIV DE DEPLASARE

- OA1 – amplificator operational
- INA – amplificator pentru instrumentatie



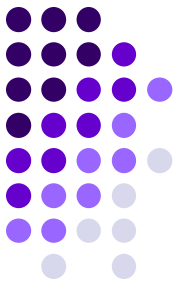
Resolverul



Unghiul α este unghiul dintre înfășurarea rotorică și o înfășurare statorică luată ca referință

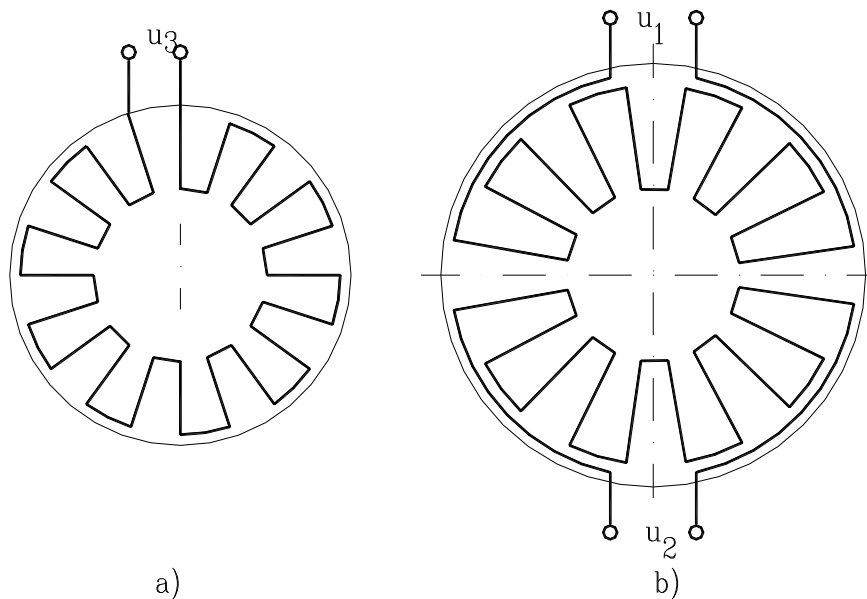
avantaje: dimensiuni mici, construcție simplă, robustă și ieftină, domenii extinse de utilizare într-un câmp larg de temperatură;

dezavantaj (nesemnificativ însă): aspectul complex de prelucrare a informațiilor.



Inductosinul de rotație

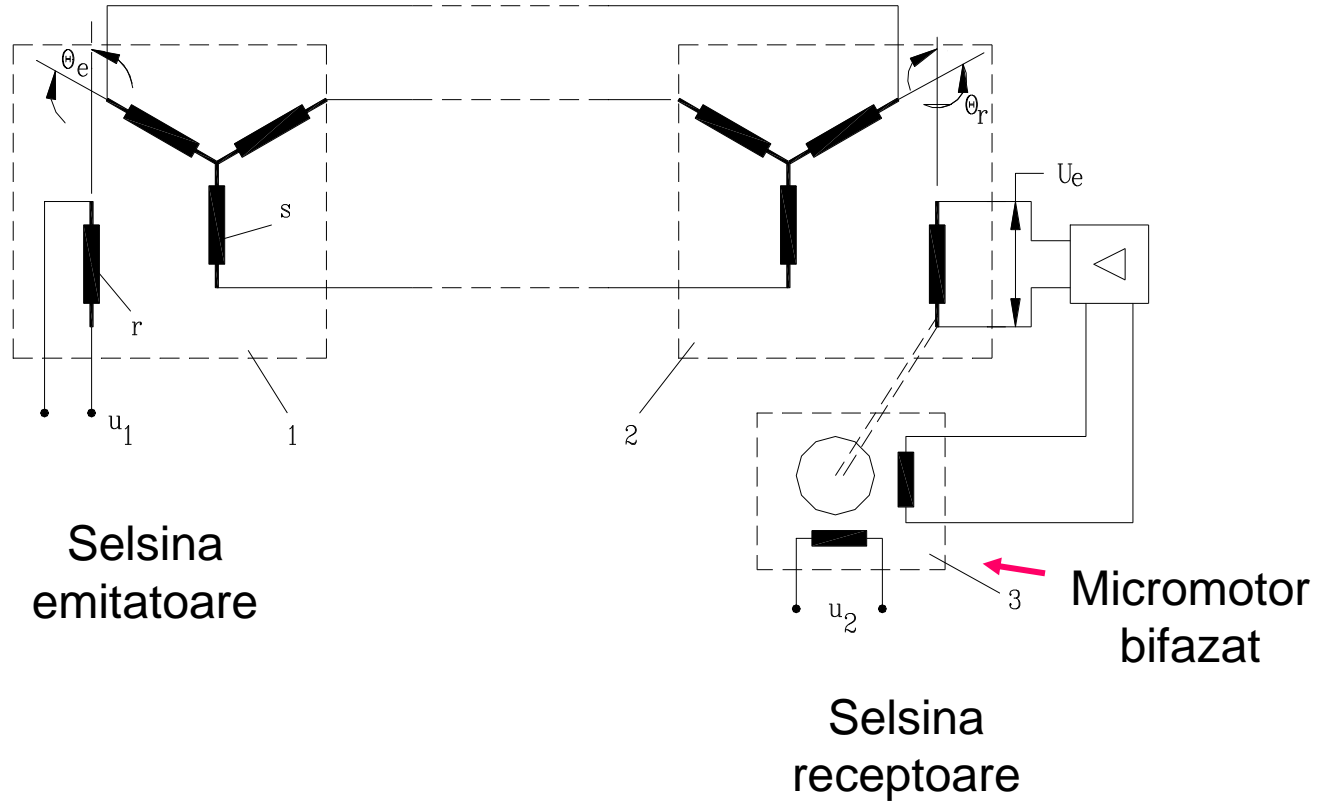
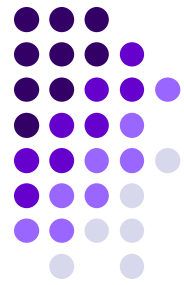
- partea fixă statorică care are două înfășurări plane, multipolare, executate prin tehnologia cablajelor imprimate;
- partea mobilă rotorică poartă o înfășurare plană, cu pas unghiular constant, executată tot prin tehnologia cablajelor imprimate.
- Cele două părți se găsesc în funcționare cu înfășurările față în față, realizându-se un întrefier de 0.1...0.5 mm



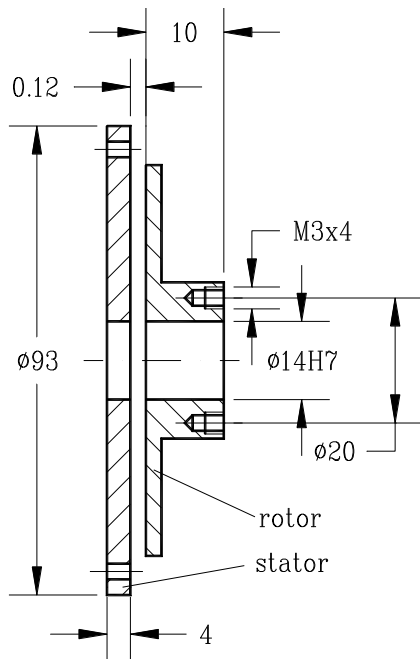
Înfășurările:

- într-un singur strat cu semifabricate din folie de cupru de $70 \mu\text{m}$;
- curenții de alimentare sunt mai mici de 1 A;
- frecvența optimă a tensiunii de lucru: aprox. 10 kHz.

selsina



$$U_e \cong k_S \cdot (\theta_e - \theta_r)$$

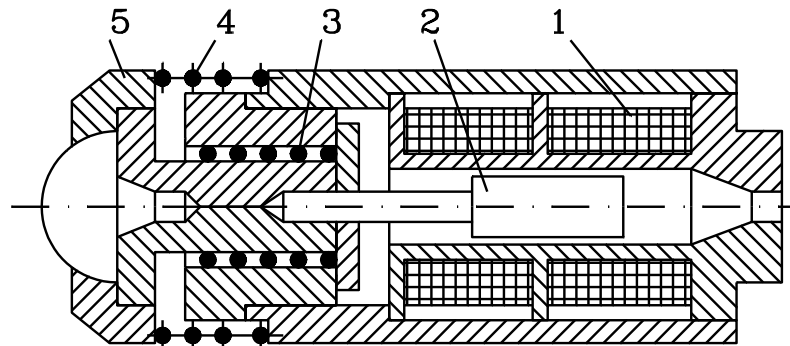
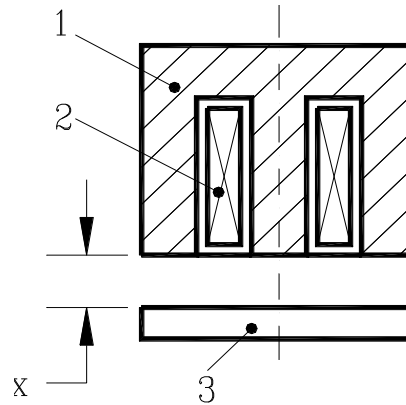


inductosin

armătură mobilă (3)

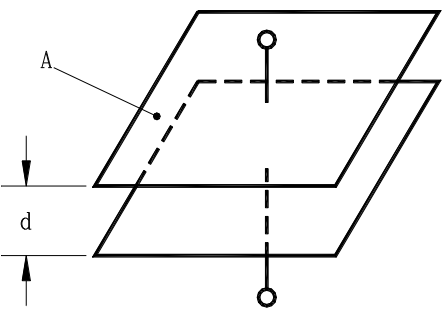
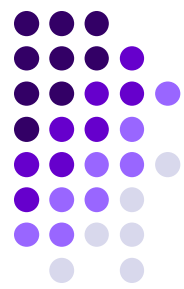
circuitul feromagnetic (1) din ferită

(2- înfășurarea bobinei).



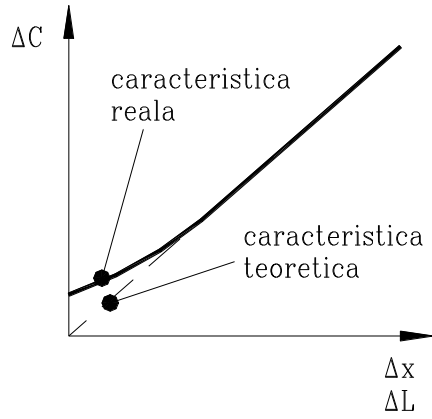
Varianta constructivă a unui traductor inductiv de tip diferențial: 1-bobina; 2-miez feromagnetic; 3-ghidaj cu bile; 4-arc; 5-cap pentru palpare

trandoctoare capacitive

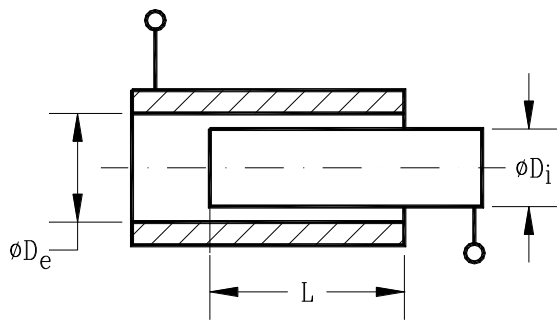


$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

$$\Delta C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot b}{d} \cdot \Delta x$$



Caracteristica statică teoretică = liniară, unidirecțională



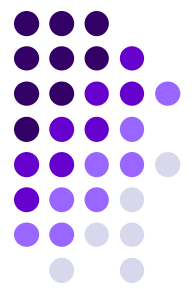
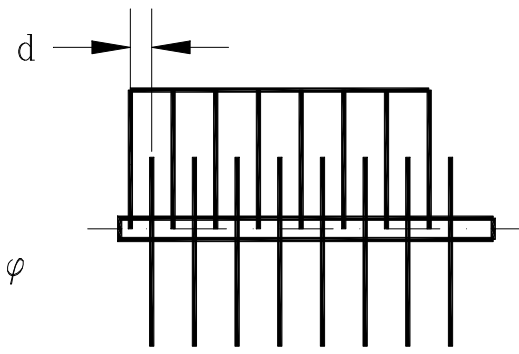
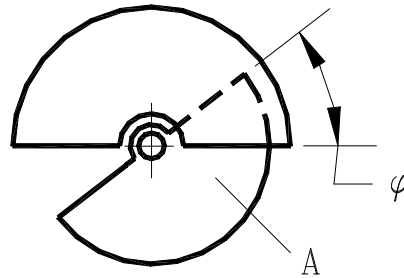
$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot L}{\ln(D/d)}$$

$$\Delta C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \Delta L}{\ln(D/d)}$$

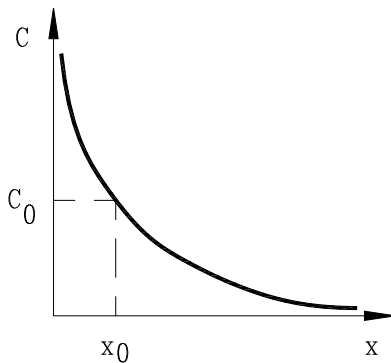
b este lățimea armăturilor, Δx este deplasarea liniară a armăturii plane și respectiv ΔL este deplasarea liniară a armăturii cilindrice

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A \cdot \varphi}{d \cdot \pi}$$

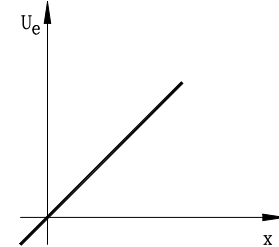
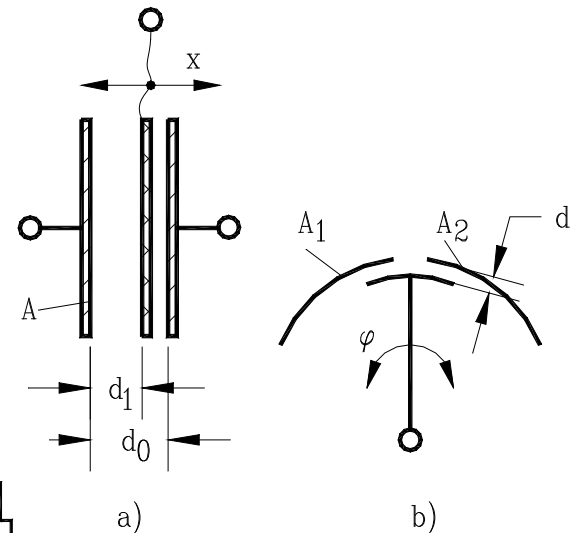
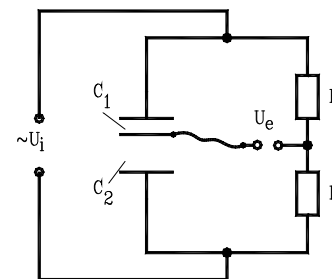
$$S = \frac{\Delta C}{\Delta \varphi} = n \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{\pi \cdot d}$$



Traductoarele capacitive cu modificarea distanței d dintre armături au o caracteristică statică neliniară

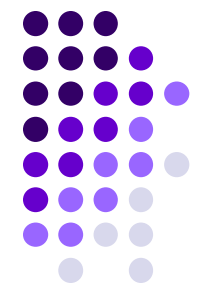
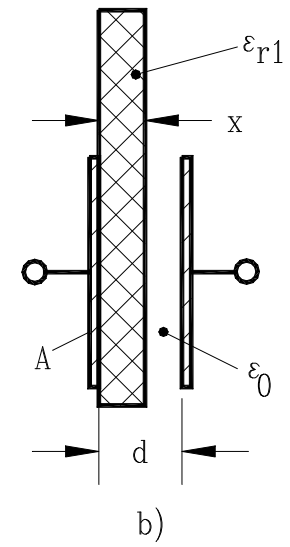
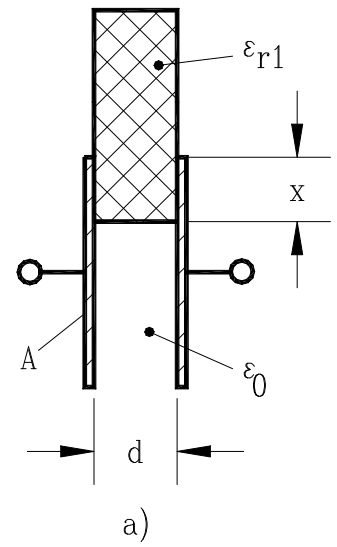


Traductor capacitiv diferențial



$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1} \cdot b \cdot x}{d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot b \cdot (L - x)}{d}$$

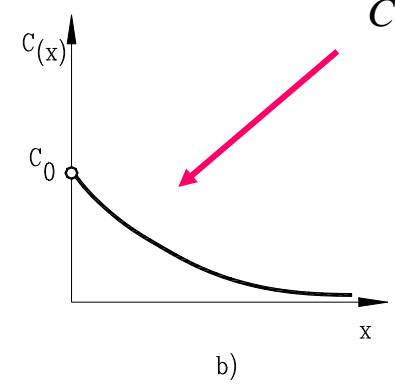
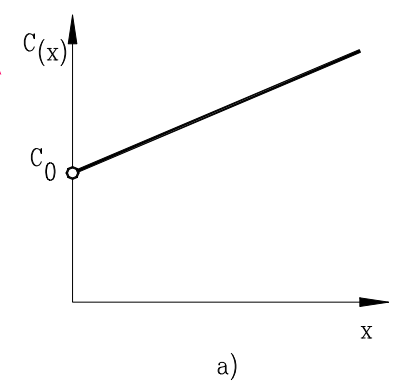


$$C = C_0 + C(x) = \frac{\epsilon_0 \cdot b \cdot L}{d} + \frac{\epsilon_0 \cdot b}{d} \cdot (\epsilon_r - 1) \cdot x$$

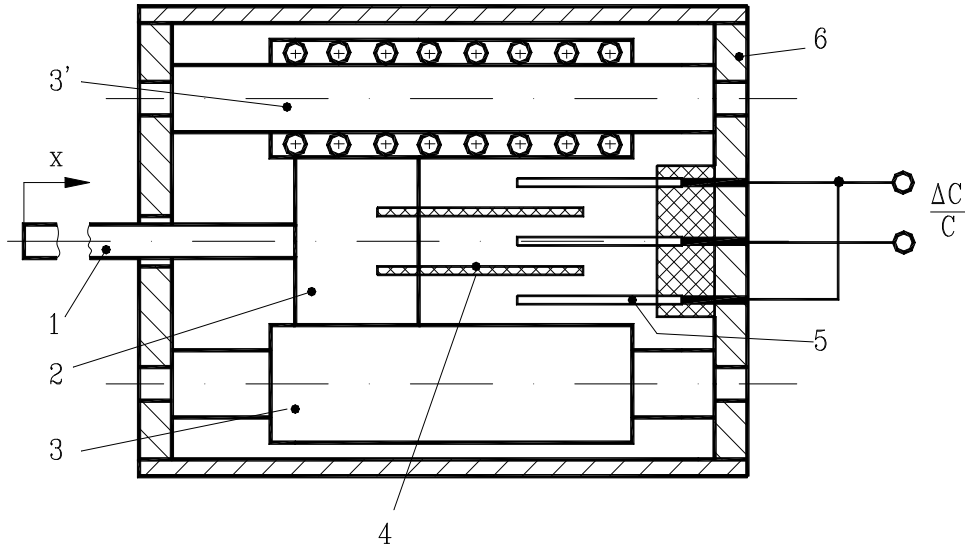
$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1} \cdot A}{x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d - x}$$

$$C = \epsilon_0 \cdot A \cdot \frac{\epsilon_{r1}}{\epsilon_{r1} \cdot d - (\epsilon_{r1} - 1) \cdot x}$$



$$U = \frac{U_0 \cdot d}{k}$$

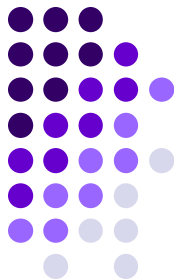


Pe tija mobilă "1" este fixat suportul izolator "2" ghidat în mișcarea de translație prin intermediul ghidajelor "3" și "3"

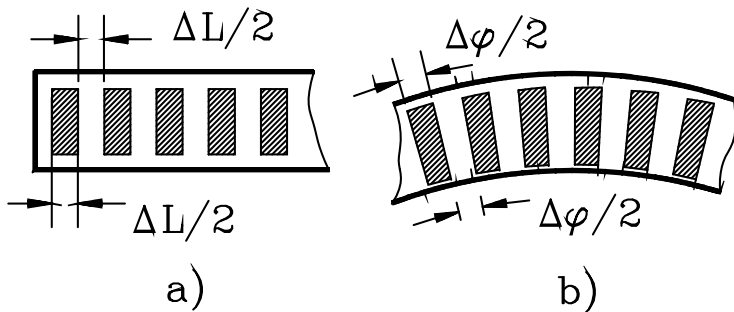
Armăturile mobile "4" (din material ceramic) se deplasează relativ, în mișcare de translație față de armăturile metalice fixe "5".

Întreaga construcție este închisă în carcasa "6"

tranductoare incrementale optoelectronice



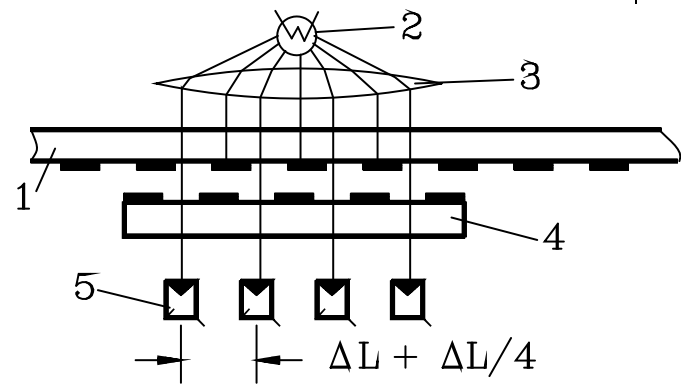
- rigla incrementală - pentru tranductoarele liniare
- discul incremental – tranductoarele de rotatie
- capul de citire sau testare



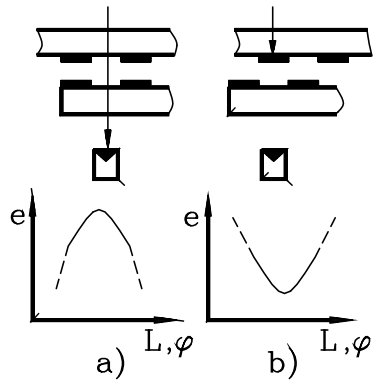
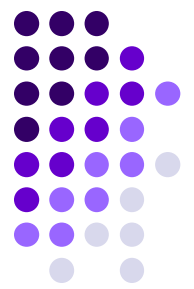
Rigla (a) și discul incremental (b) codificate în cod binar

Sursele luminoase: diode electroluminiscente (LED) sau diode laser

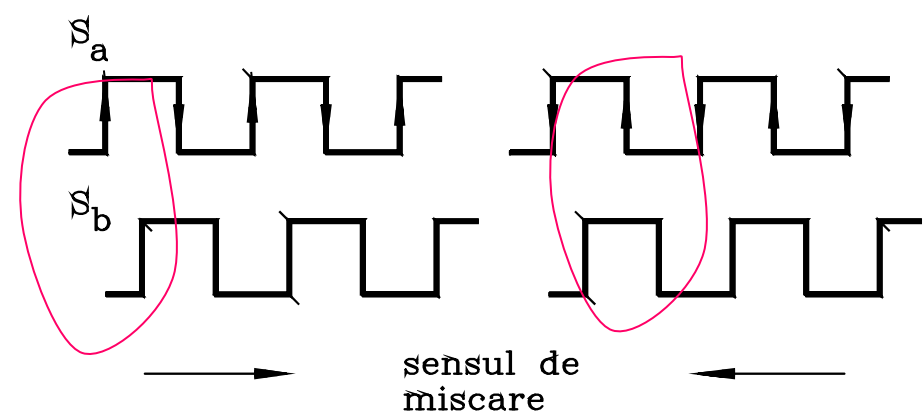
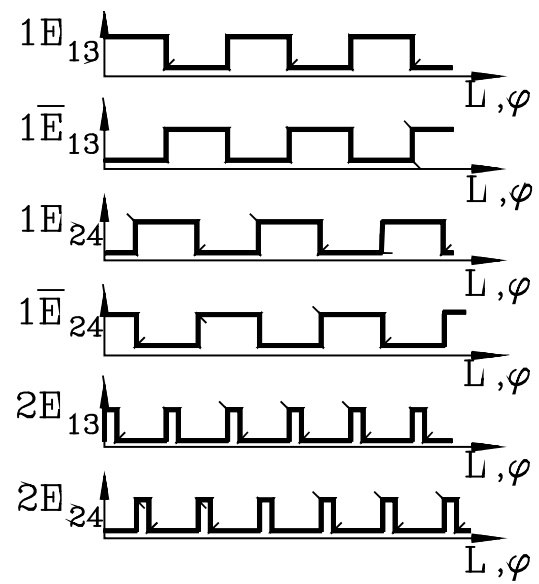
Receptoarele fluxului luminos sunt fotodiode sau fototranzistoare.



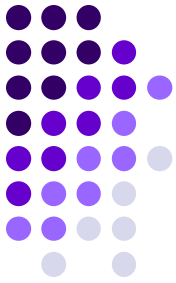
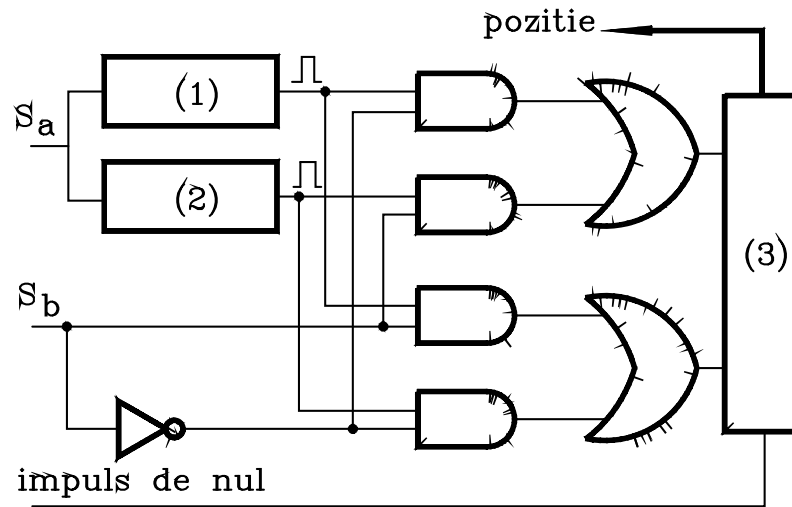
- 1 – rigla incrementală
- 2 – sursa de lumina
- 3 – lentila colimatoare
- 4 – grila transparentă
- 5 - fotolemente



$$\left. \begin{aligned}
 e_1 &= e_c + e_0 \cdot \sin \varphi \\
 e_2 &= e_c + e \cdot \sin \left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right) \\
 e_3 &= e_c + e_0 \cdot \sin \left(\varphi + 2 \cdot \frac{\pi}{2} \right) \\
 e_4 &= e_c + e_0 \cdot \sin \left(\varphi + 3 \cdot \frac{\pi}{2} \right)
 \end{aligned} \right\} \begin{aligned}
 e_{13} &= e_1 - e_3 \\
 e_{24} &= e_2 - e_4
 \end{aligned}$$



- 1 – front crescator;
- 2 – front descrescator
- 3 - contor



$$f = \frac{v}{\Delta L} \quad [s^{-1}]$$

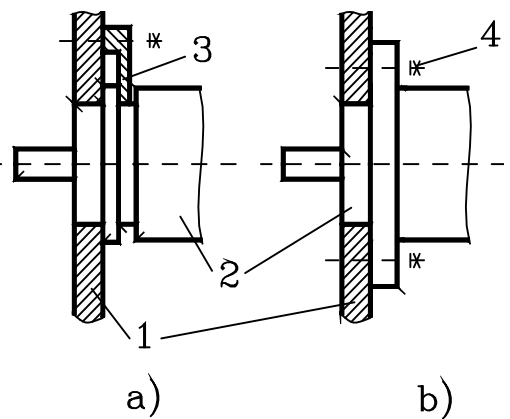
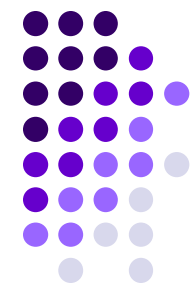
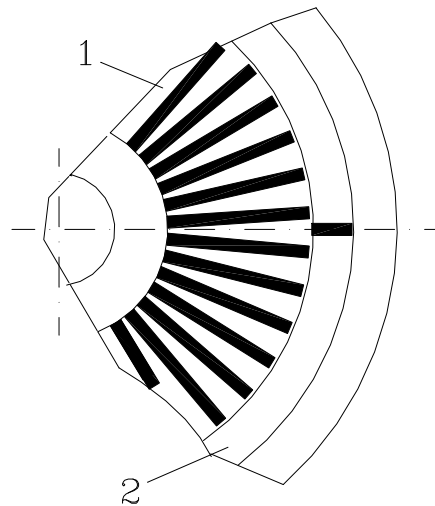
$$f = \frac{n}{60} \cdot N_{imp}$$

F –frecventa impulsurilor

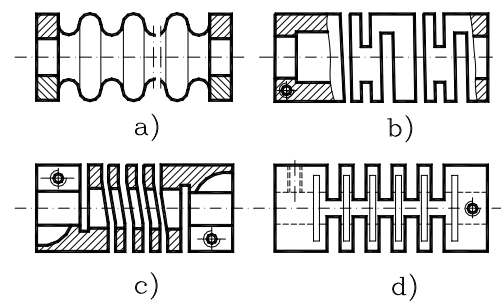
v – viteza liniara a riglei

n – turatia elementului mobil

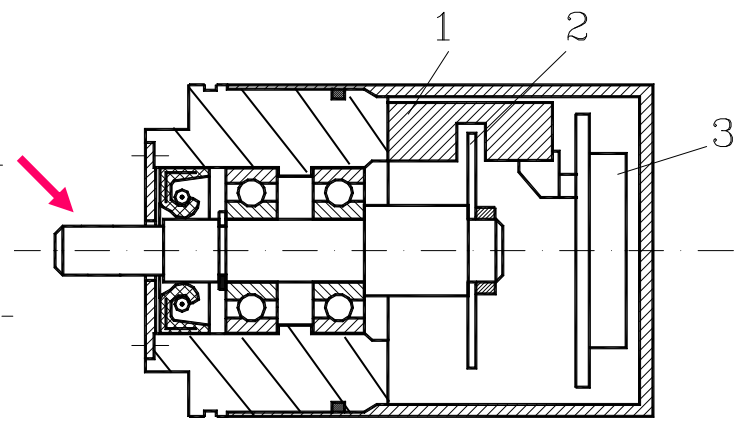
1-zona diviziunilor incrementale;
 2- zona impulsului de nul



1-batiu; 2-traductor;
 3-clemă;
 4-șurub, piuliță

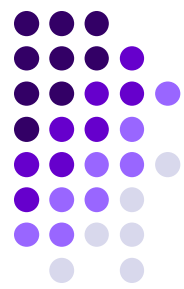


Cuplaje elastice

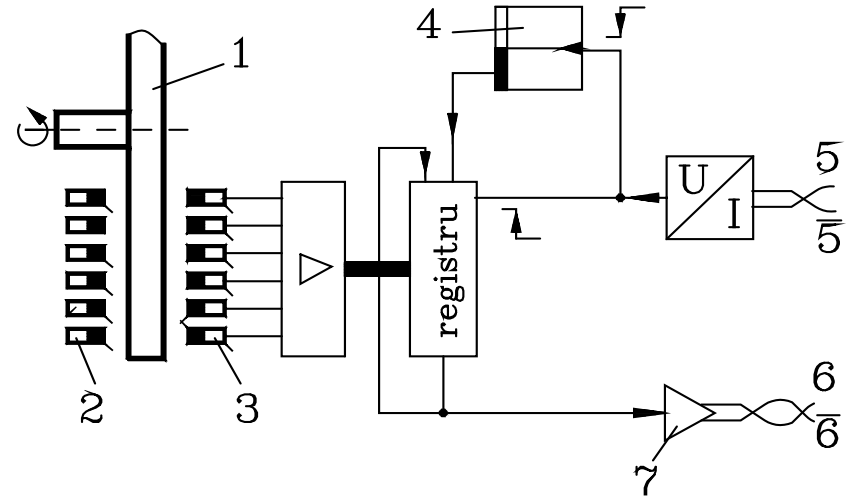


1-carcasa;
 2-disc incremental;
 3-circuite electronice

Traductoare optoelectronice absolute

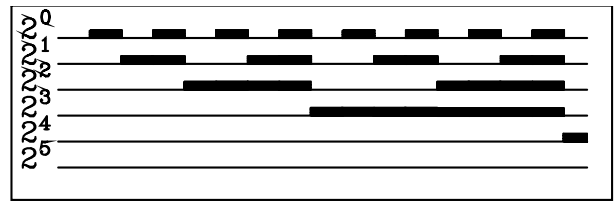


- 1-discul absolut;
- 2-surse luminoase;
- 3-fotoreceptoare;
- 4-monostabil;
- 5-tact;
- 6-informatie; 7-interfață



Riglă codificată:

- a) cod binar;
- b) în cod Gray

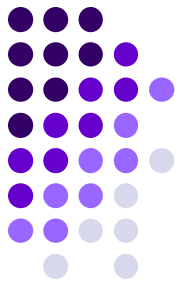


a)



b)

Evitarea erorilor de citire:



- **pista de validare** - se permite utilizarea când elementele de testare se găsesc în mijlocul intervalului citit;
- **utilizarea codului Gray** - când trecerea de la o valoare numerică la alta se face de așa manieră încât se schimbă starea logică a unui singur ordin;
- **citirea în "V"** - semnal logic "1" (diviziune transparentă) pe o pistă, comandă testarea pe elementul din stânga dreptei Y'Y" pentru pista următoare;
 - semnal logic "0" (diviziune opacă) pe o pistă, comandă testarea pe elementul din dreapta liniei Y'Y" pe pista următoare.

