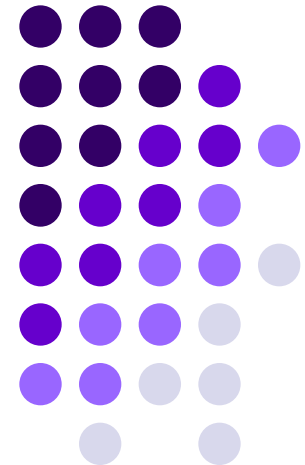
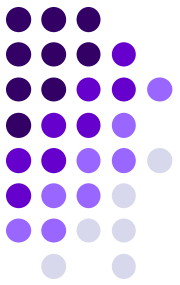


Senzori si traductoare

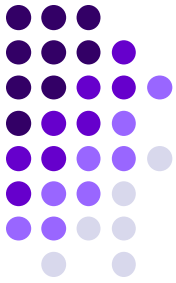




Cuprins 3

- ❖ Caracteristicile dinamice ale elementelor senzoriale
- ❖ Circuite de masurare

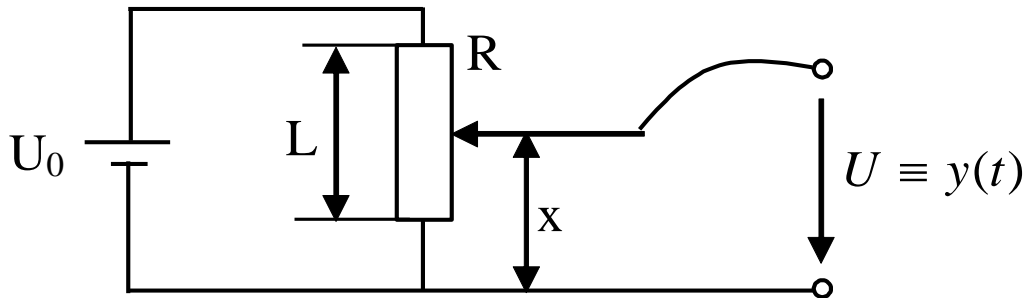
- TRADUCTOARE DE DEPLASARE
 - ❖ Introducere
 - ❖ Alegerea traductoarelor de deplasare



- Ce inseamna “dinamic” din punct de vedere fenomenologic ?
- Ce inseamna “dinamic” din punct de vedere matematic ?
- Care este diferenta fata de “static” ?

• element de ordinul zero

$$y(t) = ax(t)$$

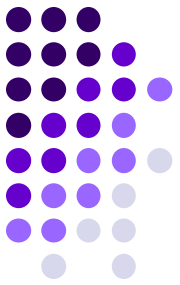


Traductorul rezistiv de deplasare

$$U = \frac{U_0}{L} \cdot x = S \cdot x$$

S = sensibilitatea [V/mm]

Elementele de ordinul zero: **nu introduc întârziere în transferul informației dar modifică amplitudinea semnalului de intrare**



Element de ordinul 1

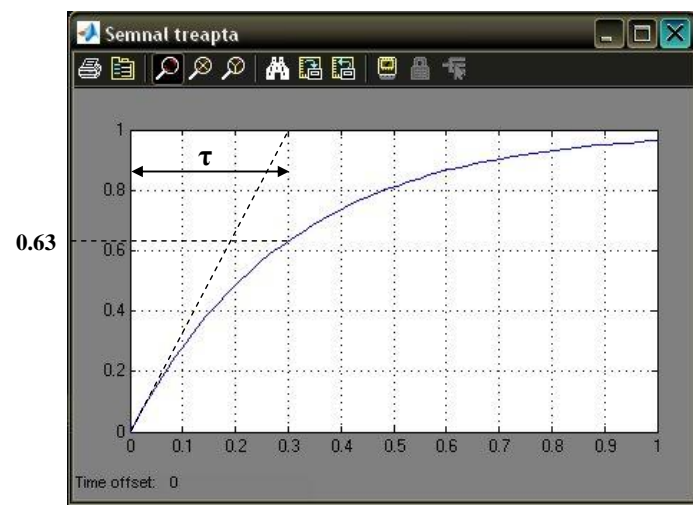
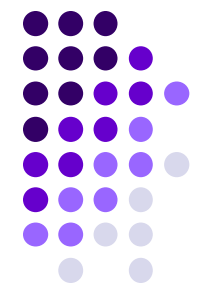
$$a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = x(t)$$

Funcția de transfer:

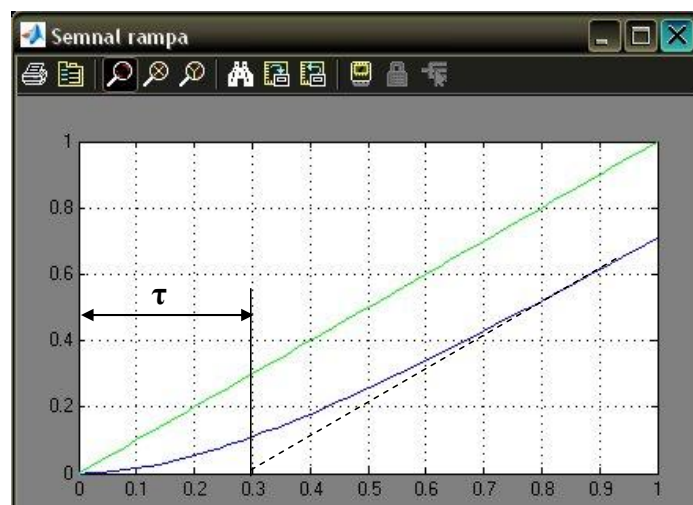
$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{a_1 s + a_0} = \frac{S}{\tau \cdot s + 1}$$

$$S = \frac{1}{a_0} \left[\frac{UM_Y}{UM_X} \right] \quad \text{- sensibilitatea}$$

$$\tau = \frac{a_1}{a_0} [s] \quad \text{- constanta de timp}$$



Raspunsul elementului senzorial la semnal treapta

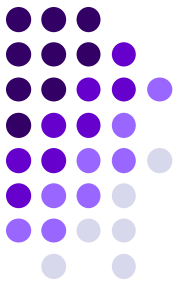


Raspunsul elementului senzorial la semnal rampa

EX.:

$y(t) = e^{-4t}$ Care este valoarea la momentele : $t = 0 ; 1 ; 2 ; s$
 $e = 2.7183$

t [s]	0	1	2
e^{-4t}	$e^{-4 \cdot 0} = e^0 = 1$	$e^{-4 \cdot 1} = e^{-4} = \frac{1}{e^4} = \frac{1}{54.5} = 0.0183$	$e^{-4 \cdot 2} = \frac{1}{e^8} = \frac{1}{2980.958} = 0.0003$



Performanțele elementului senzorial în timpul procesului tranzitoriu

:

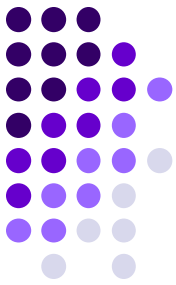
- *constanta de timp* – intervalul de timp după care valoarea de ieșire atinge 0.63 din valoarea de regim stabilizat;
- *timpul de întârziere* (delay time) – timpul necesar semnalului de ieșire pentru a atinge 50 % din valoarea de regim stabilizat:

$$t_i = t_{50} = \tau \ln 2$$

- *timpul de creștere* (rise time) – timpul necesar semnalului de ieșire pentru a crește de la 10 % până la 90 % din valoarea de regim stabilizat:

$$t_c = t_{90} - t_{10} = \tau \ln 9$$

Traductoarele de temperatură, tahogeneratoarele (traductoare de viteză unghiulară) sunt elemente senzoriale de ordinul întâi.



Funcția de transfer a unui senzor de temperatură este dată de relația:

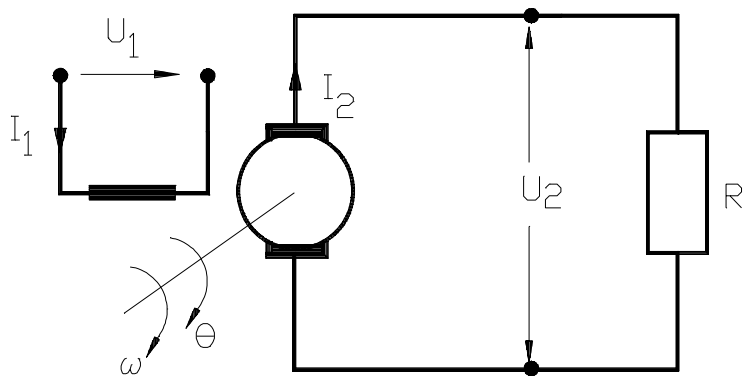
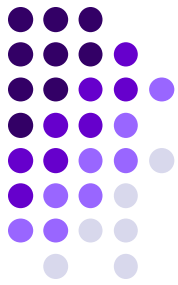
$$G(s) = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{20s + 1} \text{ [V /}^{\circ}\text{C]}$$

Se cere să se determine răspunsul elementului senzorial dacă este introdus într-un vas cu apă aflată la 100 °C.

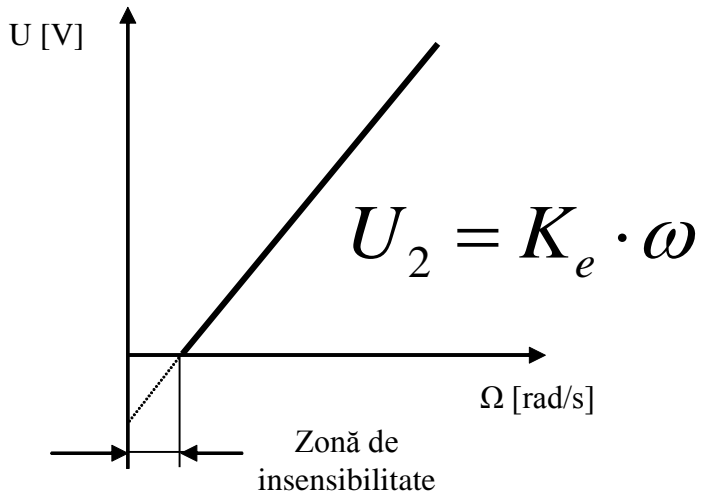
$$U(s) = G(s) \cdot INTRARE(s) = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{20s + 1} \cdot \frac{100}{s} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{s(s + 0.05)}$$

$$u(t) = 40 \cdot 10^{-4} \left(1 - e^{-0.05t} \right)$$

Traductor de viteza inductiv



Schema electrică a tahogeneratorului de c.c.



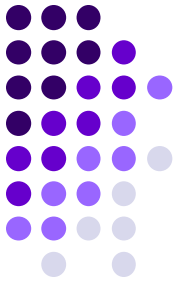
$$e = i_2 \cdot (R_i + R) + L_i \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$e = k_e \cdot \omega = k_e \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$u_2 = i_2 \cdot R$$

$$\frac{L_i}{R_i + R} \cdot \frac{du_2}{dt} + u_2 = \frac{R \cdot k_e}{R_i + R} \cdot \omega$$

$$U_2 = \frac{S}{\tau s + 1} \cdot \omega$$



$$a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = x(t)$$

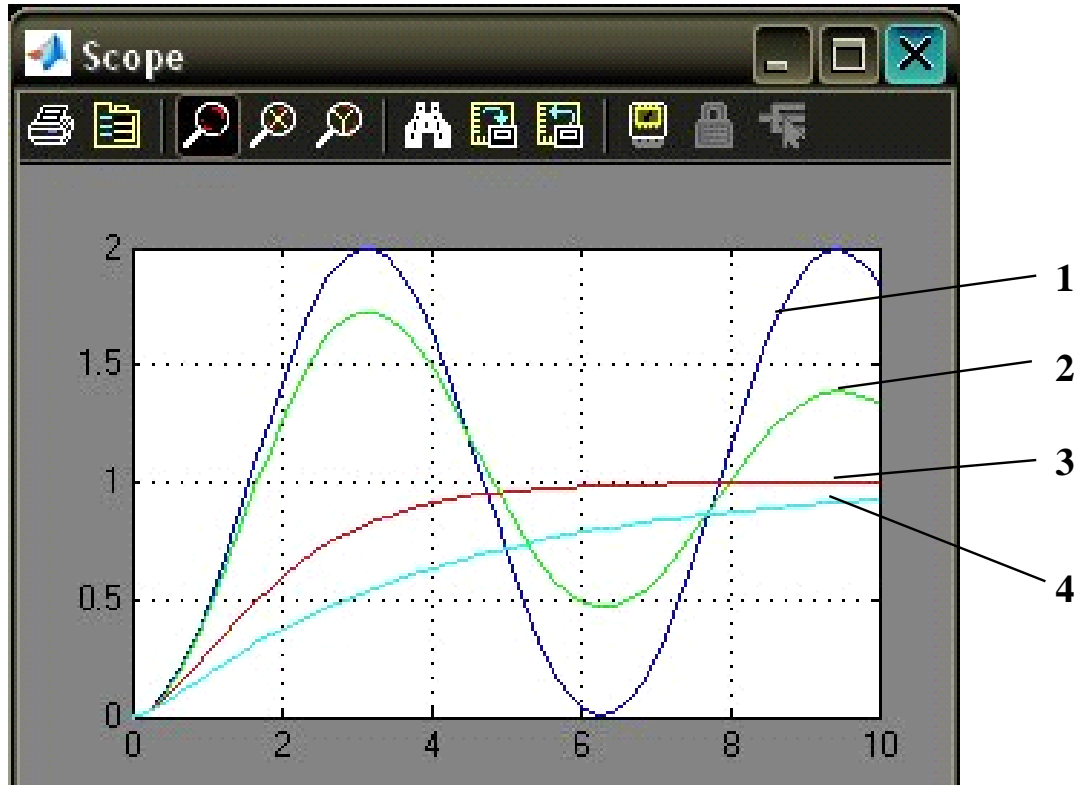
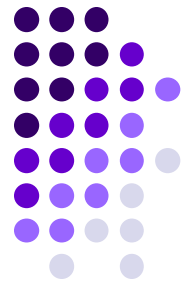
$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2\xi\omega_0 \frac{dy(t)}{dt} + \omega_0^2 y(t) = k\omega_0^2 x(t)$$

$$\xi = \frac{a_1}{2\sqrt{a_0 a_2}} \quad \text{Coeficientul de amortizare}$$

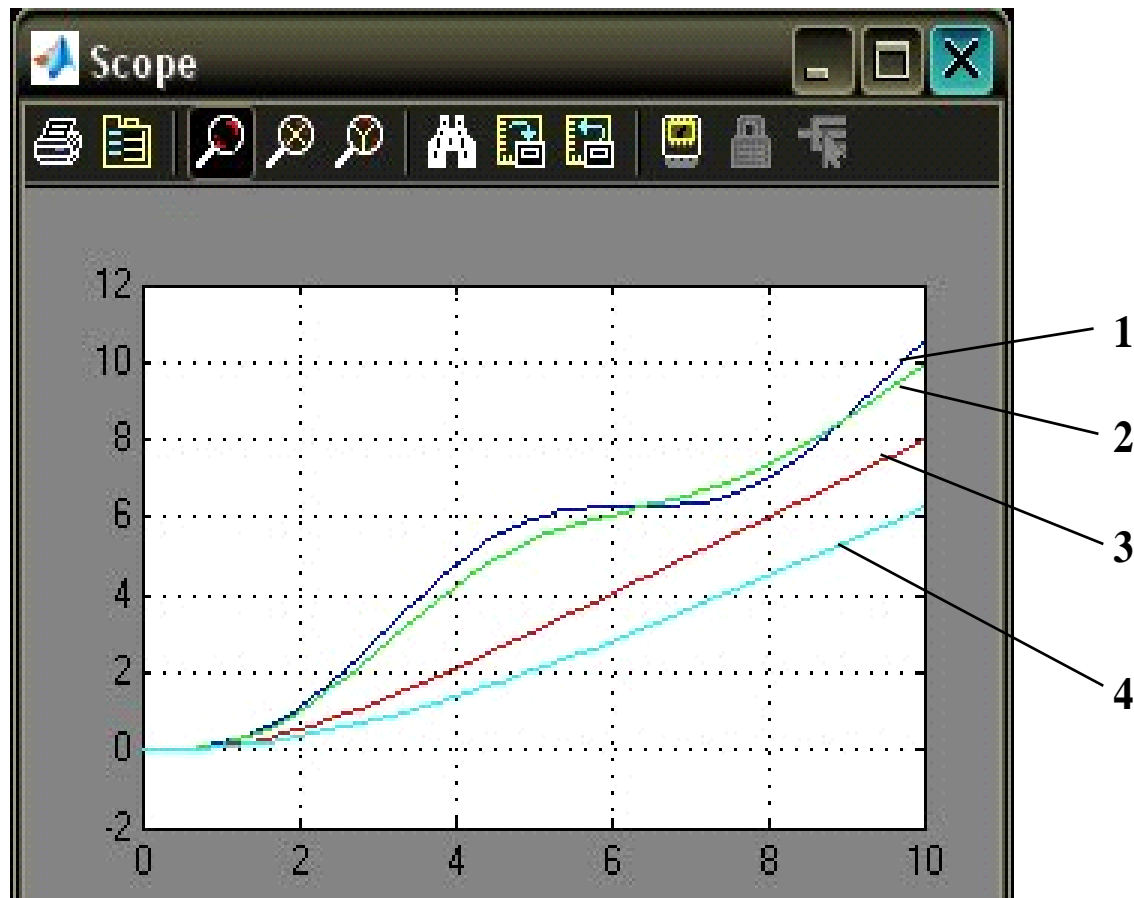
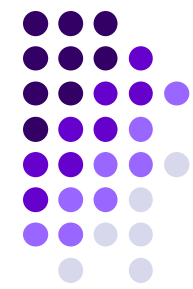
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{a_0}{a_2}} \quad \text{Pulsatia de rezonanta}$$

$$k = \frac{1}{a_0} \quad \text{Sensibilitatea elementului senzorial}$$

$$G(s) = \frac{k\omega_0^2}{s^2 + 2\omega_0\xi s + \omega_0^2}$$

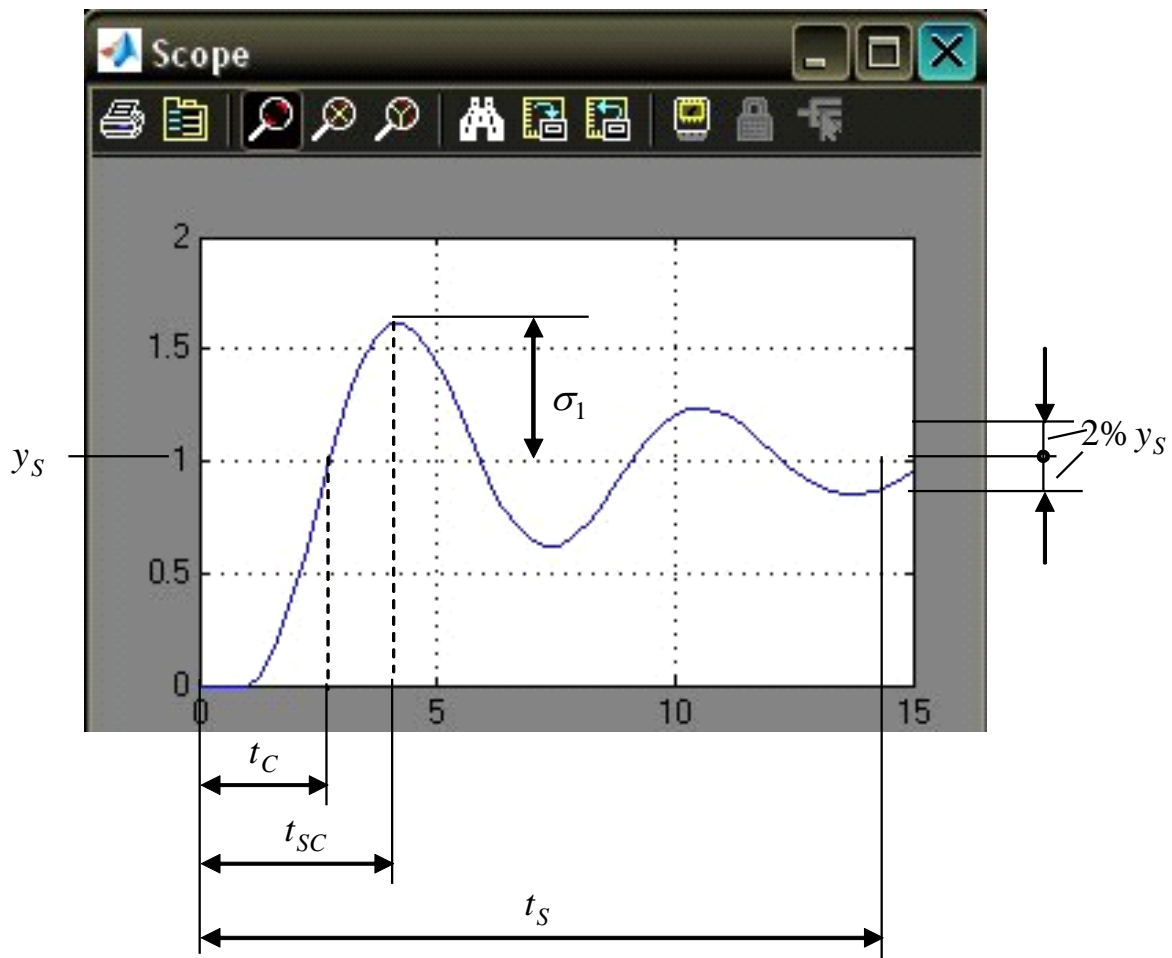
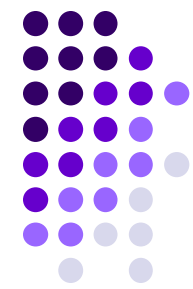


**Răspunsul sistemului de ordinul 2 la un semnal treaptă unitară
 (1- ξ = 0; 2 - ξ = 0.1; 3 - ξ = 1; 4 - ξ = 2; $\omega=1$)**

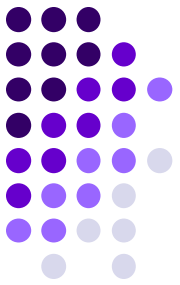


Răspunsul sistemului de ordinul 2 la un semnal rampă unitară

(1- $\xi = 0$; 2 - $\xi = 0.1$; 3 - $\xi = 1$; 4 - $\xi = 2$; $\omega=1$)



(y_s – valoarea de regim stabilizat; σ – supracreșterea; t_c – timpul de creștere; t_{sc} – timpul de supracreștere; t_s – timpul de stabilizare).



$$t_C = \frac{\pi}{2\omega_0 \sqrt{1-\xi^2}}$$

Timpul de crestere

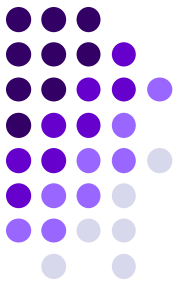
$$t_{SC} = \frac{\pi}{\omega_0 \sqrt{1-\xi^2}}$$

Timpul de atingere a valorii maxime

$$\sigma_1 = y_S \cdot e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$$

Supracresterea

$$\text{rap_amortizare} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{y_S \cdot e^{-\frac{3\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}}{y_S \cdot e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}} = e^{-\frac{2\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$$

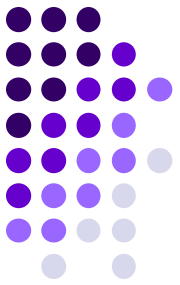


$$t_S \approx \frac{4}{\xi \omega_0} \quad \text{Durata de linistire}$$

$$n = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{1}{\xi^2} - 1} \quad \text{Numarul de oscilatii pina la linistire}$$

Probleme propuse:

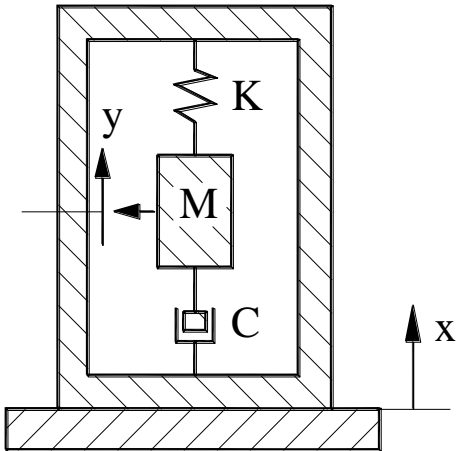
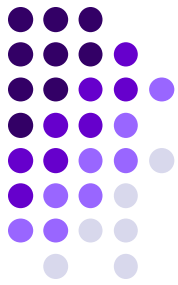
- descrieti forma semnalului de iesire a unui element senzorial cu factorul de amortizare egal cu:
 - a) 0;
 - b) 0.5;
 - c) 1;
 - d) 1.5.



Un element senzorial are frecvența de rezonanță 100 Hz și coeficientul de amortizare egal cu 0.6. Se cere să se determine:

- supracresterea [%];
- timpul de creștere la o variație bruscă a semnalului de intrare;
- raportul de amortizare;
- durata de liniștire;
- numărul de oscilații până la liniștire;

Senzori pentru acceleratie



senzori pasivi (de ex. capacitiv) și senzori activi (de ex. piezoelectric).

M – masa seismică

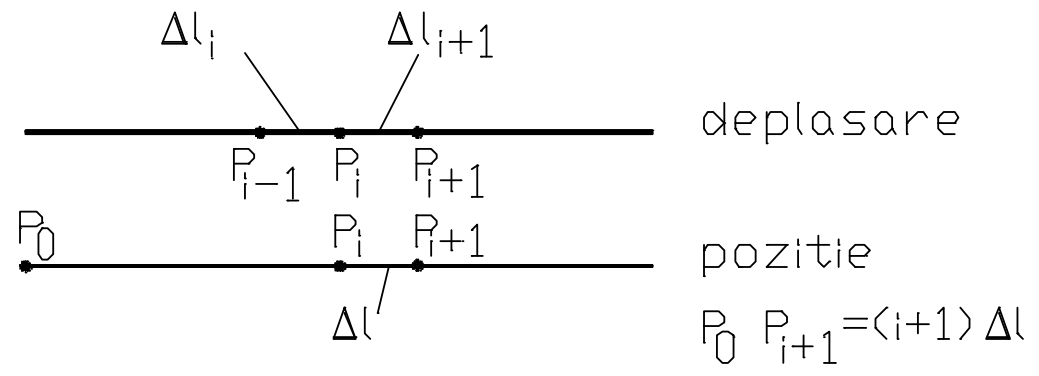
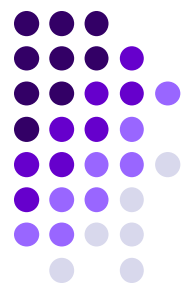
$$M(\ddot{x} - \ddot{y}) = Ky + C\dot{y}$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{s^2 X(s)} = \frac{M}{Ms^2 + Cs + K} = \frac{1}{s^2 + \frac{C}{M}s + \frac{K}{M}}$$

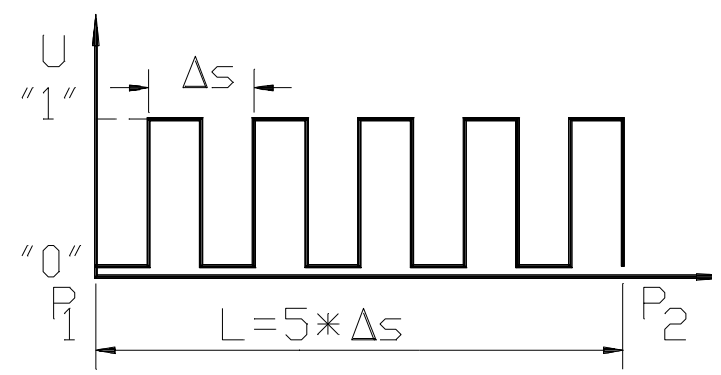
accelerometru mecanic (inerțial); accelerometru electromecanic ;
 accelerometru piezoelectric ; accelerometru piezorezistiv ; accelerometru
 tensorezistiv ; accelerometru capacitiv, electrostatic ; micro-accelerometru,
 nanoaccelerometru.

TRADUCTOARE DE DEPLASARE / POZITIE

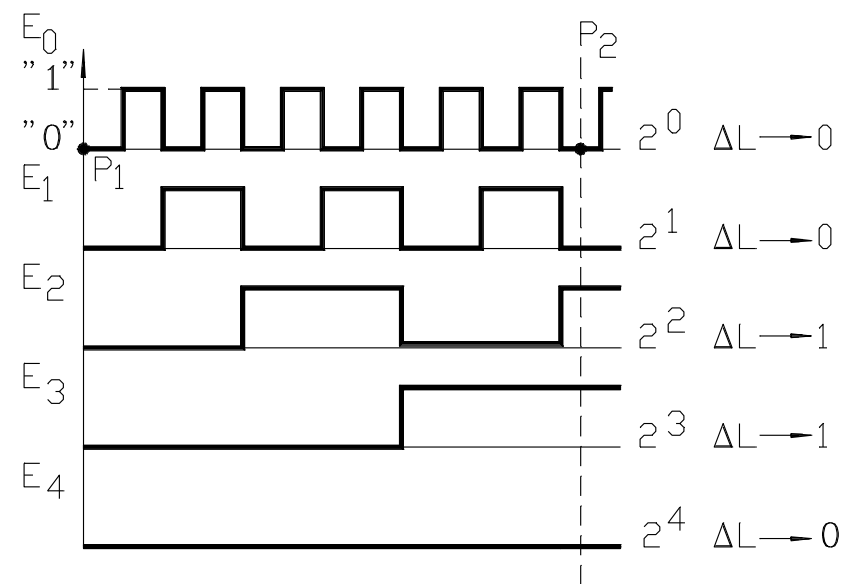
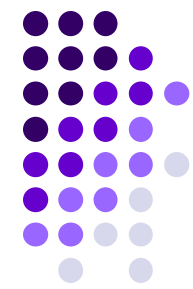
1. Introducere



- analogică - traductoarele resolver, inductosyn, rezistiv, capacitiv;
- numerică - traductoare în general optoelectronice.



Măsurarea numeric incrementală



Măsurarea numeric absolută

cod binar
01100

$$0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 12$$

- măsurare directă (MD)
- măsurare indirectă (MI)