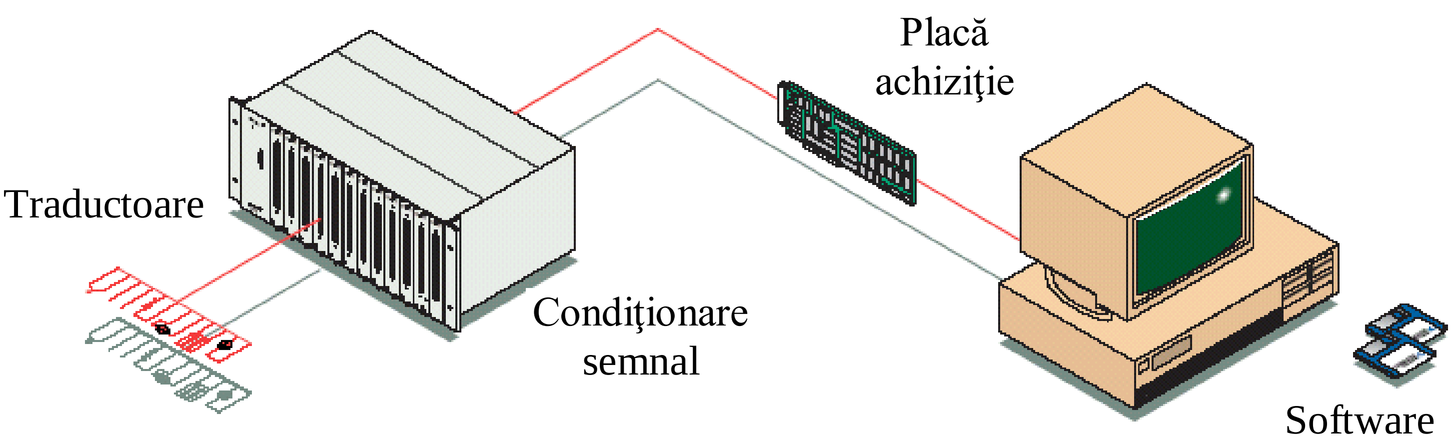
Senzori inteligenti si achizitii de date

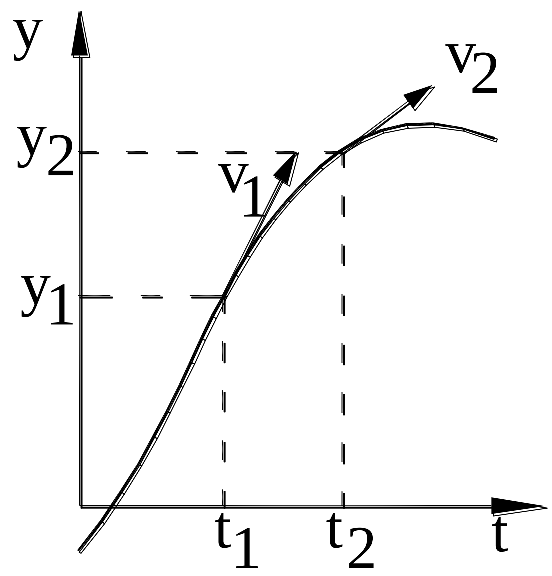


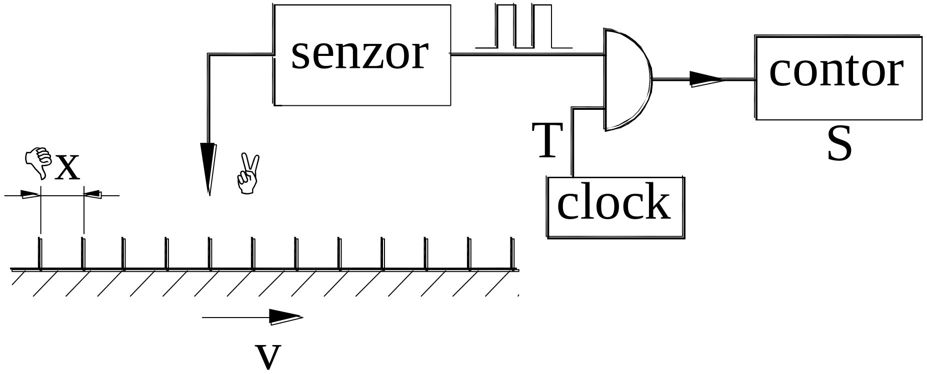
Prof. dr. ing. Valer DOLGA,

Cuprins_2

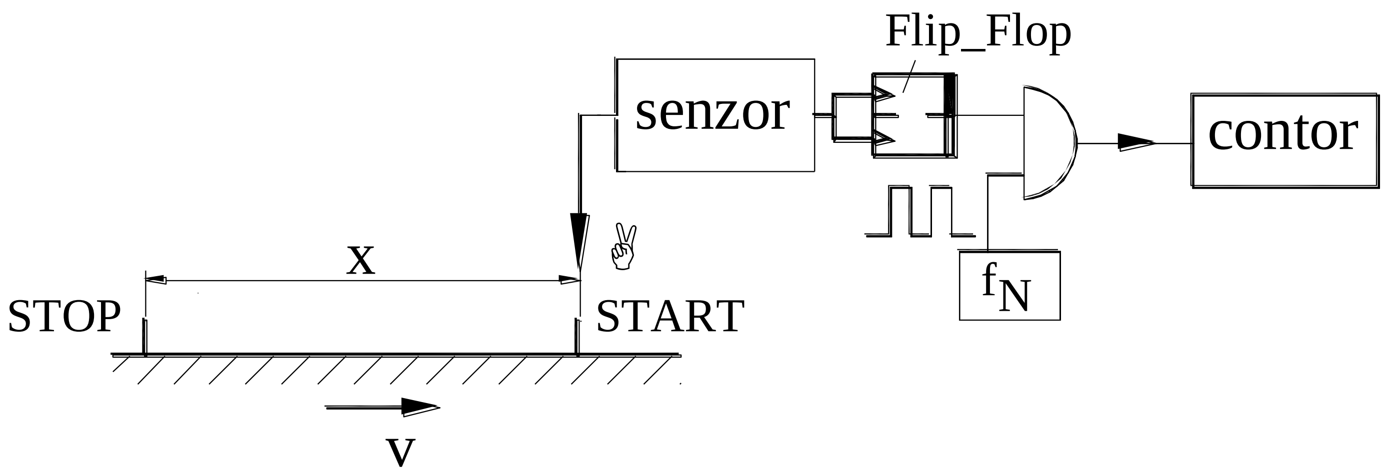
- Masurarea vitezei. Principii, traductoare de viteza
- Masurarea acceleratiei. Principii, traductoare de acceleratie, exemple de calcul

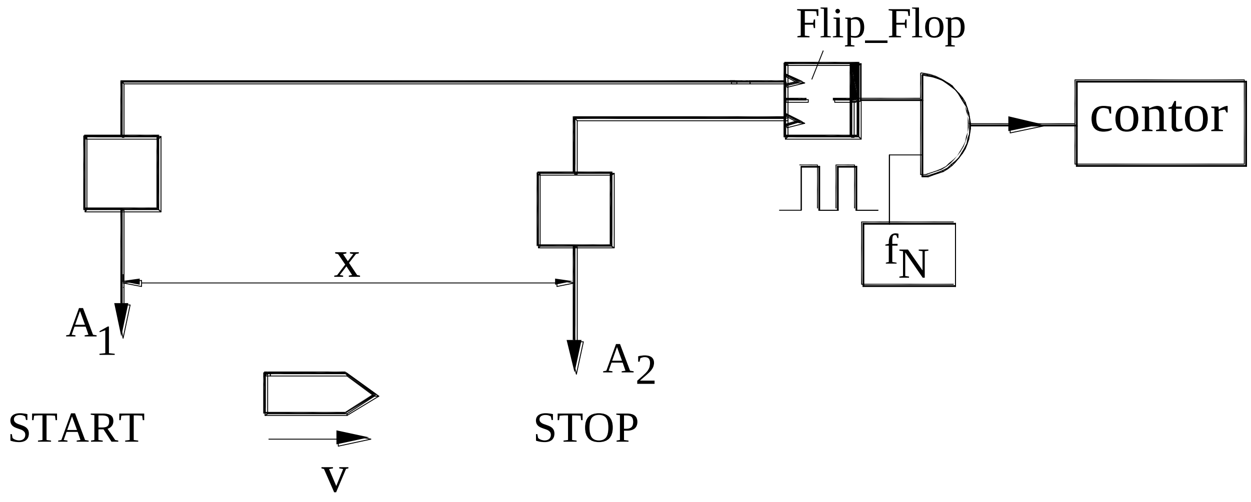
Viteza si mod de estimare





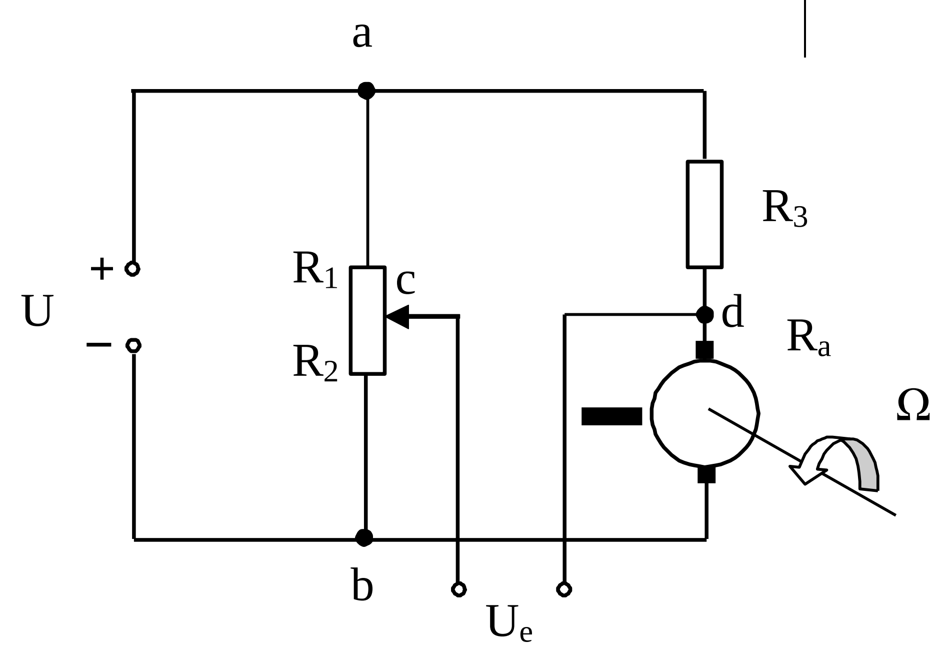
Viteza liniara si metode de masurare





Punte pentru masurarea vitezei unghiulare

$$U_e = U_{ac} - U_{ad}$$



$$U_{ad} = I_a \cdot R_3$$

$$U_{ac} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U$$

$$I_a = \frac{U - E}{R_a + R_3} = \frac{U - K \cdot \Omega}{R_a + R_3}$$

$$U_e = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_a + R_3} \right) \cdot U + \frac{K \cdot R_3}{R_a + R_3} \cdot \Omega$$

$$R_1 R_a = R_2 \cdot R_3$$

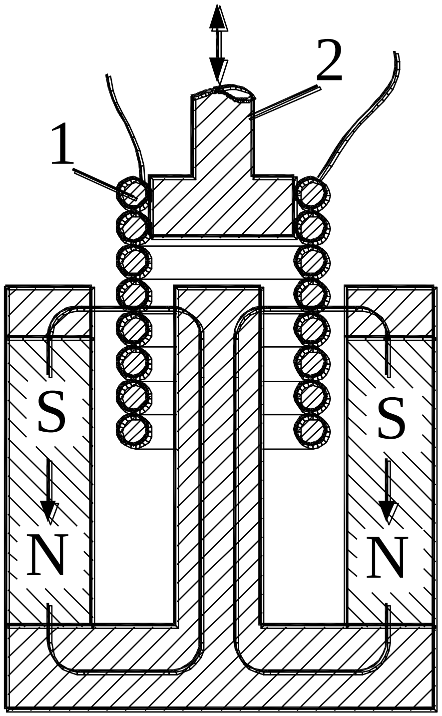
$$U_e = \frac{K \cdot R_3}{R_a + R_3} \cdot \Omega = C \cdot \Omega$$

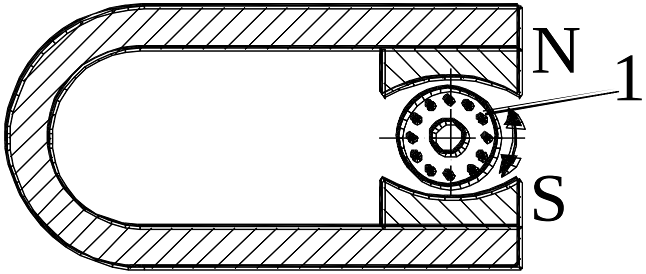
Ecuatia caracteristicii statice

Eroarea de măsurare - în intervalul - (2 - 5) %

Masurarea electrodinamica a vitezei

$$E = BLv$$

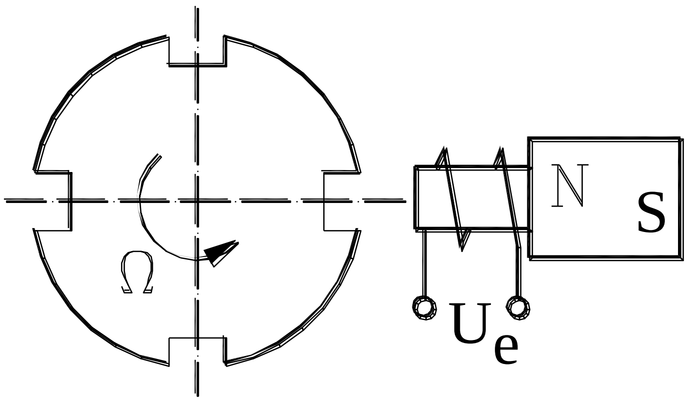


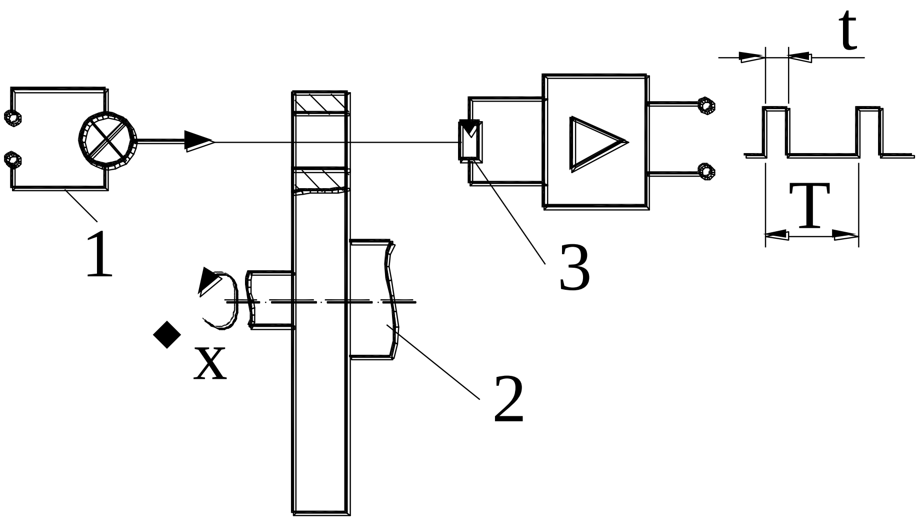


1- bobina

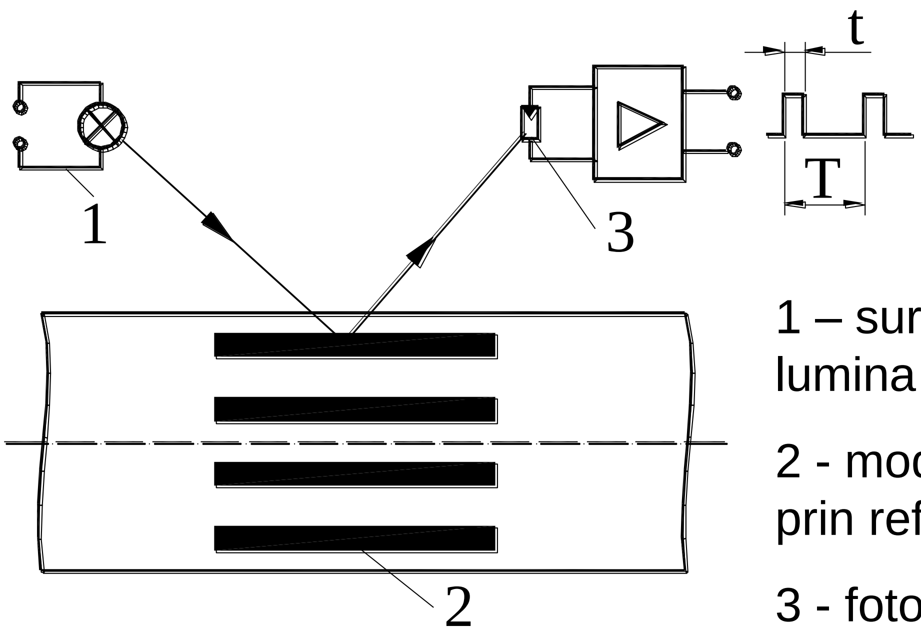
2 – element mobil

Masurarea vitezei pe baza de impulsuri





Masurarea optoelectronica a vitezei unghiulare



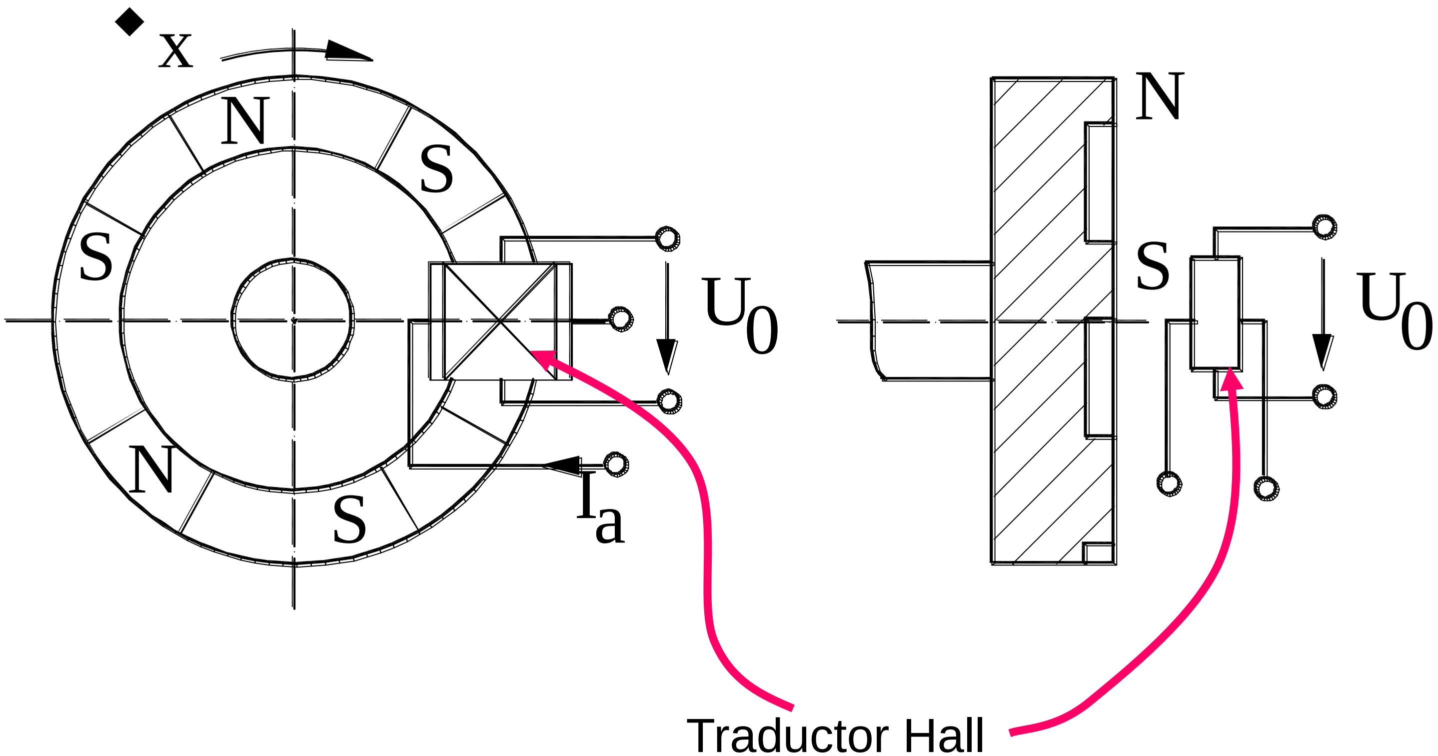
1 – sursa de lumina

2 - modulator prin reflexie

3 - fotoelement receptor

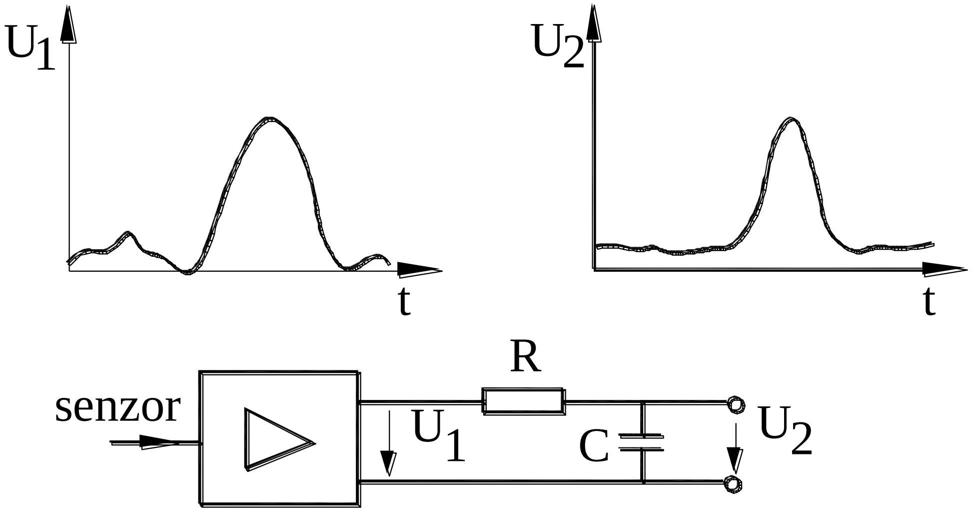
Domeniul de utilizare al traductoarelor cu elemente fotoelectrice este foarte larg: de la 1 [rot/min] la 10^7 [rot / min]

Masurarea vitezei unghiulare pe baza efectului Hall

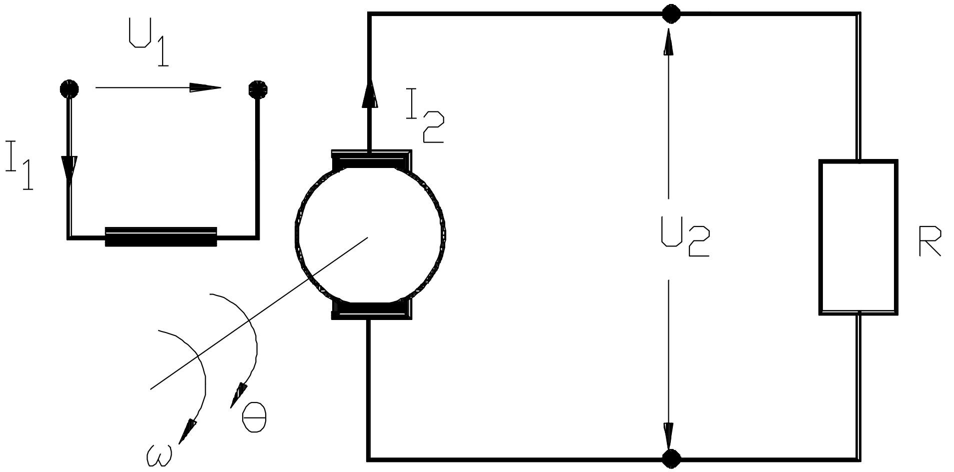


Departamentul de MECATRONICĂ | Facultatea de MECANICĂ | UNIVERSITATEA POLITHENICA TIMIŞOARA

Prelucrarea semnalului primar



Tahogeneratorul de c.c.



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

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

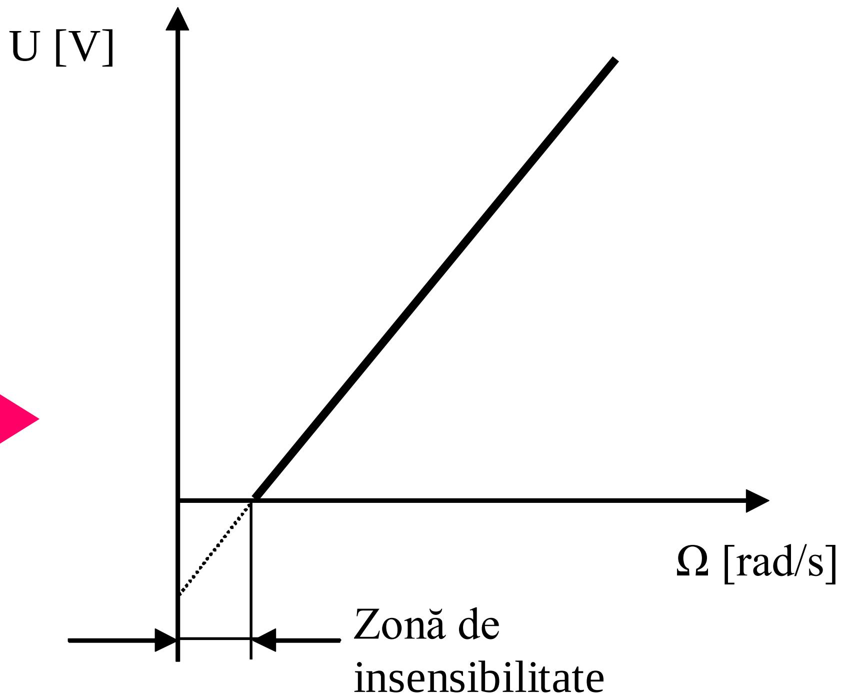
$$u_2 = i_2 \cdot R$$

Tahogeneratorul de c.c.

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

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

$$U_e=K_e\cdot\omega$$



Tahogenerator de c.a.

- Asincron:

  ❖Rotor - realizat în formă de pahar din material nemagnetic(aluminiu).

  ❖ Stator - două înfăşurări, în cuadratură, plasate în interiorul şi exteriorul rotorului pahar.

  ➢înfăsurarea de excitaţie - alimentată de la sursă de c.a.

  ➢a doua înfăsurare - o tensiune proporţională cu viteza unghiulară a rotorului.

- Sincron:

  ❖ rotor pe bază de magneţi permanenţi

  ❖ stator cu circuit feromagnetic în care sunt practicate înfăşurări.

  ❖ caracteristica instabila ω – U la modificarea vitezei

  ❖ utilizat cu precădere ca element indicator - mai puţin în sistemele automate.

Acceleratie

$$x(t) = X_0 \sin(\omega t) \qquad \omega = 2\pi f$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \omega X_0 \cos(\omega t) = V_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$V_0 = \omega X_0$$

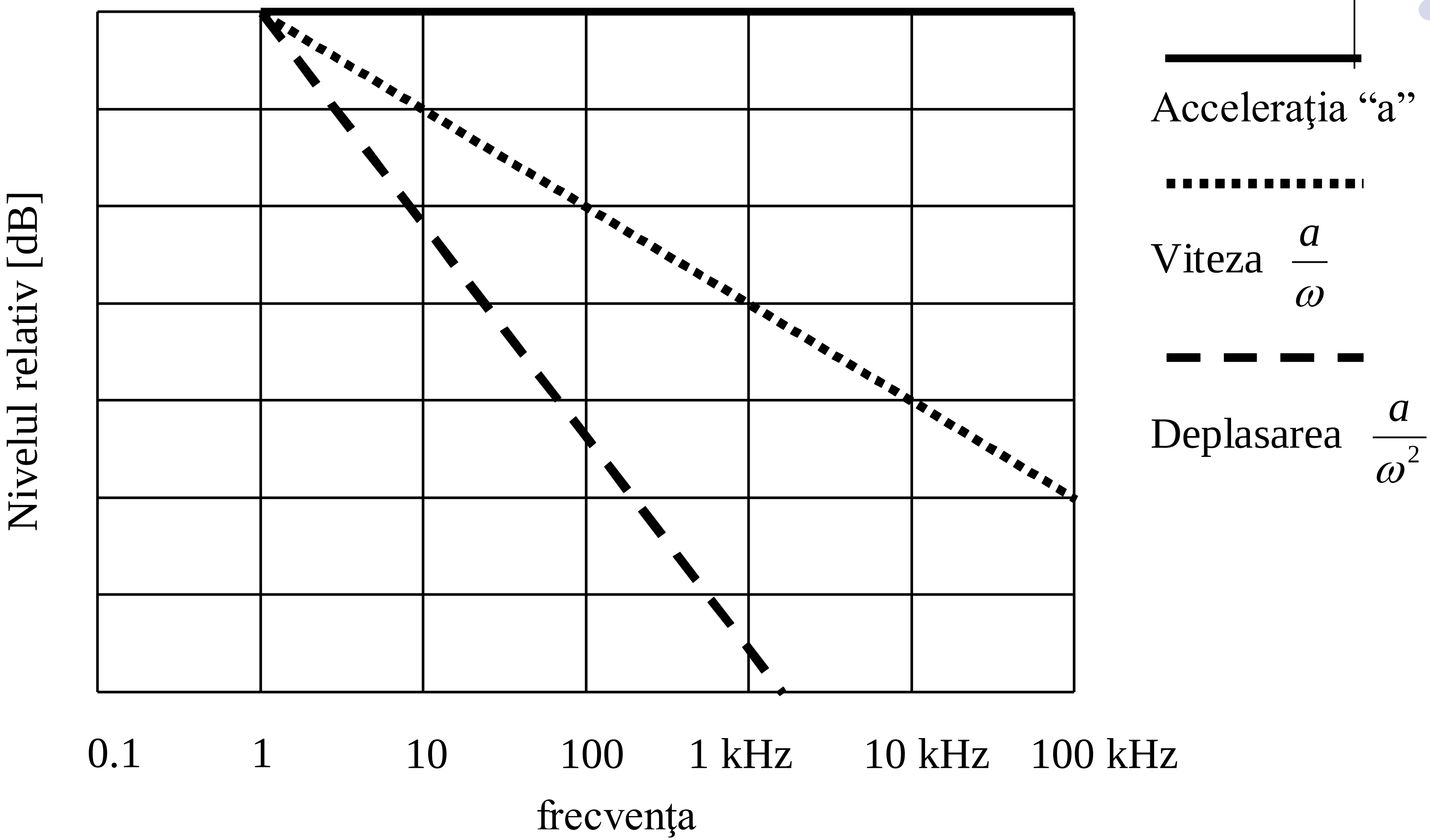
$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega^2 X_0 \sin(\omega t) = A_0 \sin(\omega t + \pi)$$

$$A_0 = \omega^2 X_0 = \omega V_0$$

Accelerația – parametru cinematic [m/s²]

- ❖Senzori pasivi (de ex. capacitiv);
- ❖Senzori activi (de ex. piezoelectric);

Parametrii cinematici si dinamici



$$x(t) = X_0 + X_{10}\sin\left(\omega_1 t + \varphi_1\right) + ... + X_{n0}\sin\left(\omega_n t + \varphi_n\right)$$

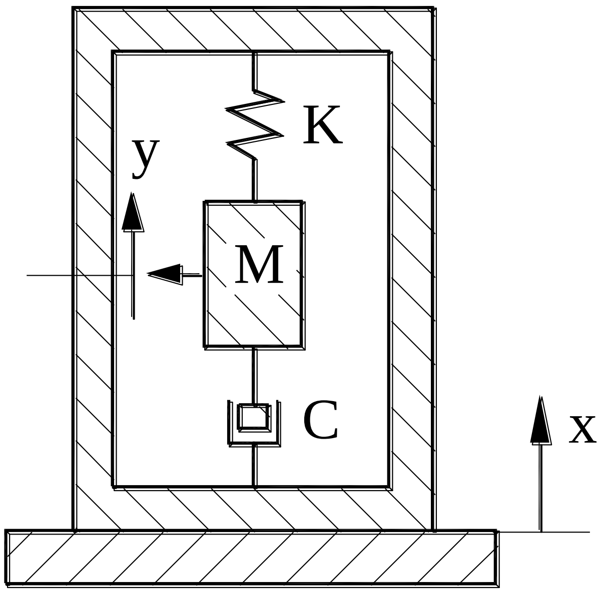
$\omega_1, \omega_2, ..., \omega_n$ pulsațiile spectrului oscilant [rad.s^{-1}];

$\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_n$ fazele mişcărilor oscilante pentru spectrul de frecvenţe

- Accelerometru mecanic (inerțial) ;
- Accelerometru electromecanic ;
- Accelerometru piezoelectric ;
- Accelerometru piezorezistiv ;
- Accelerometru tensorezistiv ;
- Accelerometru capacitiv, electrostatic ;
- Micro-accelerometru, nanoaccelerometru ;

Senzorul de acceleratie – principiul de realizare si functionare

VIBRAŢII → **ELEMENT SENSIBIL LA VIBRAŢII** → **TRADUCTOR MĂRIME MECANICĂ – MĂRIME ELECTRICĂ** → SEMNAL ELECTRIC



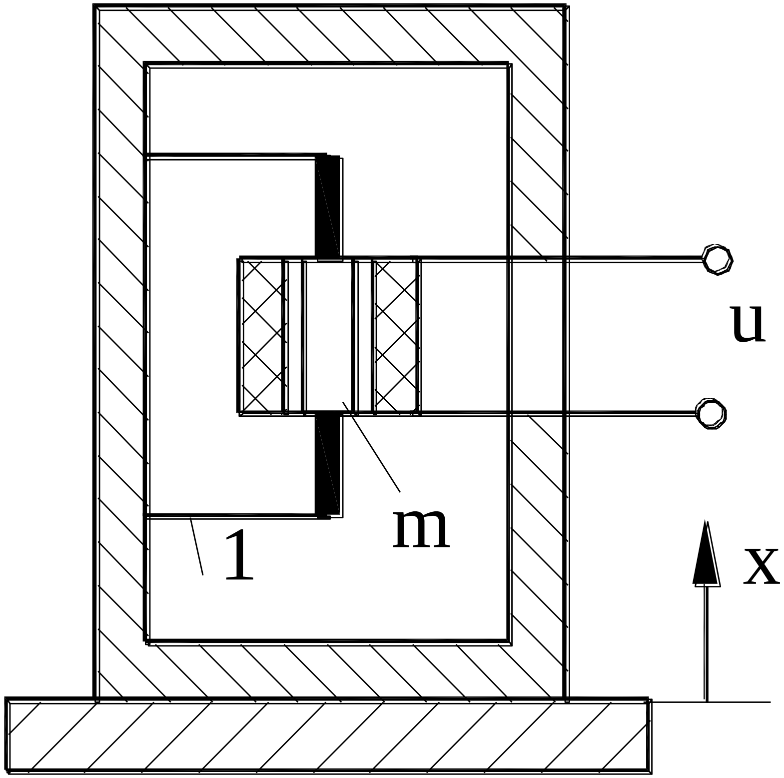
Pulsatia de rezonanta

$$\omega_0 = \sqrt{K/M}$$

$\omega >> \omega_0$ - sistemul lucrează în regim de vibrometru;

$\omega << \omega_0$ - regim de accelerometru,

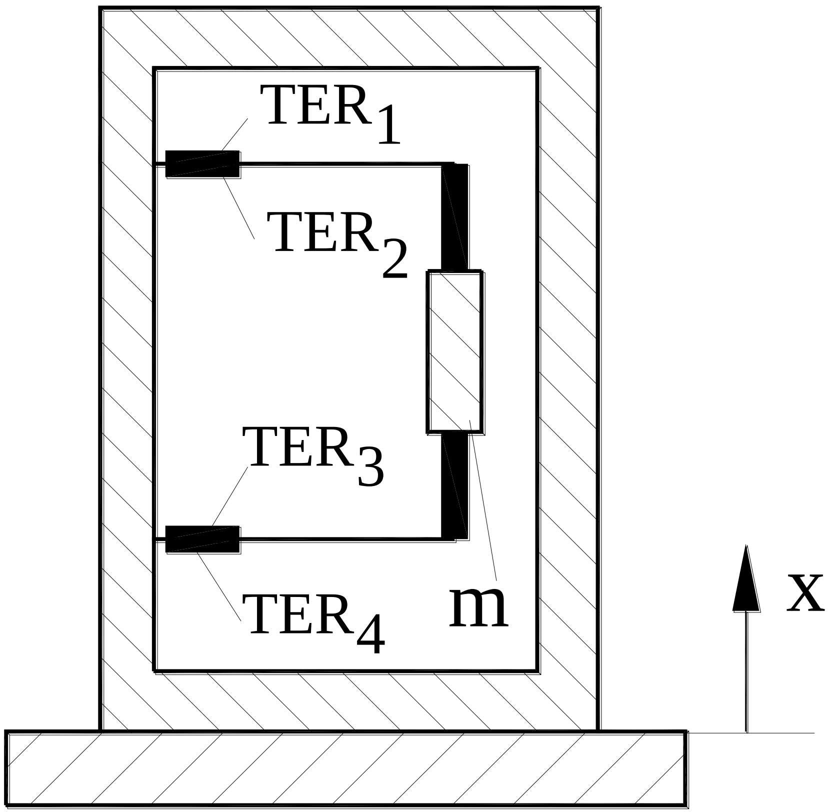
Senzor de acceleratie electrodinamic

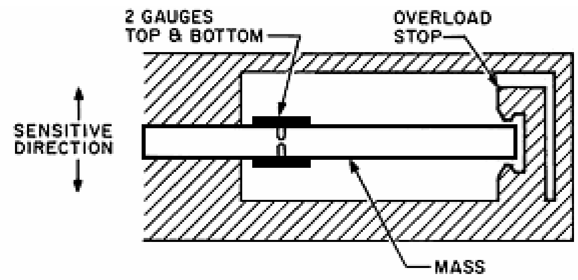


1 - Sistem elastic

m- masa inertiala

Senzor tensometric pentru acceleratie





Exemplu de calcul

$$a_0 = 8\ m/s^2$$

$$a = \frac{8\ m/s^2}{9.8\ m/s^2/\mathbf{g}} = 0.81\ \mathbf{g}$$

Exemplu de calcul

Brațul unui robot industrial vibrează cu o frecvență de 10 Hz cu o amplitudine a deplasării de 0.5 [cm]. Se cere :

a) să se determine amplitudinea vibrației exprimată în SI ;

b) să se determine amplitudinea vibrației exprimate în [g];

$$A_0 = \omega^2 X_0 = 4\pi^2 f^2 X_0 = 4 \cdot 3.14^2 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 19.7192\,[m/s^2]$$

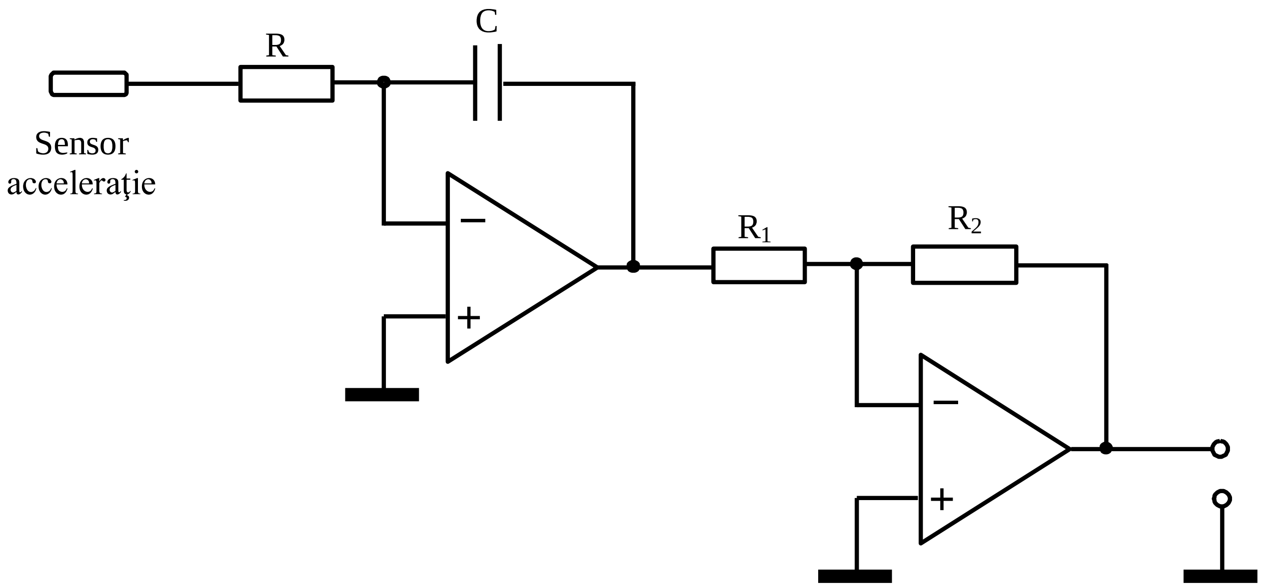
$$1\mathbf{g} = 9.8\ m/s^2$$

$$A_0 = \left(19.7192\, m/s^2\right) \cdot \left(\frac{1\mathbf{g}}{9.8\, m/s^2}\right) = 2\ \mathbf{g}$$

Exemplu de calcul

Semnalul de ieșire a unui senzor de accelerație are sensibilitatea . Se cere să se proiecteze un circuit de condiționare care să permită obținerea informației referitoare la viteză (sensibilitate 0.25 [V/m/s].

$$S = 18\left(\frac{mV}{g}\right)\cdot\left(\frac{1g}{9.8m/s^2}\right) = 1.836\ \frac{mV}{m/s^2}$$



$$T = RC = 1s$$

$$R = 1M\Omega$$
$$C = 1\mu F$$

$$G = \frac{0.25\,V/m/s}{-1.836\ mV/m/s} = -136$$

$$G = -\frac{R_2}{R_1} = -136$$

$$R_2 = 136\ k\Omega$$

$$R_1 = 1\ k\Omega$$

Exemplu de calcul

Masa seismică a unui sensor de accelerație este $m = 0.04\ kg$,

constanta de elasticitate a sistemului elastic $K = 3kN/m$ iar

deplasarea maximă a masei seismice este $x_{\max} = \pm 0.01\ m$

Se cere:

a) valoarea maximă a accelerației măsurabile;

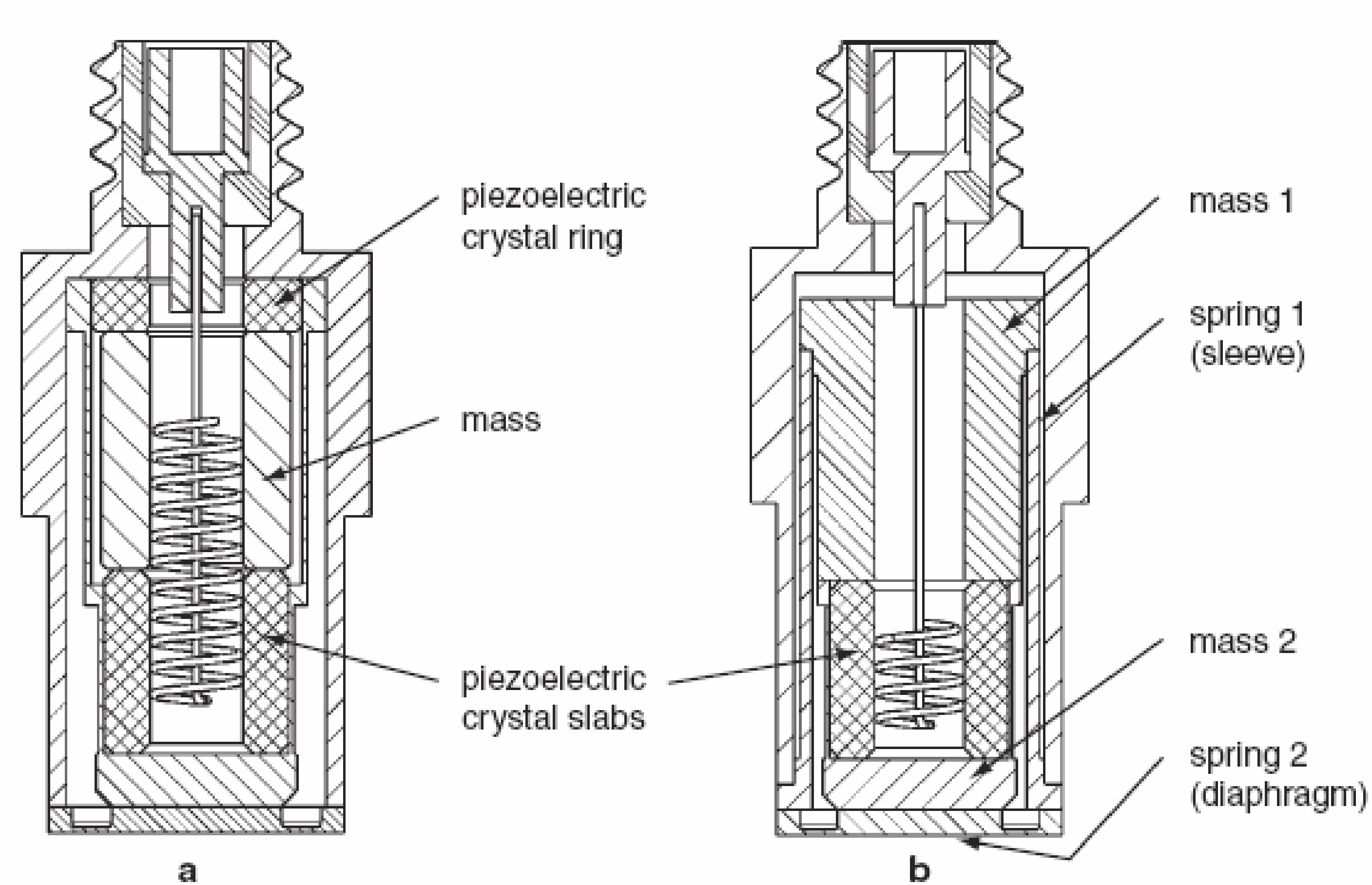
b) frecvența naturală;

$$a = \frac{K \cdot x_{\max}}{m} = \frac{3 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 750\ m/s^{2}$$

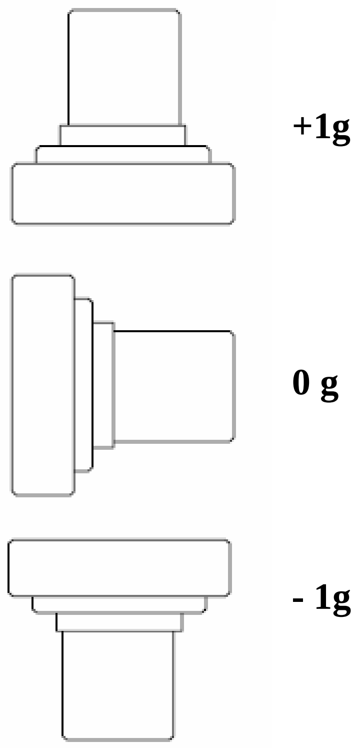
$$a = \left(750\, m/s^{2}\right) \cdot \left(\frac{1\mathbf{g}}{9.8\, m/s^{2}}\right) = 76.53\ \mathbf{g}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2 \cdot 3.14}\sqrt{\frac{3 \cdot 10^{3}}{4 \cdot 10^{-2}}} = 43.6\ Hz$$

Senzor piezoelectric



Montajul senzorului de acceleratie



$$Linearity = V_{out,0g} - \frac{1}{2}\left(V_{out,+1g} + V_{out,-1g}\right)$$

$$Sensitivity = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta g} = \frac{V_{out,+1g} - V_{out,-1g}}{2g}$$

Sensibilitate si liniaritate

$$S = \frac{\Delta U}{\Delta \mathrm{g}} = \frac{U_{e,+1\mathrm{g}} - U_{e,-1\mathrm{g}}}{2\mathrm{g}} = \frac{1.1 - 2.5}{2\mathrm{g}} = -\,0.7\,\frac{V}{\mathrm{g}}$$

$$Liniaritate = U_{e,0g} - \frac{1}{2}\cdot\left(U_{e,+1g} + U_{e,-1g}\right) = 2.1 - \frac{1}{2}\cdot(1.1 + 2.5) = 0.3\,V$$