

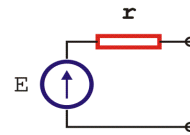
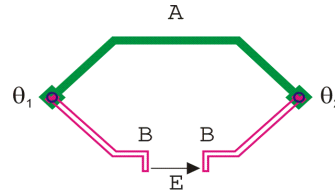
Senzori termoelectrici

- Efect Seebeck → termocuplu;
- T.t.e.m.:

$$E = f(\theta_1 - \theta_2, \text{material fire})$$

$$\sim S_\theta (\theta_1 - \theta_2)$$

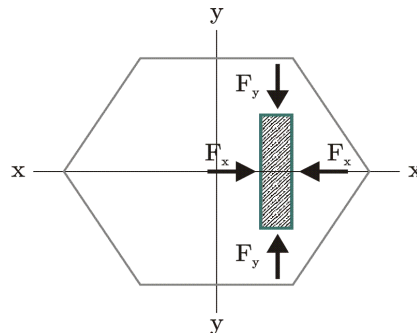
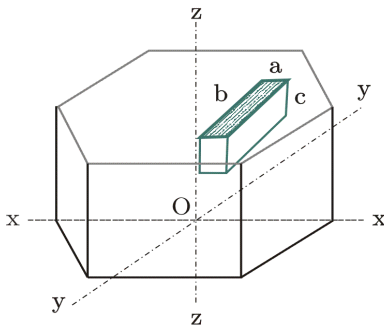
- Parametri:
 - Domeniu de măsurare:
-100...3000°C
 - Sensibilitate la temperatură:
10...100 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
 - Rezistență: $\sim 10 \Omega$



Structura unui termocuplu și circuitul echivalent

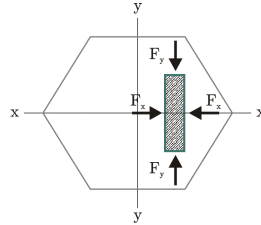
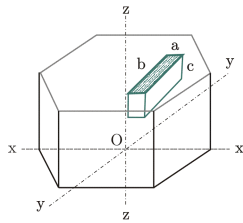
Senzori piezoelectrici

- Efect piezoelectric:
 - Direct: tensiuni mecanice → sarcină electrică
 - Invers: sarcină electrică → deformări mecanice



Structura unui cristal de cuarț:
 Ox – axa electrică; Oy – axa mecanică; Oz – axa optică

Senzori piezoelectrici

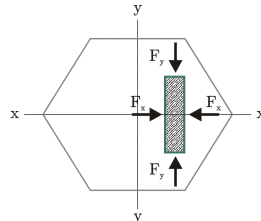
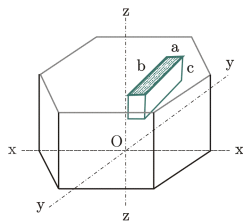


- Efect piezoelectric longitudinal:

$$P = k \cdot p_x = k \cdot \frac{F_x}{S_x} \Rightarrow Q_x = P \cdot S_x = k \cdot F_x$$

- P – intensitate de polarizare
- p_x, F_x – presiune și forță pe fața 'bc'
- S_x – aria feței 'bc'
- k – constanta piezoelectrică
- Q_x – sarcina electrică de polarizare

Senzori piezoelectrici



- Efect piezoelectric transversal:

$$P = -k \cdot p_y = -k \cdot \frac{F_y}{S_y} \Rightarrow Q_y = P \cdot S_x = -k \cdot F_y \cdot \frac{S_x}{S_y} = -k \cdot F_y \cdot \frac{b}{a}$$

- Sarcina electrică → pe aceeași suprafață 'bc'
- Creștere sensibilitate → valori mari ale raportului b/a

Senzori piezoelectrici: parametri

- Constanta (modul) piezoelectrică, k [C/N];
- Sensibilități:

- Sensibilitate de tensiune:

$$S_V = \frac{U_a}{a}, \left[\frac{\text{mV}}{\text{ms}^{-2}} \right], \quad U_a = \frac{Q}{C}$$

- Sensibilitate la sarcină electrică:

$$S_Q = \frac{Q}{a}, \left[\frac{\text{pC}}{\text{ms}^{-2}} \right]$$

- Aplicații: măsurare accelerații și forțe

Senzori piezoelectrici: proprietăți

- Sare Seignette:
 - Constantă piezoelectrică maximă: $k = 3 \times 10^{-10}$ C/N
 - Higroscopică; rezistență mecanică redusă
- Cuarț (SiO_2):
 - Constantă piezoelectrică: $k = 2.1 \times 10^{-12}$ C/N
 - Permitivitate relativă: $\epsilon_r = 4.5$
 - Proprietăți piezoelectrice până la ~ 500 °C
- Titanat de bariu (BaTiO_3):
 - Constantă piezoelectrică: $k = 1.2 \times 10^{-10}$ C/N
 - Permitivitate relativă: $\epsilon_r = 1000$
 - Proprietăți piezoelectrice după polarizare la tensiune înaltă (7.5...8 kV)