

SENSORES DE DESPLAZAMIENTO y FUERZA

Referencias bibliográficas

Transducers for Biomedical Measurements: Principles and Applications,
R.S.C. Cobbold, Ed. John Wiley & Sons

Sensores y acondicionamiento de señal, R. Pallás Areny, Ed. Marcombo

SENSORES DE DESPLAZAMIENTO

Aplicaciones

Medidas directas

Contractibilidad de músculos

Propiedades de huesos sometidos a tensiones

Cambios en el volumen torácico durante la respiración

Medidas indirectas

Transductores de presión mediante diafragma

Transductores de fuerza mediante células de carga

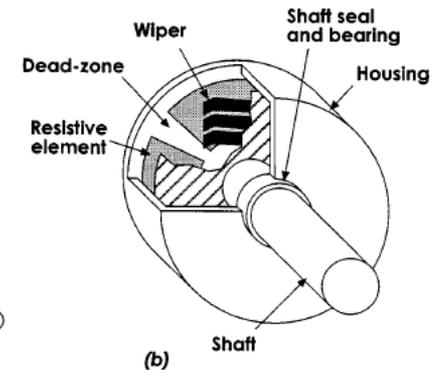
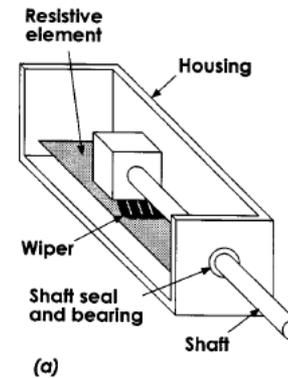
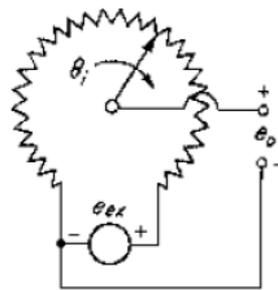
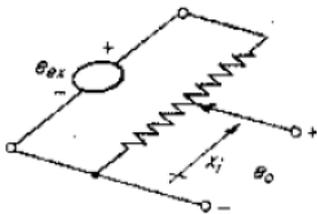
POTENCIOMETROS RESISTIVOS

Fundamento físico:

Resistencia con dos terminales fijos y un contacto móvil deslizante o giratorio

$$R_i = \rho \frac{l_i}{S} = R_o \frac{l_i}{L} = R_o x_i$$

Geometría: lineal, angular o helicoidal

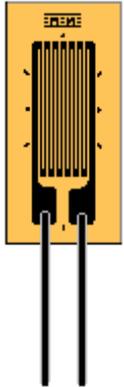


Materiales: hilo metálico bobinado, cermet (cerámica metálica), plásticos conductores

GALGAS EXTENSOMÉTRICAS

Fundamento físico

Efecto piezorresistivo: variación de la resistencia eléctrica con la deformación mecánica



$$R = R_0 \left(1 + G \frac{dL}{L} \right)$$

Especificaciones:

- Resistencia nominal R_0 (~100Ω metálicas, KΩ semiconductores)
- Factor de la galga G
- Deformación máxima (~10⁴ με metales, 10³ με en semiconductores)

	Material	Composition (%)	Gage factor	Temperature coefficient of resistivity (°C ⁻¹ × 10 ⁻⁵)
Metales y aleaciones	Constantan (advance)	Ni ₄₅ , Cu ₅₅	2.1	±2
	Isoelastic	Ni ₃₆ , Cr ₈ (Mn, Si, Mo) ₄	3.52 to 3.6	+17
	Karma	Fe ₅₂ Ni ₇₄ , Cr ₂₀ , Fe ₃ Cu ₃	2.1	+2
	Manganin	Cu ₈₄ , Mn ₁₂ , Ni ₄	0.3 to 0.47	±2
	Alloy 479	Pt ₉₂ , W ₈	3.6 to 4.4	+24
	Nickel	Pure	-12 to -20	670
Semiconductores	Nichrome V	Ni ₈₀ , Cr ₂₀	2.1 to 2.63	10
	Silicon	(p type)	100 to 170	70 to 700
	Silicon	(n type)	-100 to -140	70 to 700
	Germanium	(p type)	102	
	Germanium	(n type)	-150	

SENSORES CAPACITIVOS

Fundamento físico

Capacidad variable de conductores separados por un dieléctrico o el vacío.

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

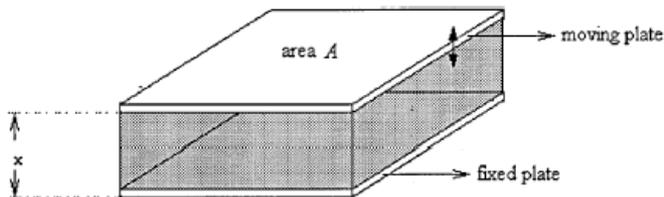
C: capacidad

Q: carga

ΔV : diferencia de potencial entre placas

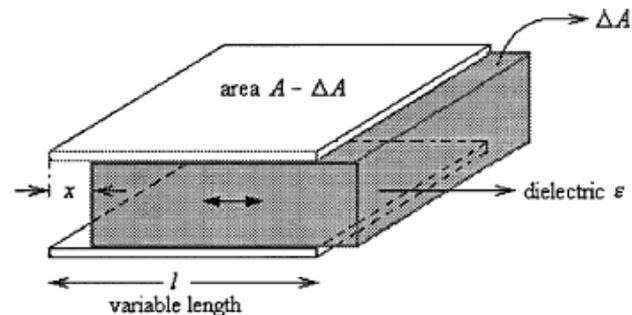
SEPARACIÓN VARIABLE

$$C(x) = \epsilon A / x = \epsilon_r \epsilon_0 A / x$$



DIELECTRICO VARIABLE

$$C = \epsilon_0 w \left[\epsilon_2 l - (\epsilon_2 - \epsilon_1) x \right]$$



Gran sensibilidad: posibilidad de detectar variaciones muy pequeñas

SENSORES INDUCTIVOS

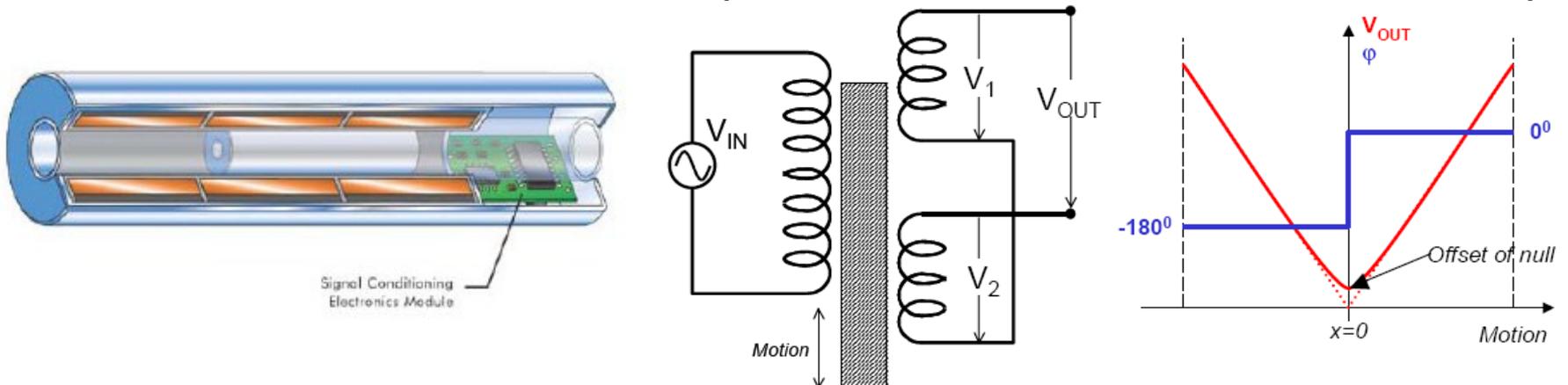
Fundamento físico

Cambio en la autoinductancia de una bobina o en el acoplamiento magnético entre varias bobinas.

INDUCCIÓN VARIABLE



TRANSFORMADORES: LVDT (Linear Variable Differential Transformer)

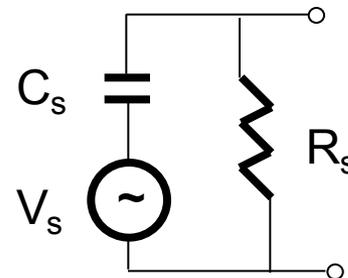
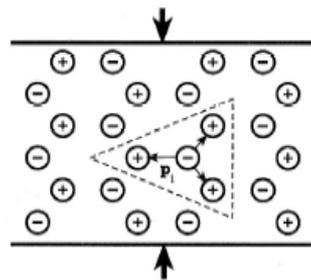
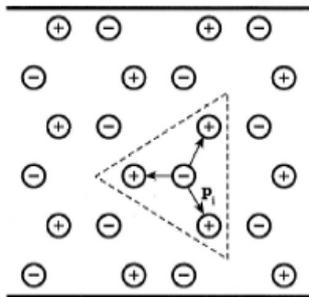


SENSORES PIEZOELÉCTRICOS

Fundamento físico: efecto piezoeléctrico

Generación de carga eléctrica en un material cristalino por la aplicación de una tensión mecánica. Efecto reversible

Aplicación para la medida de fuerza y aceleración. Sensores de ultrasonidos



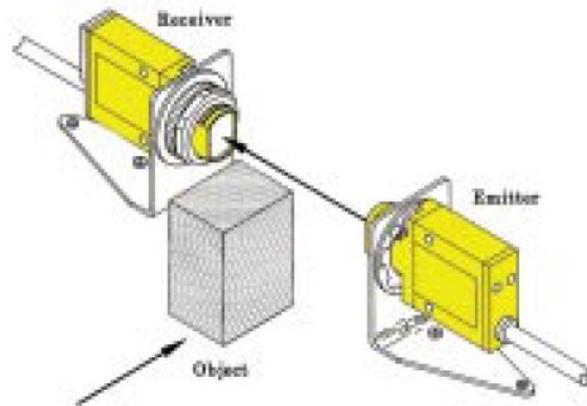
$$V = d [F/A] S$$

d: coef. piezoeléctrico

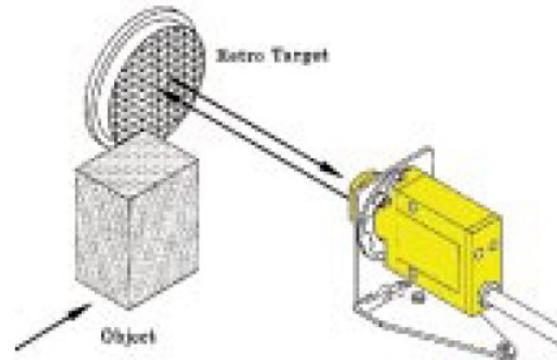
	PVDF	BaTiO ₃	PZT	Quartz	TGS
Density ($\times 10^3$ kg/m ³)	1.78	5.7	7.5	2.65	1.69
Dielectric constant, ϵ_r	12	1700	1200	4.5	45
Elastic modulus (10^{10} N/m)	0.3	11	8.3	7.7	3
Piezoelectric constant (pC/N)	$d_{31} = 20$				
	$d_{32} = 2$	78	110	2.3	25
	$d_{33} = -30$				
Pyroelectric constant (10^{-4} C/m ² K)	4	20	27	—	30
Electromechanical coupling constant (%)	11	21	30	10	—
Acoustic impedance (10^6 kg/m ² s)	2.3	25	25	14.3	—

SENSORES ÓPTICOS

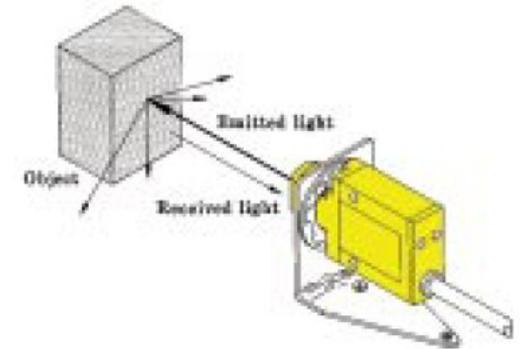
Opposed sensing mode.



Retroreflective sensing mode.



Diffuse sensing mode.



SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

