

TEMA II INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

LECCIÓN 4 SENSORES Y ACTUADORES

Introducción

Procesos de medida

Tipos de sensores

Sensores de temperatura

Sensores de luz

Sensores de fuerza

Sensores de desplazamiento y presencia

Introducción

- Un transductor es un elemento que convierte una magnitud física en otra.

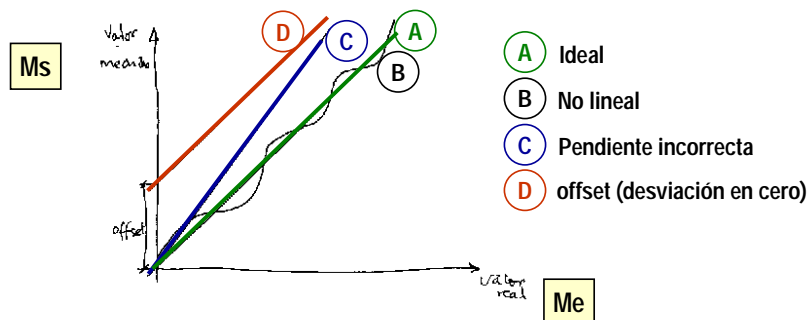
Ejemplo:

un termómetro de mercurio es un transductor que da un desplazamiento proporcional a la temperatura

- Un sensor es un tipo de transductor que convierte la magnitud a medir en una característica eléctrica

Procesos de medida

- En un proceso de medida puede haber errores: diferencias entre el resultado obtenido y el valor real

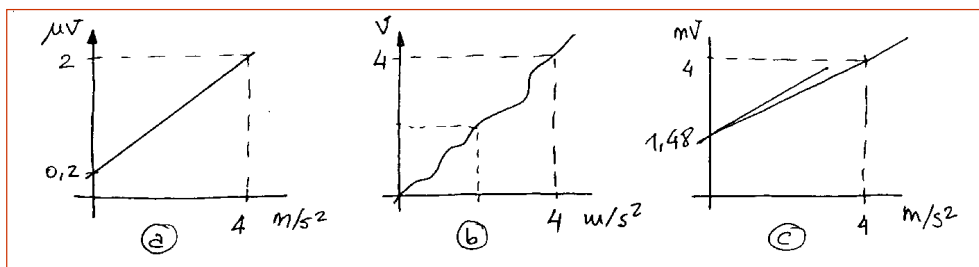


- La **linealidad** refleja si hay o no una relación lineal entre el valor real y el medido. La **no linealidad** es difícil de corregir y, por tanto, es un parámetro importante.
- El **offset** o **desviación cero** refleja el valor medido cuando el sensor debería devolver cero. Genera un error, pero es más fácil de corregir.

Características básicas de los sensores

Precisión	Error máximo esperado	% relativo , Me
Offset	Desviación del cero	Me
Linealidad	Desviación respecto de una línea recta en la curva de respuesta	Me
Sensibilidad	Variación de la magnitud de salida al variar la magnitud a medir dMs/dMe	
Margen de medida	Rango de variación de la magnitud a medir en el que se asegura una cierta precisión	Me
Resolución	Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida	Me
Rapidez de respuesta	Capacidad del sistema de medida para seguir las variaciones de la magnitud de entrada	dMe/dt
Derivas	Las medidas pueden ser diferentes en función de las variaciones ambientales (temperatura, humedad, envejecimiento,...)	Me
Repetitividad	Error esperado al repetir varias veces la misma medida	Me

Ejemplo: Acelerómetros (margen $0 \pm 4 m/s^2$)



a

Poca sensibilidad, bajo offset, lineal

Sería muy sensible al ruido, debido a su baja tensión de salida y sensibilidad; daría una medida poco precisa

b

No lineal, no offset

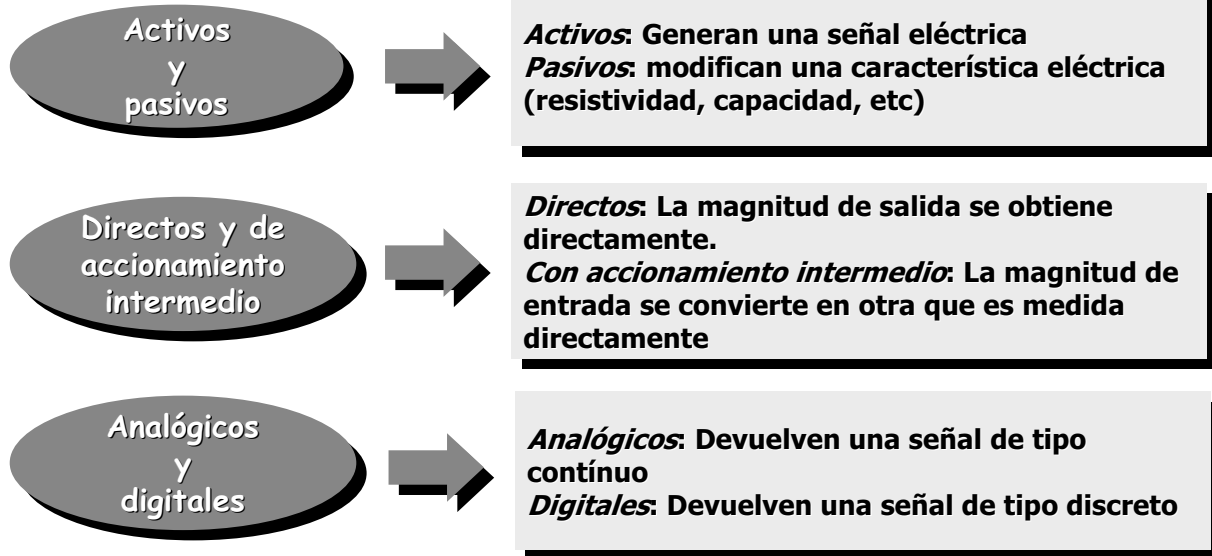
No se puede asegurar la precisión

c

Alto offset, lineal, sensible ←

Hay un offset, que se puede corregir. Es más sensible e inmune al ruido

Tipos de sensores



Sensores de temperatura

Termómetros resistivos**PRT (*Platinum Resistance Thermometer*)****Termistores****NTC (*Negative Temperature Coefficient*)****PTC (*Positive Temperature Coefficient*)****Termopares****Semiconductores**

Termómetros resistivos

PRT (*Platinum Resistance Thermometer*)

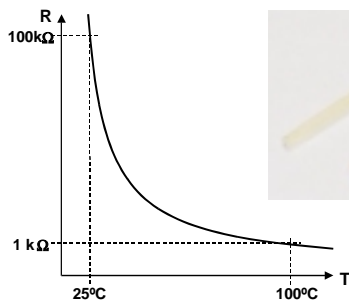
Se basan en la variación de la resistencia con la temperatura

Margen de medida	-200°C + 850°C
Variación de resistencia respecto de la temperatura	$R = R_0 (1 + \alpha T)$ $R_0 = 100 \Omega ; \alpha = 3.9 \cdot 10^{-3}$
Características	Tienen problemas de sensibilidad (α es muy pequeño)
	Son muy precisas (0,1°C)
	Son caras
	Tienen buena linealidad (fáciles de calibrar)
	Alto margen de medida
	Bajas derivas

Termistores

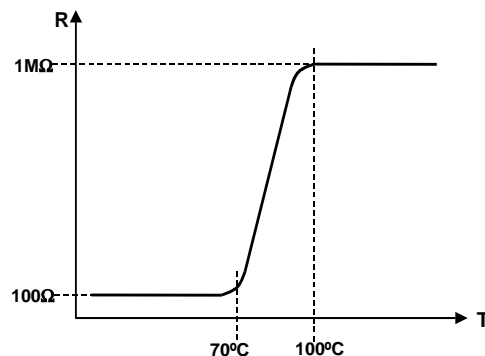
Tienen coeficientes más altos, aunque con peor linealidad

NTC (*Negative Temperature Coefficient*)



Margen de medida	-50°C + 150°C
Características	Se hacen con óxidos metales
	No son lineales
	Alta sensibilidad
	Alta resolución (0,01°C)

PTC (*Positive Temperature Coefficient*)



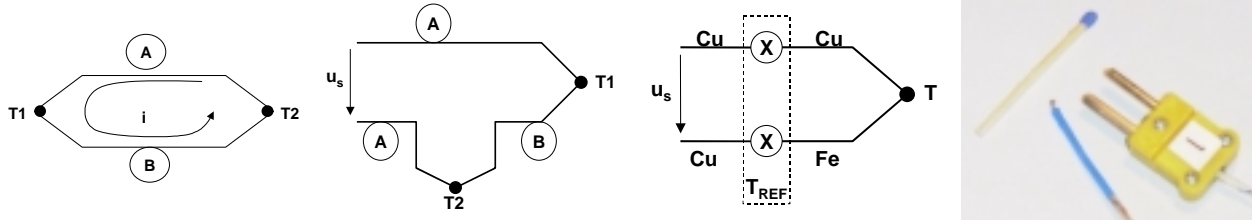
Características	Se hacen con cristales de titanato de bario
	Se utilizan principalmente para protecciones térmicas

Termopares

Se basan en el *Efecto Seebeck*:

“Si dos metales distintos se unen por los puntos a distintas temperaturas, se produce una circulación de corriente eléctrica”

Si se abre el circuito por uno de los metales, se tendrá una tensión proporcional a la diferencia de temperaturas (potencial termoeléctrico)



Margen de medida	-200°C + 2000°C
Características	Están hechos de cobre y hierro, o de cobre y constantán
	Respuesta rápida
	Robustos
	Tensión termoeléctrica muy baja → amplificadores de precisión
	Baja sensibilidad (50µV/°C)

Semiconductores

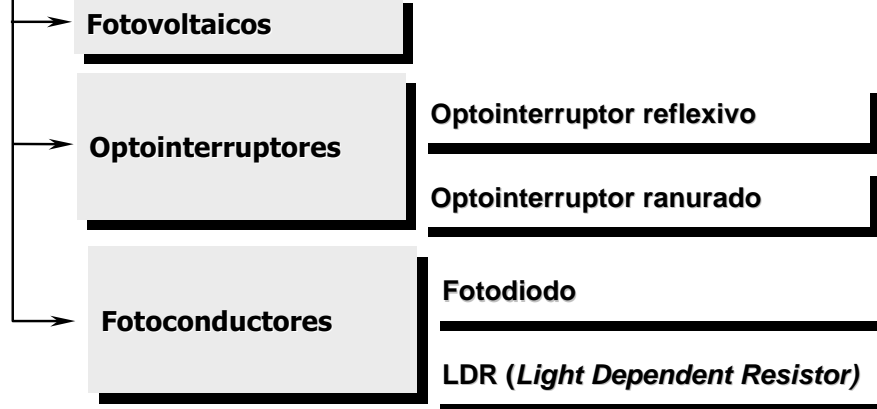
En un diodo, con una corriente fija, la tensión entre los terminales varía 2mV/°C aproximadamente

Características	Son baratos y fáciles de usar
	Tiene un margen de medida bajo (-50°C + 150°C)

Sensores de luz

Los sensores que miden la intensidad de luz se pueden clasificar en dos tipos:

- los que generan electricidad al recibir iluminación
- los que cambian alguna de sus propiedades al ser iluminados



Fotovoltaicos

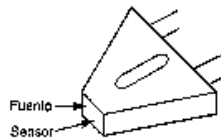
Al incidir luz sobre una unión PN se genera una tensión eléctrica que es función de la intensidad de la radiación (principio de las células solares)

Optointerruptores

Dispositivo para medir otras magnitudes (longitudes, ángulos, etc) o para detectar la presencia o ausencia de un objeto.

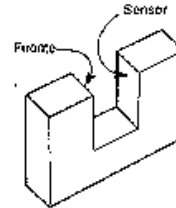
Consiste en un sensor de luz (fototransistor) y una fuente de luz (LED, diodo emisor de luz)

Reflexivo



El sensor y la fuente de luz están montadas sobre la misma superficie de forma que la presencia de un objeto reflexivo hará que la luz llegue al sensor y circule corriente a través del fototransistor

Ranurado



El sensor y la fuente de luz están uno frente al otro de forma que la presencia de un objeto interrumpa el paso de la luz

Fotoconductores

Al incidir luz sobre ellos, cambias sus propiedades de conducción eléctrica

Fotodiodo

Al incidir la luz sobre él, se producirá una circulación de corriente que es proporcional a la intensidad de la luz

Su sensibilidad es baja. Se utilizan los **fototransmisores** para incrementarla.

Velocidad de respuesta alta (1 μ s o menos)

LDR (*Light Dependent Resistor*)

Dispositivo resistivo que disminuye el valor de su resistencia al incrementar la intensidad de la luz

Se hacen con sulfuro de cadmio (SCd)

Velocidad de respuesta baja (10ms)

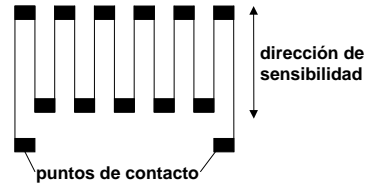
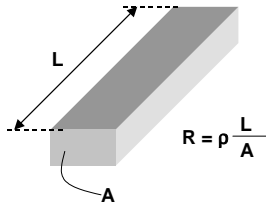
Longitudes de onda entre 380nm y 750nm



Sensores de fuerza

Galga extensiométrica

Miden deformaciones variando su resistencia



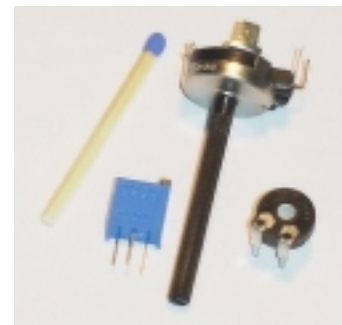
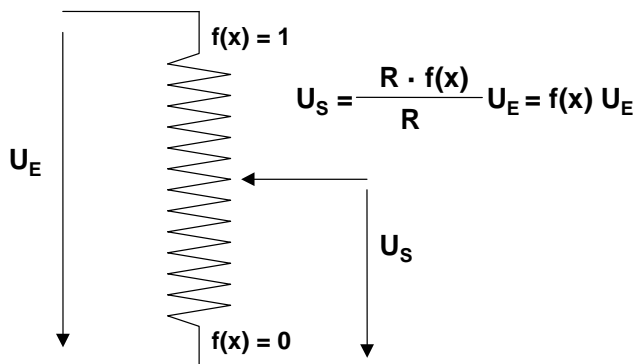
Dispositivos piezoeléctricos

Se usan para medir fuerzas.
Se caracterizan por generar una salida eléctrica al someterlos a un esfuerzo mecánico

Sensores de desplazamiento

Potenciómetros

Producen una señal eléctrica proporcional a la posición



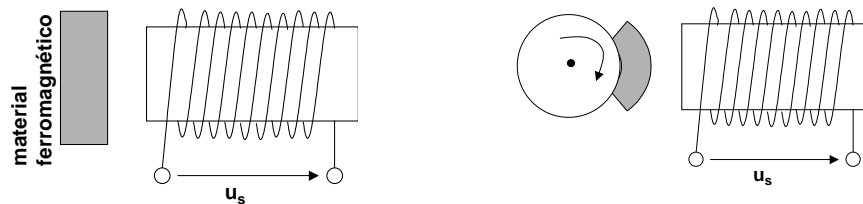
Son lineales

Tienen mala estabilidad térmica

Sensores de velocidad

Inductivos

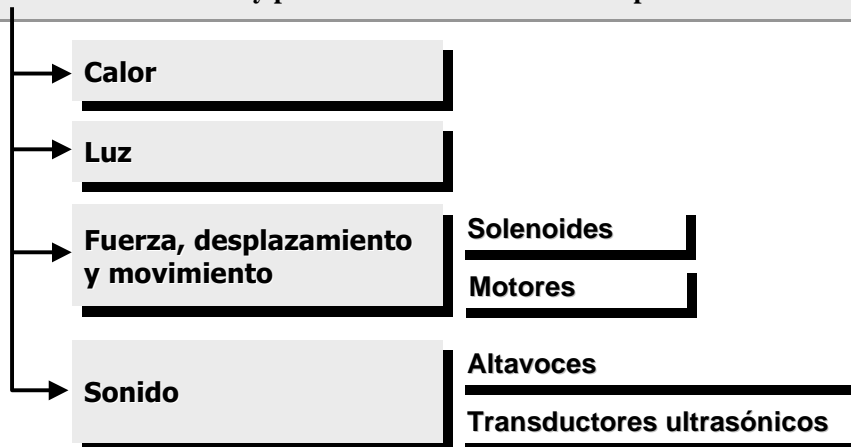
La inductancia de una bobina se ve afectada por la presencia de material ferromagnético



Situando en el rotor una chapa de material ferromagnéticos, cada vez que el rotor dé una vuelta, la inductancia de la bobina cambiará. Contando el tiempo que tarda el rotor en dar una vuelta, se podrán calcular las revoluciones por minuto a las que gira el rotor.

Actuadores

Tomán una señal eléctrica y producen una variación correspondiente en una magnitud física



Actuadores

Calor

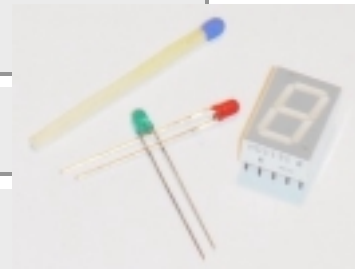
Calentadores resistivos $P = R \cdot I^2$

Luz

Diodos emisores de luz: LEDs
GoAs; GaP;... depende del color/infrarrojos

Visualizadores de 7 segmentos

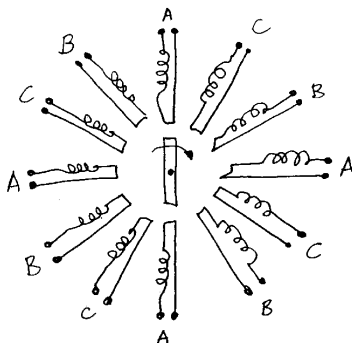
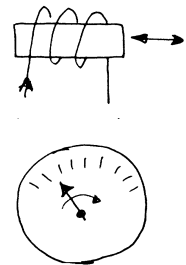
LED infrarrojos para comunicación a corta distancia (control remoto)



Actuadores: Fuerza, desplazamiento y movimiento

Solenoides

Es una bobina con una pieza de material ferromagnéticos que se puede mover. Dependiendo del sentido de la corriente, la pieza es atraída hacia dentro o hacia fuera



Motores

MOTORES DE CA: Alta potencia y poca precisión

MOTORES DE CC: Media potencia y precisión

MOTORES PASO A PASO: Posicionamiento

Actuadores: Sonido

Altavoces

Constan de un imán permanente más una bobina móvil que mueve un diafragma



Transductores ultrasónicos

A muy alta frecuencia se utilizan actuadores piezoeléctricos.
La señal eléctrica deforma el material y se genera una onda sonora