



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



TECNM
CAMPUS
CHIHUAHUA II

UNIDAD 1. SENSORES

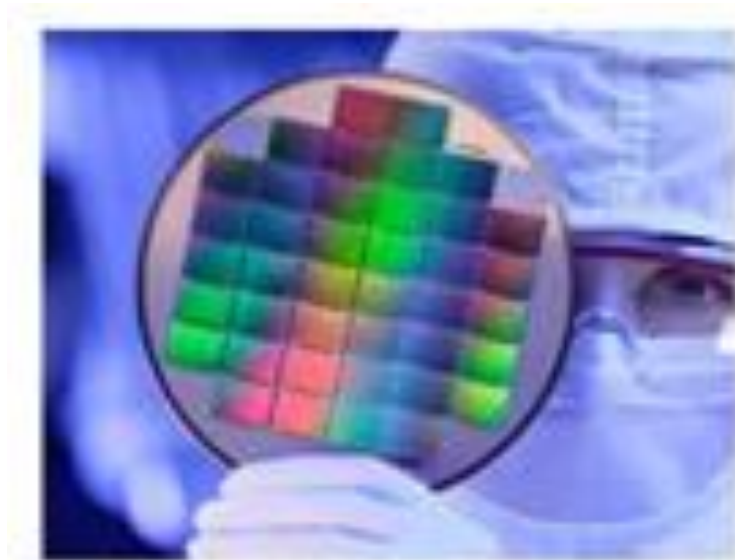
Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Por ejemplo: existen sensores que se instalan en los vehículos y que detectan cuando la velocidad de desplazamiento supera la permitida; en esos casos, emiten un **sonido** que alerta al conductor y a los pasajeros.

Otro tipo de sensor muy habitual es aquel que se instala en la puerta de entrada de las viviendas y reacciona ante el movimiento. Si una **persona** se acerca al sensor, éste emite una señal y se enciende una lámpara. La utilización de estos sensores está vinculada a la **seguridad**, ya que evitan que alguien aproveche la oscuridad para ocultarse e ingresar en la casa sin ser advertido.

El termómetro también son un tipo de sensor que aprovecha la capacidad del mercurio para reaccionar ante la **temperatura** y, de este modo, permite detectar si una persona tiene fiebre.

Los sensores, en definitiva, son artefactos que permiten obtener **información** del entorno e interactuar con ella. Así como los seres humanos apelan a su sistema sensorial para dicha tarea, las máquinas y los robots requieren de sensores para la interacción con el medio en el que se encuentran.



Cuando se desarrollan computadoras capaces de responder a órdenes de **voz**, por ejemplo, se las provee de micrófonos, que son sensores capaces de captar las ondas sonoras y transformarlas. Si estos sensores están conectados con otros circuitos, la máquina podrá reaccionar al estímulo de acuerdo a lo requerido por el usuario.

Las cámaras de fotos digitales se valen de un elemento conocido como sensor de imagen para captar la luz. Es un chip compuesto de millones de pequeñas partes sensibles a la **luz** denominadas píxeles (término que deriva de “picture element” o “elemento de imagen”), capaces de capturar una fotografía cuando se las expone.

El sensor de **imagen** equivale al carrete fotográfico de las cámaras tradicionales.

Su tarea es convertir la luz en señales de tipo eléctrico para almacenarlas, medirlas y transformarlas en una representación digital del patrón lumínico que captó. Una vez completado dicho proceso, se obtiene un archivo informático que guarda la imagen, la cual puede ser visualizada en un monitor, o bien destinarse a la impresión en papel.

Las proporciones de la fotografía, lo que se conoce como “relación de **aspecto** “. El formato más común es 3/2, que ofrece una representación bastante cercana a la percepción del ojo humano.

Por último, existen varias tecnologías utilizadas para la fabricación de los sensores de imagen; los más conocidos en la actualidad son: CCD y SuperCCD, ampliamente adoptados en fotografía y en vídeo; CMOS, que requiere de menos energía y resulta más económico de producir; Foveon X3, el único de los mencionados en esta lista que no interpola los colores (no completa la información faltante con algoritmos preestablecidos) para generar la imagen final.

Lee todo en: [Definición de sensor - Qué es, Significado y Concepto](http://definicion.de/sensor/#ixzz4l6lYLn92) <http://definicion.de/sensor/#ixzz4l6lYLn92>

1.1.2 Características

A los sensores, se les debe exigir la siguiente serie de características:

- Exactitud. Se debe poder detectar el valor verdadero de la variable sin errores sistemáticos. La media de los errores cometidos debe tender a cero.
- Precisión. Una medida será más precisa que otra si los posibles errores aleatorios en la medición son menores.

- Rango de funcionamiento. El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento, es decir, debe ser capaz de medir de manera exacta y precisa un amplio abanico de valores de la magnitud correspondiente.
- Velocidad de respuesta. El sensor debe responder a los cambios de la variable a medir en un tiempo mínimo. Lo ideal sería que la respuesta fuera instantánea.

1 Sensores industriales

Para poder controlar automáticamente un proceso de fabricación es necesario disponer de información sobre el estado del proceso. Esto se puede hacer midiendo diferentes magnitudes físicas que intervienen en el mismo. Pese a poder recibir diferentes nombres (detector, transductor, sonda), el sensor es el nombre más utilizado en control de autómatas para referirse al dispositivo que mide una magnitud física. En general estas magnitudes físicas no tienen por qué ser eléctricas, por lo que se utilizan transductores para convertir a señales eléctricas (Fig. [2.2](#)).

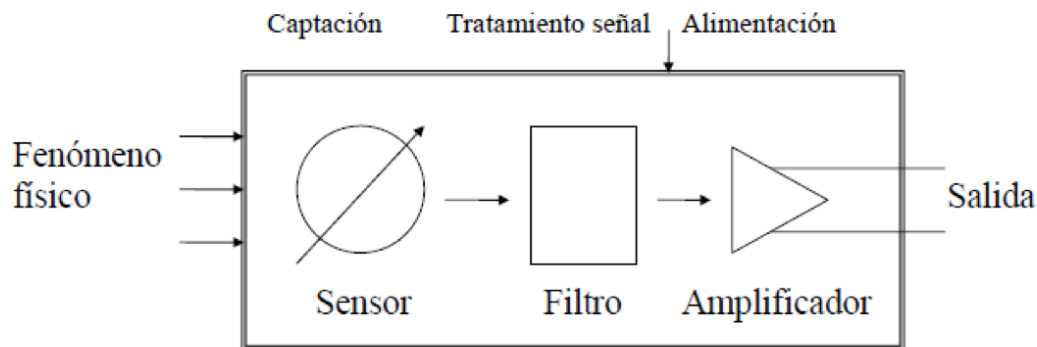


Figura 2.2: Transductor

Un transductor convierte una señal no eléctrica en eléctrica, en la cual alguno de sus parámetros (nivel de tensión, corriente, frecuencia) contiene información sobre la magnitud medida. Puesto que es necesario acoplar la salida de este dispositivo transductor al sistema de control, puede ser necesario efectuar filtrado y amplificación de la señal eléctrica en el llamado circuito acondicionador o de acondicionamiento.

2.1.1 Características de los sensores

A continuación, se presentan algunas características que definen el comportamiento de los sensores. En las siguientes definiciones, se utiliza la variable X para referirse al objeto físico que se quiere medir (por ejemplo, la temperatura a la que se encuentra una habitación), y la variable Y para referirse a la medida realizada por el sensor (la temperatura medida por el sensor térmico utilizado).

Según el régimen de funcionamiento del sensor distinguimos dos conjuntos de características: estáticas (cuando se tiene un régimen permanente en la variable a medir o ésta varía de forma lenta) y dinámicas (relativas a un régimen transitorio de la variable a medir).

Características Estáticas:

- **Campo de medida:** rango de valores del objeto físico (X) que puede medir el sensor.
- **Sensibilidad:** ratio dY/dX
- **Resolución:** mínimo cambio de X detectable en Y
- **Umbral:** mínimo valor de X con salida no nula en Y
- **Precisión:** error de medida máximo esperado (si el sensor es preciso, el error relativo entre varias medidas es pequeño)
- **Exactitud:** diferencia entre el valor real X y el valor medido Y (si el sensor es exacto, la medida de Y estará en un entorno cercano al valor real de X)
- **Repetitibilidad:** máxima desviación entre valores de salida obtenidos al medir varias veces la misma entrada con el mismo sensor y en idénticas condiciones ambientales.
- **Linealidad:** Proporcionalidad entre X e Y
- **Histéresis:** Diferentes valores de Y para un mismo X en función de la evolución de X (ascendente o descendente)

Es frecuente confundir precisión y exactitud. En la Fig. [2.3](#) se puede apreciar la diferencia.

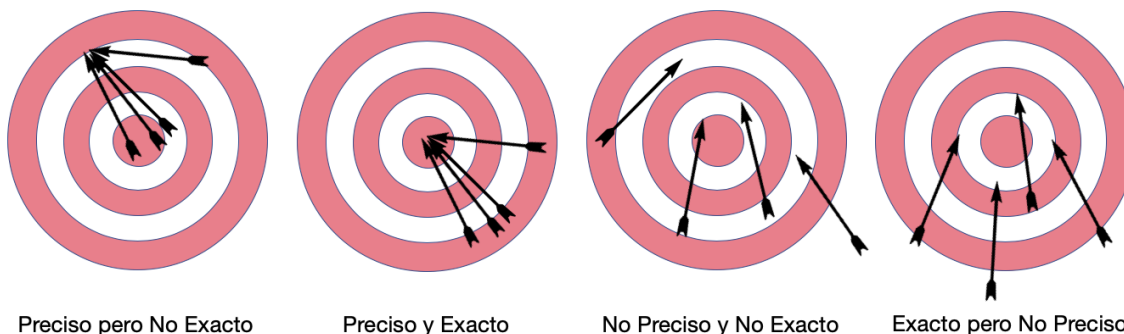


Figura 2.3: Precisión VS Exactitud

Características dinámicas:

- **Velocidad de respuesta** (tiempo de subida / de retardo): capacidad para que la señal de salida siga a la señal de entrada sin retraso.
- **Respuesta en frecuencia**: capacidad del sensor para seguir las variaciones de la señal de entrada a medida que aumenta la frecuencia.

2.1.2 Clasificación de los sensores

Los sensores se pueden clasificar de acuerdo con un conjunto de características diferentes y no excluyentes, según:

- **Principio físico de funcionamiento**: final de carrera, termoresistivos, capacitivos, inductivos, etc.
- **Aporte de energía**: activo/pasivo. En los sensores activos, la magnitud física a medir proporciona la energía suficiente para generar la señal de salida (ej. Termoeléctrico, fotoeléctrico, magnetoeléctrico, piezoeléctrico). Los sensores pasivos necesitan una fuente de alimentación externa (ej. Resistivos-Termorresistivo, Capacitivos, Inductivos...).
- **Señal eléctrica generada**: analógica/digital. Un sensor analógico puede tomar cualquier valor dentro de unos determinados márgenes. En el caso de las señales analógicas es imprescindible el uso de circuitos de acondicionamiento. Los sensores digitales toman un número finito de valores.
- **Magnitud medida**: presencia/proximidad, presión, temperatura, humedad, velocidad, caudal, etc.
- **Rango de valores que proporciona**: de medida/todo-nada. Los sensores de medida proporcionan a la salida todos los valores posibles correspondientes a cada valor de la entrada (ej. Sensor analógico termorresistivo). Los sensores todo/nada, utilizados en sistemas discretos, detectan si la magnitud está por encima de determinado valor. Su salida solo puede tomar 2 valores diferentes. Son ejemplos de este tipo de sensores los que indican si se ha producido presencia/ausencia de un objeto en las proximidades del sensor. También se suelen clasificar entre continuos o discretos.

2.1.3 Tipos de sensores

2.1.3.1 Interruptores de acción mecánica

Existen ciertos interruptores que se accionan mediante contacto físico y fuerza suficiente sobre cierta parte del mismo (normalmente una palanca). Su uso está



muy extendido debido a su coste reducido, sin embargo, también limitado a ciertas aplicaciones debido a ciertas desventajas:

- Una vida operativa más corta por el desgaste del rozamiento del sensor.
- Un problema de rebote de la señal en conmutación.

Algunas de las aplicaciones de estos sensores son la de desconectar límites de carrera, controlar avance de elementos en máquinas herramienta, robots, etc. En particular, el sensor final de carrera se asocia en la industria a un sensor de contacto que detecta el final del desplazamiento de un objeto móvil en un proceso industrial. Estos sensores suelen ser muy robustos y suelen estar diseñados para trabajar en ambientes agresivos. Se pueden apreciar diversos tipos en la Fig. [2.4](#).

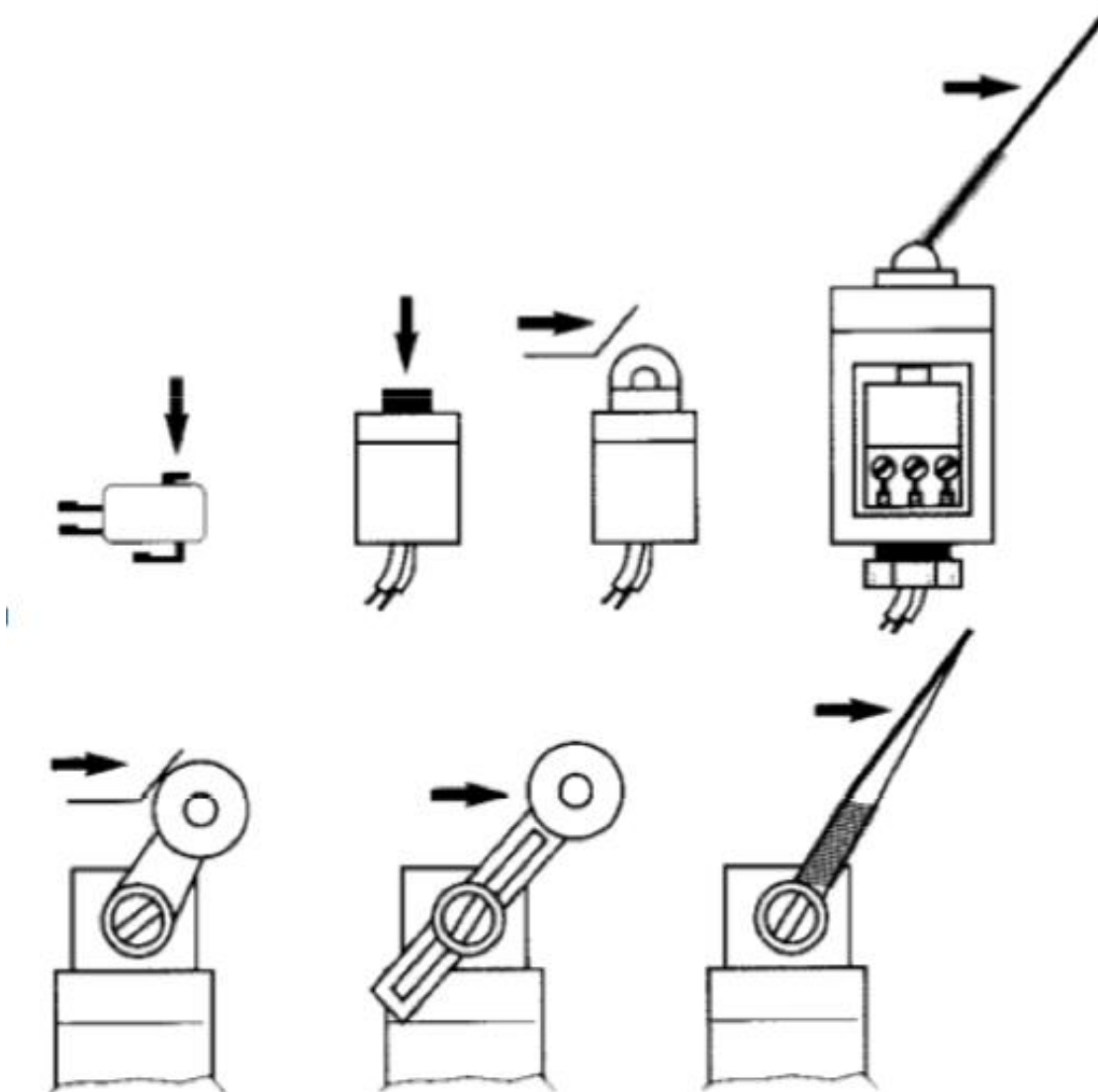


Figura 2.4: Interruptor de acción mecánica

2.1.3.2 Sensores de proximidad sin contacto

La detección (sin contacto) de la presencia de un objeto depende de diversos factores, como por ejemplo, el material del objeto a detectar o la distancia a la que debe ser colocado para ser detectado. De acuerdo con el principio físico en el que se basa su funcionamiento pueden ser optoelectrónicos (accionados por

luz), inductivos (de acción magnética), capacitivos (de acción capacitiva) y ultrasónicos (de acción ultrasónica).

Pueden tener salida todo/nada normalmente abierta (NO) o normalmente cerrada (NC) y estar implementados con relés o transistores.

Sensores inductivos de proximidad

El sensor inductivo detecta la presencia de cualquier objeto de **material conductor** sin necesidad de contacto físico, y su funcionamiento se basa en la influencia sobre algunos metales y semiconductores del campo magnético generado por la bobina del sensor.

Además de la bobina, el sensor de proximidad inductivo se compone de un circuito oscilador LC del que forma parte, un rectificador (que proporciona tensión continua a partir de alterna), un comparador (que proporciona dos tensiones distintas en función de la presencia/ausencia del objeto, por ejemplo, un disparador Schmitt) y una etapa de salida (por ejemplo, tipo relé), tal y como se muestra en la Fig. [2.5](#).

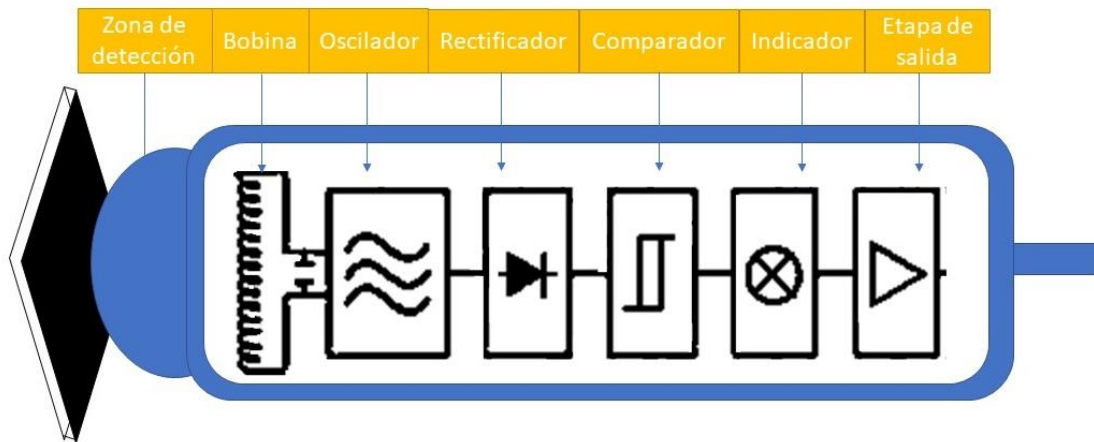


Figura 2.5: Sensor inductivo: estructura

Cuando se hace pasar una corriente por una bobina, se genera un flujo magnético Φ que depende de la inductancia de la bobina, la cual a su vez depende de las características físicas (longitud, número de espiras, sección) y la permeabilidad del núcleo. La permeabilidad mide la capacidad de conducción del campo magnético de un material, y es igual al producto de permeabilidad en el vacío y permeabilidad relativa. Si a la bobina se le acerca un material ferromagnético (cuya permeabilidad relativa es muy superior a 1), las líneas de

fuerza del flujo magnético variable cortan al material y hace que se induzcan corrientes de Foucault. Dichas corrientes crean un campo magnético que se opone al de la bobina, y esto tiene un efecto de reducir la inductancia cambiando levemente la frecuencia de oscilación y reduciendo la amplitud de las oscilaciones.

El circuito oscilador está pensado para tener máxima amplitud de oscilación sin presencia de objeto. Si hay presencia de objeto, se produce una disminución de amplitud de oscilación por transferencia de energía debido a la corriente de Foucault. Si se detecta una disminución de amplitud por debajo de un nivel de operación, la salida se activa (ver Fig. 2.6).

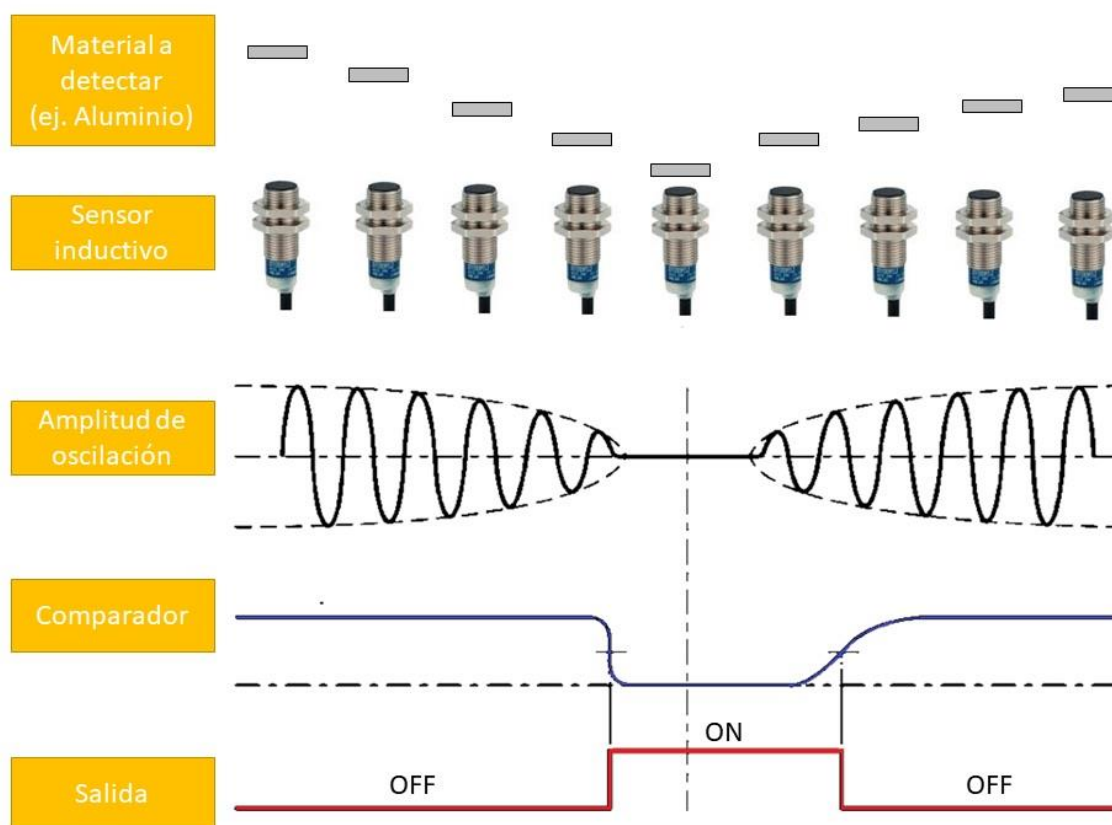


Figura 2.6: Sensor inductivo: funcionamiento

El fabricante especifica la distancia teórica máxima a la que el sensor detecta el objeto patrón (cuadrado de acero de tamaño específico dependiente de las propiedades del sensor). En general, la distancia de detección de este tipo de sensores es pequeña (1-50mm). La distancia a la cual el objeto es detectable

depende de la permeabilidad del material, a menor permeabilidad menor distancia. Estos sensores funcionan peor si el material es paramagnético (permeabilidad magnética relativa superior a la unidad), e incluso puede que no se produzca la detección si el material es diamagnético (permeabilidad relativa inferior a la unidad).

Resumiendo, este tipo de sensores se pueden utilizar cuando se requiere detectar sin contacto la presencia de objetos metálicos ubicados en máquinas herramienta, robots o líneas de producción. El sensor se activa como un interruptor al detectar objeto, y genera una señal eléctrica (libre de rebote a diferencia de los interruptores mecánicos) que puede utilizarse en el proceso, por ejemplo para la conmutación de electroválvulas.

El aspecto físico de este sensor se muestra en la Fig. 2.7. También se muestra un sensor capacitivo (que se verá en la siguiente sección) puesto que son muy parecidos¹⁰.



Figura 2.7: Ejemplo de sensor inductivo (izquierda) y capacitivo (derecha).

Sensores capacitivos de proximidad

Estos sensores se basan en la interacción producida entre el objeto a detectar y el campo electrostático que genera el propio sensor. El funcionamiento es similar al caso inductivo, pero ahora el sensor es un condensador.

La capacidad de un condensador depende de la distancia entre electrodos, su área y la permitividad dieléctrica que representa la capacidad del material de

polarizarse ante la presencia de un campo eléctrico. La permitividad dieléctrica es igual al producto de la permitividad del vacío y de la permitividad relativa del material dieléctrico que separa las placas del condensador.

Cuando un objeto se aproxima al sensor y entra al campo electrostático de los electrodos, la capacidad del condensador se incrementa. La variación de la capacidad se detecta mediante un circuito oscilador del que forma parte. Debido a un aumento de capacidad, la amplificación del oscilador se incrementa haciendo al oscilador entrar en oscilación. Cuando la amplitud de oscilación supera un cierto nivel ante la presencia de un objeto, el estado del sensor cambia. Si el objeto se aleja, la amplitud del oscilador disminuye hasta conmutar al estado original (sin oscilación). El sensor también se compone de un circuito rectificador, un comparador y una etapa de salida (igual que el sensor inductivo), tal y como se muestra en la Fig. 2.8. Existe otra configuración en la que el propio objeto a detectar es el electrodo principal.

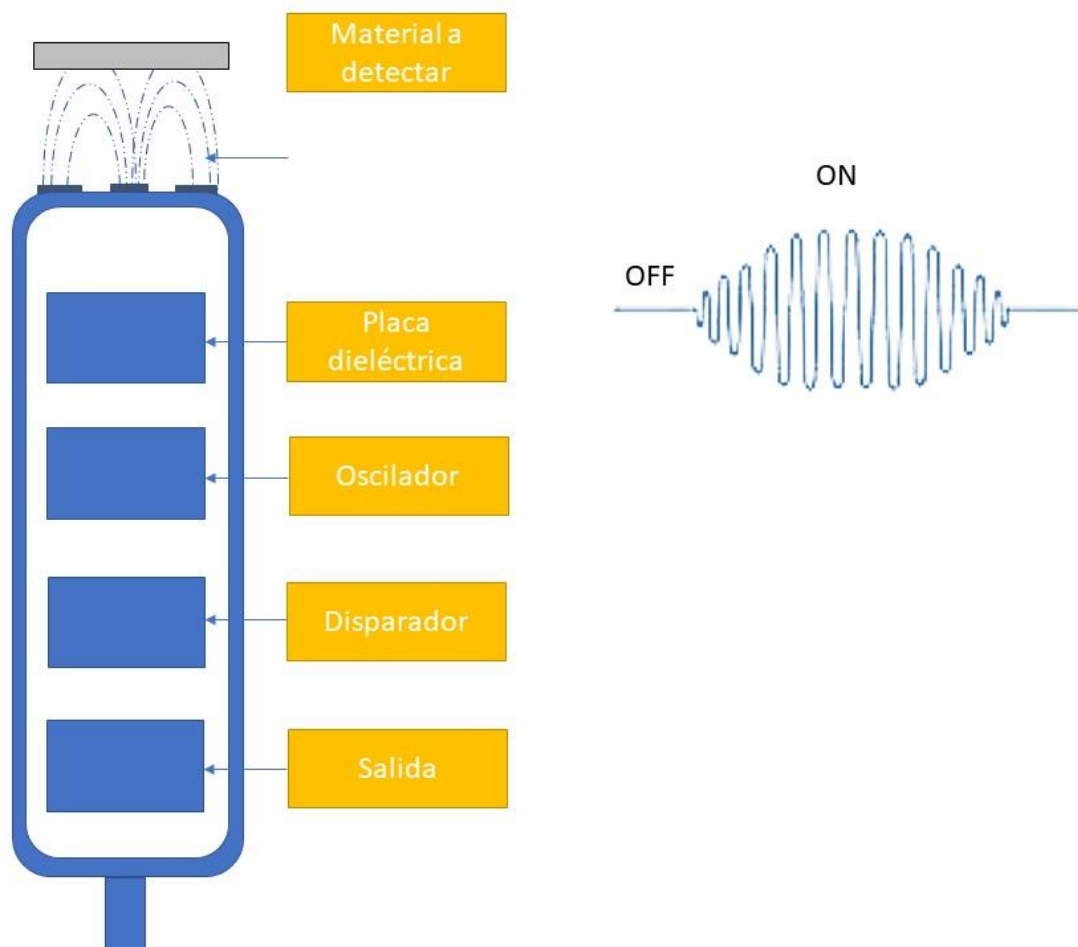


Figura 2.8: Sensor capacitivo: funcionamiento

Este tipo de sensores detectan tanto materiales metálicos como no metálicos, como el papel, vidrio o tela. Los materiales cuyos valores de constante dieléctrica sean más altos serán más fáciles de detectar que aquellos con valores más bajos. Por ejemplo, el agua, que tiene una constante de 80, será fácilmente detectable, mientras que el sensor no será sensible al aire que tiene una constante de 1. En este sentido, los materiales con altas constantes dieléctricas pueden ser detectados a través de las paredes de envases cuya constante dieléctrica sea menor. Por lo tanto, se pueden utilizar para el control de llenado de recipientes, o control de fluidos a través de barreras. También son utilizados para muchos dispositivos con pantalla táctil, como teléfonos móviles, ya que el sensor percibe la pequeña diferencia de potencial entre membranas de los dedos eléctricamente polarizados de una persona.

Como desventajas, es importante destacar que los sensores capacitivos tienen una distancia de detección corta (en torno a 1-30mm) que varía según el material que deba detectar, y al mismo tiempo son extremadamente sensibles a los factores ambientales.

Sensores optoelectrónicos de proximidad

Son sensores que detectan la presencia de un objeto mediante fenómenos relacionados con la luz. También se conoce a estos sensores como fotocélulas, sensores ópticos, o detectores fotoeléctricos.

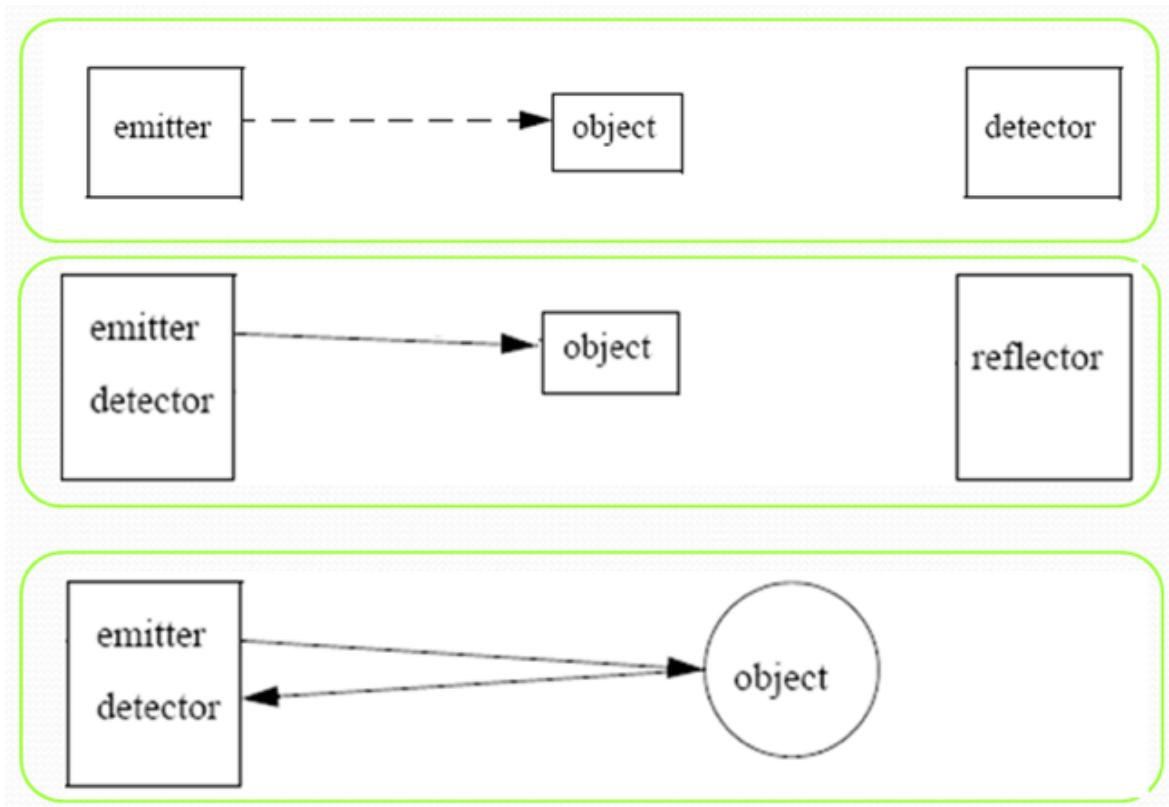


Figura 2.9: Sensor óptico: tipos

En cada sensor existe un **emisor** que genera un haz de luz (en el espectro visible o infrarrojo) y un **receptor** que puede recibir o no el haz de luz emitido, o recibirlo modificado, según la presencia del objeto. Estos sensores se pueden clasificar, atendiendo al método de detección utilizado y la disposición de los elementos emisor y receptor, como (ver Fig. [2.9](#)):

- Fotocélulas de **barrera de luz**: el emisor y receptor están separados y enfrentados, y el objeto bloquea el haz de luz generado por el emisor.
- Fotocélulas de **reflexión**: el emisor y receptor comparten carcasa, y el haz de luz generado por el emisor se refleja hasta llegar al receptor. El haz de luz se puede reflejar en un espejo o en el propio objeto. Cuando existe reflexión en el espejo, el receptor identifica la presencia de un objeto si no se recibe el haz generado por el emisor y reflejado por el espejo. Dependiendo de la configuración del sensor, se puede utilizar para detectar objetos con diferente grado de transparencia. Para que se dé la reflexión en el objeto, este debe contar con unas características mínimas de reflectividad. Según la luz se refleja en el espejo en múltiples direcciones o en una única dirección, hablamos de sensores de reflexión difusa o definida.

El emisor normalmente manda una señal de luz modulada, es decir, la fuente de luz recibe impulsos de corriente que generan impulsos de luz. De esta manera se puede aplicar mayor potencia instantánea a la fuente de luz, y se facilita la amplificación de la señal alterna en el receptor, por lo que se logra un sensor de mayor alcance. Además, el emisor incluye una lente para conseguir luz colimada a su salida.

La fuente de luz suele ser un diodo de infrarrojos (de arseniuro de galio, GaAs) o luz visible mediante LEDs (Light Emitting Diode) de color rojo o verde.

El receptor suele incluir una lente a su entrada para concentrar el haz de luz emitido en un elemento fotosensible (como el fotodiodo, el fototransistor, o el fotodarlington), el cual ve modificado alguno de sus parámetros característicos con la incidencia de la luz. Además puede filtrar y amplificar la señal (en base a la frecuencia de pulsos generados en el emisor) para evitar la luz que no procede del emisor.

Estos sensores pueden tener la activación cuando hay luz o cuando no la reciben. El circuito del receptor activa o desactiva la salida según si la señal recibida supera un determinado umbral. Dada una distancia de trabajo y unas condiciones ideales, el margen con el cual la señal supera un cierto umbral se conoce como exceso de ganancia. Cuando el ambiente no es ideal, por ejemplo, ante la presencia de cierta suciedad, será más difícil detectar la señal, por lo tanto, el exceso de ganancia nos da una idea de la capacidad del sensor de superar pérdidas de señal.

Una posible aplicación de estos sensores sería el conteo de botellas, detección de taladros, control de altura en una línea de producción, o implementar una barrera óptica.

Sensores ultrasónicos de proximidad

Estos sensores basan su funcionamiento en las señales sonoras de frecuencia superior al valor audible por el ser humano, 20KHz, los ultrasonidos (normalmente se limita a un rango de frecuencias de 20KHz-250KHz).

Constan de un elemento emisor y otro elemento receptor de ultrasonidos utilizando como medio de transmisión normalmente el aire (Fig. [2.10](#)). La manera de realizar estos elementos es utilizando el efecto piezoeléctrico en materiales: la presión sobre el material hace que se produzca un movimiento de cargas por lo que aparece una diferencia de potencial entre las caras del material (el receptor se basa en la deformación producida por señales de presión del aire). Este efecto es reversible, por lo que si se aplica una diferencia

de potencial aparece una deformación del material (el emisor produce señales de presión de aire de la misma frecuencia que la señal de voltaje aplicada).

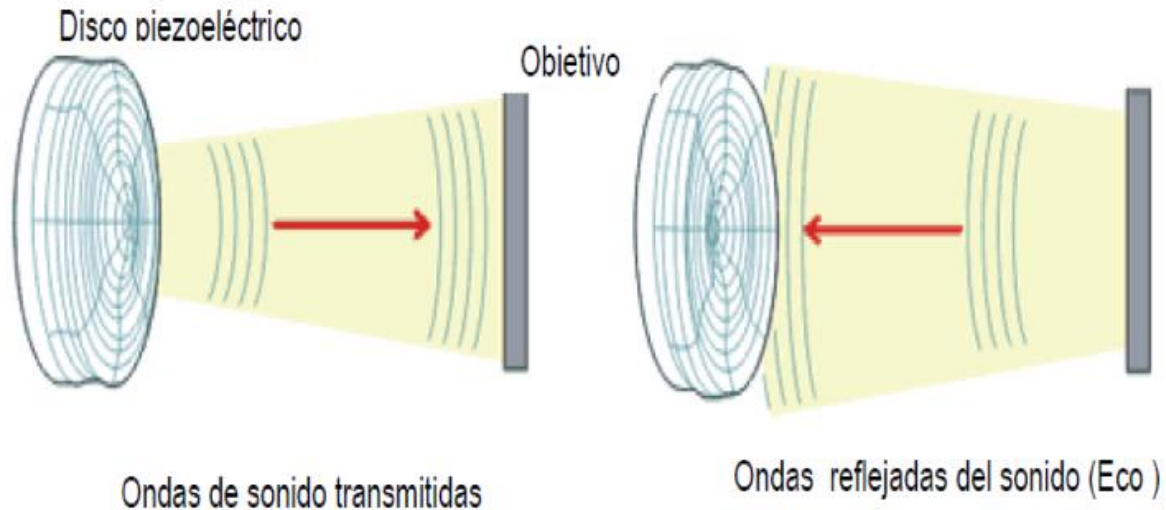


Figura 2.10: Sensor de ultrasonidos: tipos

Un tipo de sensores ultrasónicos son los sensores detectores de eco, que no solo detectan la presencia de un objeto si no que miden la distancia al mismo. Para ello el receptor y el emisor están situados en la misma carcasa. El emisor transmite un tren de impulsos que es reflejado en el objeto y el eco es detectado por el receptor. Un circuito electrónico mide el tiempo que se tarda en recibir el eco, y conocida la velocidad del sonido en el aire (aproximadamente 340m/s) se determina la distancia al objeto.

Mediante estos sensores se pueden detectar líquidos, sólidos, o materiales de distintas forma y colores que tengan unas mínimas características de reflexión de los ultrasonidos.

Las limitaciones de este tipo de sensores son su carácter paraxial (la trayectoria de las ondas debe ser perpendicular al sensor) y su dependencia con el medio ambiente (ya que tendrá cierta influencia en la velocidad del sonido).

Algunos ejemplos de aplicaciones de los ultrasonidos son la medida de nivel en recipientes, el censado de alturas, control anticolidión, censado de fisuras en materiales, etc.

Interruptor de lengüeta (*Reed Swicht*)

Un interruptor de lengüeta o reed switch (Fig. 2.11¹¹) es un interruptor eléctrico activado por un campo magnético generado por un imán permanente o una bobina. Está formado por un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro un tubo de vidrio, de manera que cuando los contactos están normalmente abiertos se cierran en la presencia de un campo magnético; cuando están normalmente cerrados se abren en presencia de un campo magnético.



Figura 2.11: Sensor de lengüeta o reed

Un uso muy extendido se puede encontrar en los sensores de las puertas y ventanas de las alarmas antirrobo, el imán va unido a la puerta y el interruptor de lengüeta al marco.

2.1.3.3 Sensores de posición

La posición y el avance de objetos en los procesos de fabricación son datos que normalmente se desean conocer para controlar el proceso. Según el margen de distancias de trabajo (puede variar desde centésimas de milímetros hasta decenas de metros) se utilizan sensores basados en diferentes principios físicos.

Codificadores de posición optoelectrónicos: *Encoders*

Estos sensores están basados en la detección de señales de luz que atraviesan un disco que posee n pistas concéntricas, cada una con zonas opacas y

transparentes alternas asignadas a los números 0 y 1 respectivamente. A cada pista le corresponde un emisor de luz y un receptor sensible a la luz, de manera que, si dividimos el disco en 2^n sectores, cada uno se puede codificar con un bit por pista cuyo valor depende de la medida del receptor. La señal recibida pasa a un circuito cuya salida se encuentra a un nivel de tensión correspondiente a un nivel lógico si recibe luz, y al contrario si no hay señal luminosa.

Los codificadores de posición pueden ser absolutos (cuando miden la posición respecto a una referencia) o incrementales (cuando miden un incremento de la posición). El principal inconveniente de estos últimos es que pierden datos si se desconecta la alimentación.

Potenciómetro

Este sensor consiste en una resistencia (de geometría lineal o angular) cuyo valor varía en función del movimiento de un contacto, por lo tanto, al aplicarle corriente, la tensión de salida también variará. El principal inconveniente es el desgaste por rozamiento del contacto y la resistencia.

2.1.4 Criterios de selección

Algunas de las variables a tener en cuenta a la hora de elegir el sensor adecuado para una aplicación determinada son:

- Magnitud a medir
- Tipo de información: discreto/continuo
- Uso de la medida (resolución, precisión, fidelidad...)
- Acople con otros dispositivos
- Condiciones ambientales (criterios de seguridad)
- Precio

Test

1. Figuras tomadas de: <https://www.se.com/es/es/product/XS112B3PCL2/> y <https://es.rs-online.com/web/p/sensores-de-proximidad-capacitivos/7449944/>↵□
2. Figura tomada de: <http://www.magnetismswitch.com/proximity-switch/glass-sensor-tube-magnetic-reed-switch.html>↵□



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



TECNM
CAMPUS
CHIHUAHUA II

Los 12 tipos de sensores más usados: características y funciones



La "sensorización" de un área industrial es fundamental para que pueda existir el control y este, a su vez, representa la piedra angular de cualquier línea productiva automatizada. Por ello, conocer los tipos de sensores es crucial. De ellos viene la posibilidad de reaccionar ante cualquier evento o imprevisto, incluso detectarlo antes de que ocurra..



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



TECNM
CAMPUS
CHIHUAHUA II

Si entiendes la importancia de estos dispositivos estás listo para que profundicemos juntos en cuáles son sus características y tipos más utilizados a nivel industrial.

¿Qué es un sensor?

Un sensor es un dispositivo tecnológico que tiene la capacidad de percibir ciertos estímulos del exterior y transformarlos en impulsos eléctricos, que pueden ser interpretados por ordenadores u otras máquinas.

En palabras simples, un sensor es **un traductor** que puede explicar en un lenguaje común para las máquinas cualquier propiedad del ambiente (física, química, sonora, lumínica...).

Las lecturas de un sensor se pueden usar para medir variaciones en las condiciones de una determinada área, accionando respuestas automáticas de otros dispositivos como consecuencia: encender alarmas, apagar ciertas características, encender las naves de montaje y más.

Tipos de sensores y sus características:

Según el tipo de variable que pueda percibir e interpretar un sensor, se pueden definir varios tipos. Cada uno de ellos tiene propiedades únicas que los hacen útiles en escenarios muy específicos. A continuación, explicaremos los más importantes en el sector industrial:

Sensores de distancia

Los sensores de distancia permiten **medir cuánto espacio separa un punto de otro**. Es decir, miden la distancia lineal entre dos elementos de interés. Una de sus mayores utilidades se encuentra en los equipos para la detección de movimiento y vigilancia perimetral.

Este tipo de detectores se puede apoyar en un gran número de tecnologías, normalmente, a través de infrarrojos, medidores ultrasónicos y receptores de ondas de alta frecuencia.

Sensores de frecuencia de luz

Los sensores de frecuencia de luz pueden percibir impulsos lumínicos y decodificar la intensidad de frecuencia de estos, dando como resultado un parámetro que puede contrastarse en una escala ayudando a detectar color.

Aunque suelen ser **denominados sensores de color** porque usan como referencia el rojo, el azul y el verde, su verdadera utilidad es mucho más profunda que eso. Son capaces de detectar minúsculas variaciones en la luz devuelta por una superficie, incluso cuando estas son invisibles al ojo humano.

Son ideales para analizar superficies como etiquetas y paquetes para determinar si existe algún error en la imprenta; establecer posibles intrusos y clasificar objetos que comparten transporte en una misma línea de producción.

Sensores de humedad

Los sensores de humedad permiten medir la **temperatura** y la cantidad de **humedad relativa en el aire** dentro de un espacio específico. Los resultados de estas medidas son transmitidos a impulsos eléctricos, usualmente para disparar un mecanismo mayor.

Son esenciales dentro de maquinarias industriales que operan con componentes químicos, almacenaje de productos secos, medir riesgos en el depósito, detectar fuga en calderas cerradas y, sobre todo, dentro de la industria agroalimentaria para controlar los espacios de invernadero o la necesidad de riego en las plantas.

Los sensores más avanzados pueden medir los niveles de humedad incluso en superficies o dentro de determinadas fibras sintéticas.

Sensores de luz

Un sensor de luz es un dispositivo capaz de percibir la luz ambiental (**o la que se origina de un punto en concreto**) y luego reaccionar a ella con un impulso eléctrico que varía dependiendo de la intensidad de la luz que ha detectado. A mayor lectura de luz, mayor intensidad en la respuesta eléctrica.

Este tipo de sensores también pueden estabilizarse para reaccionar ante determinadas intensidades, por lo que se les conocen también como

sensores de luminosidad, dado que reaccionan a las variaciones de luz ambiental.

Estos sensores son especialmente útiles para la regulación de consumo de energía en espacios controlados porque pueden apagar o encender las celdas de iluminación según sea necesario, por mencionar un ejemplo.

Sensores de Posición

Los sensores de posición, tal como lo indica su nombre, permiten medir la **posición lineal o angular** de un objeto con respecto a un plano (o usándose a sí mismo como referencia), para transformarla en una señal eléctrica que puede ser interpretada por un sistema de control mayor.

Después de los sensores de temperatura, los sensores de posición son los dispositivos de captación de magnitudes más utilizados a nivel industrial.

Estos dispositivos permiten controlar el movimiento de todo tipo de equipos de robótica para la realización de una infinidad de trabajos que requieran la reubicación de piezas como brazos mecánicos, soldadores o cortadores.

Sensores de presión

Los sensores de presión permiten determinar el **nivel de presión que ejerce un fluido** dentro de un espacio definido. A través de esta medición se pueden controlar un sinnúmero de acciones dentro de una industria. Son especialmente demandados en seguridad industrial para la prevención de eventos catastróficos.

Una gran cantidad de espacios son susceptibles a la medición de presión, usualmente los compartimientos internos de las maquinarias o las calderas de evaporación.

Los sensores de presión pueden usarse para obtener otras variables como la cantidad de flujo que circula por un espacio cerrado, la velocidad e incluso el contenido de ciertos envases, si es que se conocen algunos datos básicos del producto.

Sensores de proximidad

Los detectores de proximidad ayudan a detectar la presencia de un objeto y su cercanía con el punto de referencia (**usualmente el mismo sensor**). Suelen funcionar con un par de dispositivos, un emisor y un receptor. El emisor envía una señal cada cierto tiempo y el receptor busca el rebote de la señal lo que le indica la proximidad del objeto.

Los sensores de proximidad pueden devolver muchos datos relevantes sobre los objetos que miden o detectan dentro de su campo de funcionamiento.

Su utilidad es prácticamente ilimitada, pero se ve con frecuencia dentro de los robots, los vehículos no tripulados y las estaciones de seguridad o vigilancia autónoma.

Sensores de sonido

Los detectores de sonido reciben ondas acústicas en el ambiente producto de las ondas mecánicas que se generan a partir de las oscilaciones de presión de aire y, dependiendo de los niveles de intensidad para los que esté programada su respuesta, **convierte estas perturbaciones en impulsos eléctricos**.

Este tipo de sensores suelen ser muy pequeños en comparación con otros y poseen aplicaciones muy prácticas en la tecnología moderna como la detección de comandos de voz, la vigilancia inteligente o la medición de intensidad de trabajo de un equipo.

Medir las ondas de sonido también es importante dentro del ámbito de la seguridad industrial, ya que ayuda a descartar potenciales condiciones riesgosas para el personal humano.

Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura son los más utilizados dentro del ámbito industrial y ayudan a **medir la diferencia de energía calórica** que existe entre un punto de referencia y el campo que se está midiendo, convirtiendo dichos datos en salidas eléctricas. Miden el calor.

Los sensores de temperatura suelen funcionar a través de resistencias, aunque hay muchas formas de operarlos.

Fusionan en una cantidad masiva de equipos dada su naturaleza. Con ellos se puede medir: el nivel de trabajo de un equipo, detección de anomalías en circuitos, controlar ciclos de enfriadores y mucho más.

Sensores de velocidad

Los sensores de velocidad ayudan a detectar el **lapso de tiempo** que existe entre los **cambios de posición** de un objeto. Miden la velocidad de un cuerpo con relación a un punto de referencia. Los datos obtenidos son transformados en impulsos eléctricos.

Los sensores de velocidad tienen usos puntuales, como la detección de movimiento en un vehículo, la medición de trabajo en una banda de caucho, la velocidad de desplazamiento de un equipo industrial, entre otras.

Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos son dispositivos medianamente sofisticados que, gracias a placas imantadas o conducción eléctrica, **pueden detectar campos magnéticos** (y su intensidad) dentro de un área sensible, convirtiendo dichos datos en impulsos eléctricos.

Este tipo de sensores tienen un gran número de aplicaciones tanto dentro como fuera de la industria. Fuera de ella, sirven para la detección de proximidad de un polo imantado, lo que ayuda a identificar fallos de seguridad o llevar controles abierto-cerrado en ciertas áreas.

Dentro de la industria pueden usarse para detección de proximidad o posición relativa de un objeto metálico, por ejemplo, los émbolos de cilindro neumático.

Sensores ópticos

Los sensores ópticos son esenciales dentro de la robótica porque son los que permiten “ver” determinados objetos y transformar esta respuesta visual a un impulso eléctrico. Estos sensores no poseen una visión convencional, sino que perciben un haz de luz constante que al ser interrumpido (o al variar de intensidad) **genera un estímulo medible**.

Son esenciales para muchas actividades dentro de la industria, principalmente como detectores de intrusos en el campo de trabajo de una maquinaria industrial, lo que permite parar el trabajo antes de colisionar con algún objeto o persona.

En su mayoría, suelen estar compuestos por fotorresistencias o componentes fotoeléctricos y pueden proporcionar una cantidad muy grande de datos sobre un área concreta.

Sensor



Sensor de efusividad térmica típicamente utilizado en la caracterización de materiales

Un **sensor** es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

Un **sensor** en la industria es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión¹, desplazamiento, fuerza, torsión,

humedad, movimiento, [pH](#), etc. Una magnitud eléctrica puede ser una [resistencia eléctrica](#) (como en una [RTD](#)), una [capacidad eléctrica](#) (como en un [sensor de humedad](#)), una [tensión eléctrica](#) (como en un [termopar](#)), una [corriente eléctrica](#), etc.

Un sensor se diferencia de un [transductor](#) en que el sensor está siempre en contacto con la magnitud que la condiciona o variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Por ejemplo el [termómetro](#) de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores:² Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

Los sensores analógicos, como los [potenciómetros](#) y las [resistencias de detección de fuerzas](#), siguen siendo muy utilizados. Sus aplicaciones incluyen la fabricación y la maquinaria, los aviones y la industria aeroespacial, los coches, la medicina, la robótica y muchos otros aspectos de nuestra vida cotidiana. Existe una amplia gama de otros sensores que miden las propiedades químicas y físicas de los materiales, como los sensores ópticos para medir el índice de refracción, los sensores vibratorios para medir la viscosidad de los fluidos y los sensores electroquímicos para controlar el pH de los fluidos.

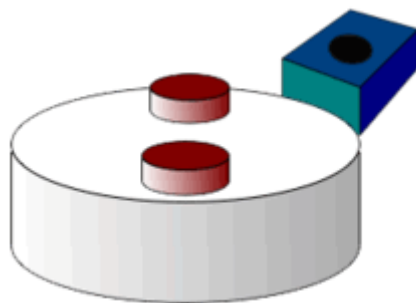
La sensibilidad de un sensor indica cuánto cambia su salida cuando cambia la cantidad de entrada que mide. Por ejemplo, si el mercurio de un termómetro se mueve 1 cm cuando la temperatura cambia 1 °C, su sensibilidad es de 1 cm/°C (es básicamente la pendiente dy/dx suponiendo una característica lineal). Algunos sensores también pueden afectar a lo que miden; por ejemplo, un termómetro de temperatura ambiente insertado en una taza de líquido caliente enfría el líquido mientras que el líquido calienta el termómetro. Los sensores suelen estar diseñados para tener un efecto pequeño sobre lo que se mide; hacer el sensor más pequeño a menudo mejora esto y puede introducir otras ventajas.³

Los avances tecnológicos permiten fabricar cada vez más sensores a [escala microscópica](#) como microsensores utilizando la tecnología [MEMS](#). En la mayoría de los casos, un microsensor alcanza un tiempo de medición significativamente más rápido y una mayor sensibilidad en comparación con los enfoques [macroscópicos](#).³⁴ Debido a la creciente demanda de información rápida, asequible y fiable en el mundo actual, los sensores desechables -dispositivos de bajo coste y fáciles de usar para la monitorización a corto plazo o las mediciones

de una sola vez- han adquirido recientemente una importancia cada vez mayor. Gracias a esta clase de sensores, cualquier persona puede obtener información analítica crítica en cualquier momento y lugar, sin necesidad de recalibración ni de preocuparse por la contaminación.⁵

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a la toma de valores desde el sensor, una base de datos, etc.

Características técnicas de los sensores



[Sensor de efecto Hall](#)

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- *Offset* o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el *offset*. (down)
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede detectarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador

(posiblemente a través de un convertidor [analógico](#) a [digital](#), un [computador](#) y un [visualizador](#)) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, por ejemplo un [puente de Wheatstone](#), [amplificadores](#) y [filtros electrónicos](#) que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de los circuitos.

Resolución y precisión

La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida. Sin embargo, la precisión es el máximo error esperado en la medida.

La resolución puede ser de menor valor que la precisión. Por ejemplo, si al medir una distancia la resolución es de 0,01 mm, pero la precisión es de 1 mm, entonces pueden apreciarse variaciones en la distancia medida de 0,01 mm, pero no puede asegurarse que haya un error de medición menor a 1 mm. En la mayoría de los casos este exceso de resolución conlleva a un exceso innecesario en el coste del sistema. No obstante, en estos sistemas, si el error en la medida sigue una [distribución normal](#) o similar, lo cual es frecuente en errores accidentales, es decir, no sistemáticos, la repetitividad podría ser de un valor inferior a la precisión.

La *resolución del sensor o resolución de medida* es el cambio más pequeño que se puede detectar en la cantidad que se está midiendo. La resolución de un sensor con salida digital suele ser la [resolución numérica](#) de la salida digital. La resolución está relacionada con la [precisión](#) con la que se realiza la medición, pero no son lo mismo. La precisión de un sensor puede ser considerablemente peor que su resolución.

- Por ejemplo, la **resolución de distancia** es la distancia mínima que puede ser medida con precisión por cualquier dispositivos de medición de distancia. En una [cámara de tiempo de vuelo](#), la resolución de distancia suele ser igual a la [desviación estándar](#) (ruido total) de la señal expresada en [unidad de longitud](#).
- El sensor puede ser hasta cierto punto sensible a propiedades distintas de la propiedad que se está midiendo. Por ejemplo, la mayoría de los sensores se ven influidos por la temperatura de su entorno.

Sin embargo, la precisión no puede ser de un valor inferior a la resolución, pues no puede asegurarse que el error en la medida sea menor a la mínima variación en la magnitud de entrada que puede observarse en la magnitud de salida.

Clasificación de los errores de medición



Un [sensor de infrarrojos](#)

Un buen sensor obedece las siguientes reglas:

- es sensible a la propiedad medida
- es insensible a cualquier otra propiedad que pueda encontrarse en su aplicación, y
- no influye en la propiedad medida.

La mayoría de los sensores tienen una [función de transferencia lineal](#). La [sensibilidad](#) se define entonces como la relación entre la señal de salida y la propiedad medida. Por ejemplo, si un sensor mide la temperatura y tiene una salida de tensión, la sensibilidad es constante con las unidades [V/K]. La sensibilidad es la pendiente de la función de transferencia. La conversión de la salida eléctrica del sensor (por ejemplo, V) a las unidades de medida (por ejemplo, K) requiere dividir la salida eléctrica por la pendiente (o multiplicar por su recíproco). Además, con frecuencia hay que sumar o restar un desplazamiento. Por ejemplo, debe añadirse -40 a la salida si la salida de 0 V corresponde a una entrada de -40 C.

Para que una señal analógica de un sensor pueda procesarse o utilizarse en un equipo digital, es necesario convertirla en una señal digital, utilizando un [conversor analógico-digital](#).

Desviaciones del sensor

Dado que los sensores no pueden replicar una [función de transferencia](#) ideal, pueden producirse varios tipos de desviaciones que limitan la [exactitud](#) del sensor:

- Puesto que el rango de la señal de salida está siempre limitado, la señal de salida alcanzará eventualmente un mínimo o un máximo cuando la propiedad medida exceda los límites. El rango [fondo de escala](#) define los valores máximo y mínimo de la propiedad medida.
- La [sensibilidad](#) puede diferir en la práctica del valor especificado. Esto se denomina error de sensibilidad. Se trata de un error en la pendiente de una función de transferencia lineal.



- Si la señal de salida difiere del valor correcto por una constante, el sensor tiene un error de offset o [sesgo](#). Esto es un error en la [intersección y](#) de una función de transferencia lineal.
- [No linealidad](#) es la desviación de la función de transferencia de un sensor de una función de transferencia de línea recta. Normalmente, esto se define por la cantidad que la salida difiere del comportamiento ideal sobre el rango completo del sensor, a menudo anotado como un porcentaje del rango completo.
- La desviación causada por cambios rápidos de la propiedad medida en el tiempo es un error [dinámico](#). A menudo, este comportamiento se describe con un [diagrama de bode](#) que muestra el error de sensibilidad y el desplazamiento de fase como una función de la frecuencia de una señal de entrada periódica.
- Si la señal de salida cambia lentamente independientemente de la propiedad medida, esto se define como [deriva](#). La deriva a largo plazo durante meses o años está causada por cambios físicos en el sensor.
- El [ruido](#) es una desviación aleatoria de la señal que varía con el tiempo.
- Un error de [histéresis](#) hace que el valor de salida varíe en función de los valores de entrada anteriores. Si la salida de un sensor es diferente dependiendo de si un valor de entrada específico fue alcanzado aumentando o disminuyendo la entrada, entonces el sensor tiene un error de histéresis.
- Si el sensor tiene una salida digital, la salida es esencialmente una aproximación de la propiedad medida. Este error también se llama error de [cuantificación digital](#).
- Si la señal se monitoriza digitalmente, la [frecuencia de muestreo](#) puede causar un error dinámico, o si la variable de entrada o el ruido añadido cambia periódicamente a una frecuencia cercana a un múltiplo de la frecuencia de muestreo, pueden producirse errores de [aliasing](#).
- El sensor puede ser hasta cierto punto sensible a propiedades distintas de la propiedad que se está midiendo. Por ejemplo, la mayoría de los sensores están influenciados por la temperatura de su entorno.

Todas estas desviaciones pueden clasificarse como [errores sistemáticos](#) o errores aleatorios. En ocasiones, los errores sistemáticos pueden compensarse mediante algún tipo de estrategia de [calibración](#). El ruido es un error aleatorio que puede reducirse mediante [procesado de señal](#), como el filtrado, normalmente a expensas del comportamiento dinámico del sensor.

Tipos de sensores

En la siguiente tabla se indican algunos tipos y ejemplos de sensores electrónicos.

Posición lineal y angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital

	Sensor Hall	Digital
Desplazamiento y deformación	Galga extensiométrica	Analógica
	Magnetoestrictivos	A/D
	Magnetorresistivos	Analógica
	LVDT	Analógica
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo-inclinómetros	A/D
	RVDT	Analógica
	Giróscopo	
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Servo-accelerómetros	

Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico
	Sensor de fuerza	Analógico
	Sensor de par	Analógico
	Multicomponente	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
	Manómetros Digitales	Digital
Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica

	Bimetal - Termostato	I/O
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos	I/O
	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
	Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento digital
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera	
	Sensor capacitivo	Analógica
	Sensor inductivo	Analógica
	Sensor fotoeléctrico	Analógica
Sensor acústico (presión sonora)	micrófono	Analógica

Sensores de acidez	ISFET	
Sensor de luz	fotodiodo	Analógica
	Fotorresistencia	Analógica
	Fototransistor	Analógica
	Célula fotoeléctrica	Analógica
Sensores captura de movimiento	Sensores inerciales	

Algunas magnitudes pueden calcularse mediante la medición y cálculo de otras, por ejemplo, la velocidad de un móvil puede calcularse a partir de la [integración numérica](#) de su aceleración. La masa de un objeto puede conocerse mediante la [fuerza gravitatoria](#) que se ejerce sobre él en comparación con la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto.