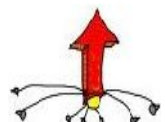


ÍNDICE - SENSORES

- [Fundamentos físicos y conceptos básicos sobre sensores](#)
- [Finales de carrera](#)
- [Sensores magnéticos](#)
- [Sensores inductivos](#)
- [Sensores Capacitivos](#)
- [Sensores fotoeléctricos](#)
- [Sensores ultrasónicos](#)
- [Características técnicas de los diferentes tipos de sensores](#)



FUNDAMENTOS FÍSICOS Y CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SENSORES

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento.

CÁLCULO DE Sn (Distancia máxima de conmutación)

Al utilizar un sensor para una aplicación, se debe calcular una distancia de detección nominal y una distancia de detección efectiva. [Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]

Distancia nominal de detección

La distancia de detección nominal corresponde a la distancia de operación para la que se ha diseñado un sensor, la cual se obtiene mediante criterios estandarizados en condiciones normales. [Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]

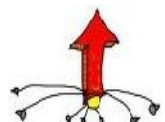
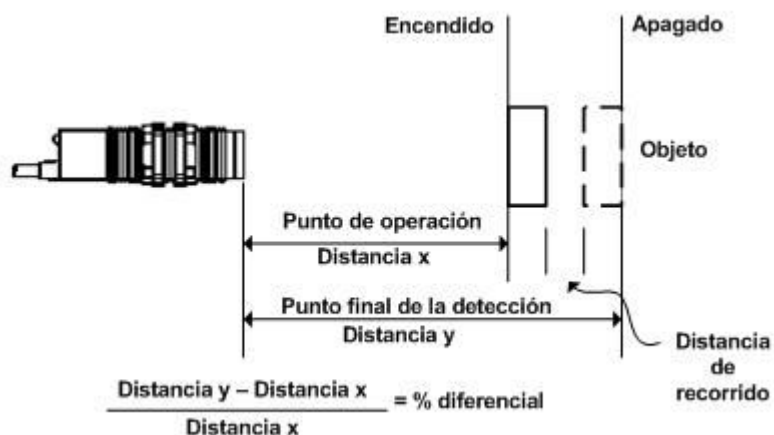
Distancia efectiva de detección

La distancia de detección efectiva corresponde a la distancia de detección inicial (o de fábrica) del sensor que se logra en una aplicación instalada. Esta distancia se encuentra más o menos entre la distancia de detección nominal, que es la ideal, y la peor distancia de detección posible. [Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]

Existen otros términos asociados al cálculo de la distancia nominal en los sensores los cuales son: Histéresis, Repetibilidad, Frecuencia de conmutación y Tiempo de respuesta.

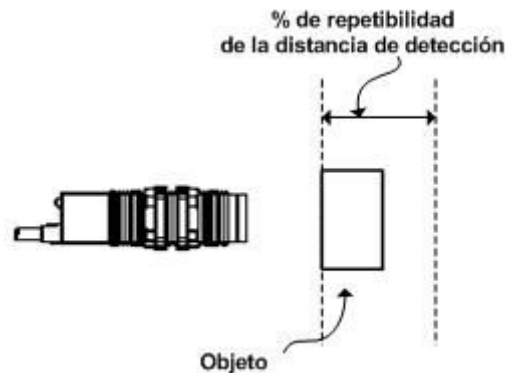
Histéresis

La histéresis, o desplazamiento diferencial, es la diferencia entre los puntos de operación (conectado) y liberación (desconectado) cuando el objeto se aleja de la cara del sensor y se expresa como un porcentaje de la distancia de detección. Sin una histéresis suficiente, el sensor de proximidad se conecta y desconecta continuamente al aplicar una vibración excesiva al objeto o al sensor, aunque se puede ajustar mediante circuitos adicionales. [Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]



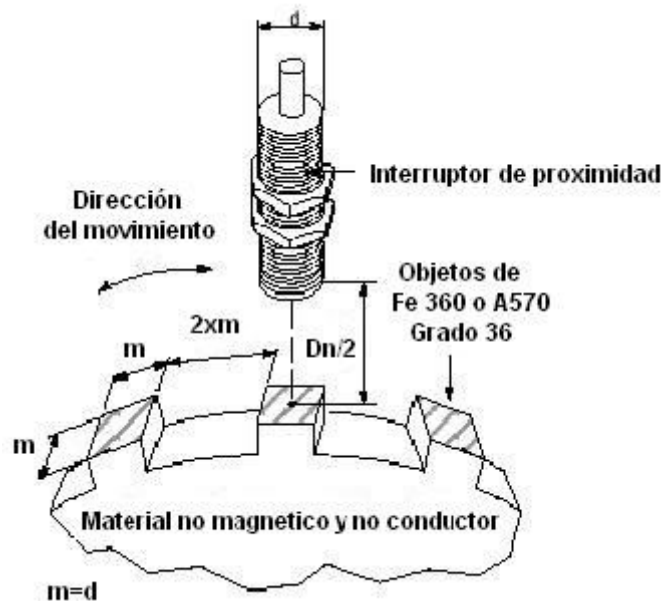
Repetibilidad

La repetibilidad es la capacidad de un sensor de detectar el mismo objeto a la misma distancia de detección nominal y se basa en una temperatura ambiental y voltaje eléctrico constantes.[Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]



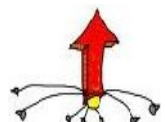
Frecuencia de conmutación

La frecuencia de conmutación corresponde a la cantidad de conmutaciones por segundo que se pueden alcanzar en condiciones normales. En términos más generales, es la velocidad relativa del sensor.[Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]



Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta de un sensor corresponde al tiempo que transcurre entre la detección de un objeto y el cambio de estado del dispositivo de salida (de encendido a apagado o de apagado a encendido). También es el tiempo que el dispositivo de salida tarda en cambiar de estado cuando el sensor ya no detecta el objeto. El tiempo de respuesta necesario para una aplicación específica se establece en función del tamaño del objeto y la velocidad a la que éste pasa ante el sensor.[Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley]



Sensores Inductivos

Los sensores inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima; en relación a la distancia real de accionamiento S_n dependerá de la temperatura ambiente y de la tensión nominal y se sitúa dentro del +/- 10% de la distancia nominal S_n .

Los sensores inductivos poseen una zona activa próxima a la sección extrema del inductor, que está estandarizada por normas para distintos metales. Esta zona activa define la distancia máxima de captación o conmutación S_n . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación: $S_u = 0.9 \times S_n$.

La técnica actual permite tener un alcance de hasta unos 100 mm en acero. El alcance real debe tomarse en cuenta, cuando se emplea el mismo sensor en otros materiales. Ejemplo: Para el Acero Inoxidable debe considerarse un 80% de factor de corrección, para el Aluminio un 30 % y para el cobre un 25%.

La distancia de operación también depende si el sensor es blindado o no. Los sensores blindados están contruidos con un anillo de protección alrededor del núcleo. Este tipo de sensor concentra el campo electromagnético en la parte delantera de la cara frontal del del sensor. En los sensores inductivos no blindados no existe el anillo metálico alrededor, por lo tanto, el campo no está concentrado sobre la parte delantera del sensor, estas configuraciones permiten un 50% más de rango de sensado que en un sensor blindado del mismo tamaño.

Sensores Capacitivos

Los sensores capacitivos al igual que los inductivos tienen una distancia máxima de accionamiento, que depende en gran medida del área de la cabeza sensora (bobina o electrodo), por ello a mayor diámetro, mayor distancia máxima.

Zona activa

Poseen una zona activa próxima a la sección extrema similar a los inductivos, que define la distancia máxima de captación o conmutación S_m . La distancia útil de trabajo suele tomarse como de un 90% de la de captación:

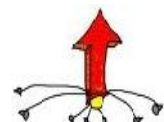
Objeto Patrón

Las distancias sensoras de los sensores capacitivos son especificadas por el accionador metálico, con lado igual a 3 veces la distancia sensora para los modelos embutidos (en la gran mayoría), y en algunos pocos casos de sensores capacitivos embutidos se utiliza el lado cuadrado igual al diámetro del sensor.

Sensores Fotoeléctricos

En los sensores fotoeléctricos la distancia nominal de detección varía de acuerdo al sensor:

- a) *Sensores de Barrera*. Cuando existe un receptor y un emisor apuntados uno al otro. Tiene este método el más alto rango de detección (hasta unos 60 m).
- b) *Sensores Reflex*. Cuando la luz es reflejada por un reflector especial cuya particularidad es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe (9 m de alcance).



c) *Sensores Auto Reflex*. Cuando el emisor tiene un lente que polariza la luz en un sentido y el receptor otro que la recibe mediante un lente con polarización a 90 ° del primero. Con esto, el control no responde a objetos muy brillantes que pueden reflejar la señal emitida (5m de alcance).

d) *Sensores de Foco Fijo*. Cuando la luz es reflejada difusamente por el objeto y es detectado por el hecho de que el transmisor y el receptor están estereoscópicamente acoplados, evitando con ello interferencia del fondo (3.5 m de alcance).

e) *Sensores de detección difusa*. Iguales a los anteriores pero los lentes son divergentes, y se usan para detectar objetos muy próximos (1.5 m de alcance).

f) *Sensores de Fibra Óptica*. En este tipo, el emisor y receptor están interconstruados en una caja que puede estar a varios metros del objeto a sensar. Para la detección emplean los cables de fibra óptica por donde circulan los haces de luz emitido y recibido. La mayor ventaja de estos sensores es el pequeño volumen o espacio ocupado en el área de detección.

Alcance Nominal (Sn)

Es la distancia máxima aconsejada que debe haber entre el emisor y el receptor, emisor y reflector o emisor y objeto para garantizar la detección. El alcance nominal es el indicado en los catálogos del producto y sirve de base de comparación entre los distintos dispositivos.

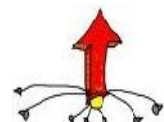
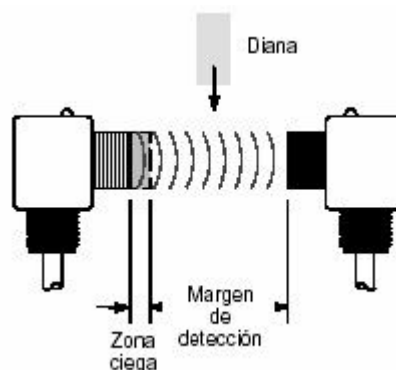
Alcance de trabajo (Sa)

Es la distancia hasta la cual la detección está asegurada y toma en cuenta los factores ambientales (polvo, humo, etc.) y un margen de seguridad. Este alcance es siempre menor que el alcance nominal.

Sensores Ultrasónicos

Zona Ciega

Los sensores ultrasónicos tienen una zona ciega inherente ubicada en la cara de detección. El tamaño de la zona ciega depende de la frecuencia del transductor. Los objetos ubicados dentro de la zona ciega no se pueden detectar de manera confiable.



La técnica actual permite la fabricación de estos sensores con un rango de detección desde 100 mm hasta unos 6000 mm con una exactitud de 0.05%.

Consideraciones sobre el objeto

Se deben tener en cuenta ciertas características de los objetos cuando se usan sensores ultrasónicos. Estas incluyen la forma, el material, la temperatura, el tamaño y la posición del objeto, ya que de ellas dependen que éste devuelva el eco más fuerte posible.

La forma ideal del objeto es una superficie lisa y plana. También pueden detectarse objetos redondos o dispares pero se reducirán las distancias de detección y/o los voltajes de salida analógica. Los materiales suaves tales como telas o caucho esponjoso son difíciles de detectar por la tecnología ultrasónica difusa porque no refleja el sonido adecuadamente.

Finales de carrera

Los Limit Switches, también llamados finales de carrera, son sensores neumáticos que se utilizan para determinar la presencia, ausencia, paso y posicionamiento de un objeto, transformando un movimiento mecánico en una señal eléctrica. En un comienzo se les utilizaba para definir el final del recorrido de un objeto.

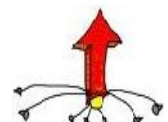
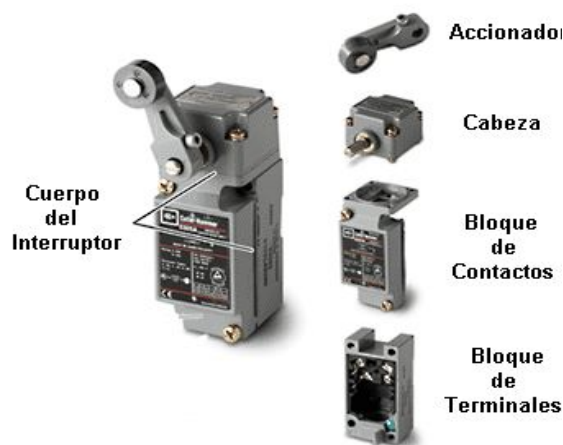


Principio de Funcionamiento:

El movimiento mecánico en forma de leva o empujador actúa sobre la palanca o pistón de accionamiento del interruptor de posición haciendo abrir o cerrar un contacto eléctrico del interruptor.

Esta señal eléctrica se utiliza para posicionar, contar, parar o iniciar una secuencia operativa al actuar sobre los elementos de control de la máquina.

Construcción:



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de uso. • Operación sencilla y visible. • Carcasa durable. • Cierres herméticos para una operación confiable. • Elevada resistencia a las distintas condiciones ambientales. • Alta repetibilidad. • Pérdida de voltaje mínimas. • Ausencia de corriente de fuga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vida de los contactos mas breve que en la tecnología de estado sólido. • Los componentes mecánicos móviles se desgastan, por lo que requieren mayor mantenimiento. • No se pueden utilizar en todas las aplicaciones.

Aplicaciones:

Apertura y cierre de puertas, sistemas de cinta transportadora, conteo y detección de piezas, máquinas de transferencia, fosas y taladros, entre otras.

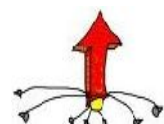
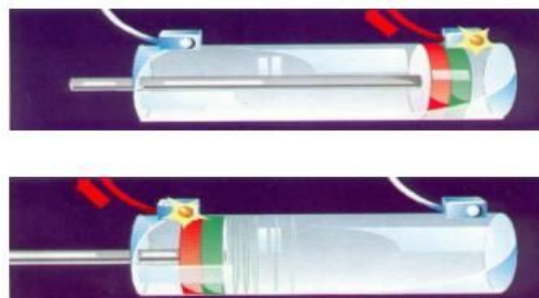
SENSORES MAGNÉTICOS

Los sensores magnéticos también se les denominan relés tipo "reed", son utilizados en cilindros neumáticos para detectar la posición de fin de carrera a través del vástago del cilindro.



Principio de Funcionamiento:

Los sensores magnéticos constan de un sistema de contactos cuyo accionamiento vendrá ocasionado por la aparición de un campo magnético. Los contactos se cerrarán bajo la influencia de un campo magnético provocado por un dispositivo imantado alojado en el objeto a detectar, en los cilindros neumáticos el imán permanente va integrado en el émbolo, estos cuando el campo magnético se acerca al sensor, estos transmiten una señal eléctrica o neumática a los controles, electro válvulas o elementos de conmutación neumáticos.



Construcción:

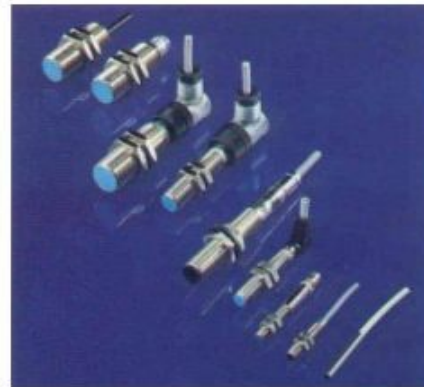


Aplicaciones:

Automatismos, acondicionamiento, control de cadenas transportadoras.

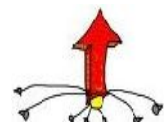
SENSORES INDUCTIVOS

Los sensores de proximidad inductivos son detectores de posición electrónicos, que dan una señal de salida sin contacto mecánico directo, estos sensores detectan todo tipo de objetos metálicos.

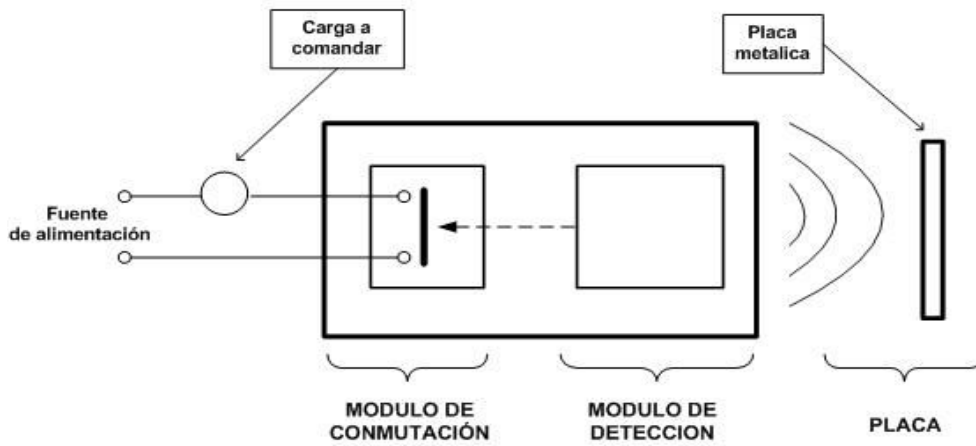


Principio de Funcionamiento:

Consiste en una bobina cuya frecuencia de oscilación cambia al ser aproximado un objeto metálico a su superficie axial. Esta frecuencia es empleada en un circuito electrónico para conectar o desconectar un tiristor y con ello, lo que esté conectado al mismo, de forma digital (ON-OFF) o, analógicamente. Si el objeto metálico se aparta de la bobina, la oscilación vuelve a empezar y el mecanismo recupera su estado original.



Construcción:



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No entran en contacto directo con el objeto a detectar. • No se desgastan. • Tienen un tiempo de reacción muy reducido • Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones. • Son insensibles al polvo y a la humedad. • Incluyen indicadores LED de estado y tienen una estructura modular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sólo detectan la presencia de objetos metálicos. • Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos. • El margen de operación es más corto en comparación con otros sensores.

Aplicaciones:

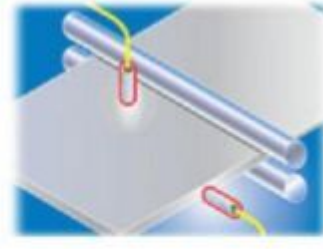
Estos sensores se utilizan en las condiciones de trabajo más difíciles donde hay presente aceites, líquidos, polvos y vibraciones, entre algunas que se mencionan están: herramientas, máquinas textiles, líneas transportadoras, sistema de transporte, equipos de empaquetado y paletizado, industria automotriz, etc.



Detección de materiales no ferrosos



Detección en procesos de alimentos



Detección de bordes



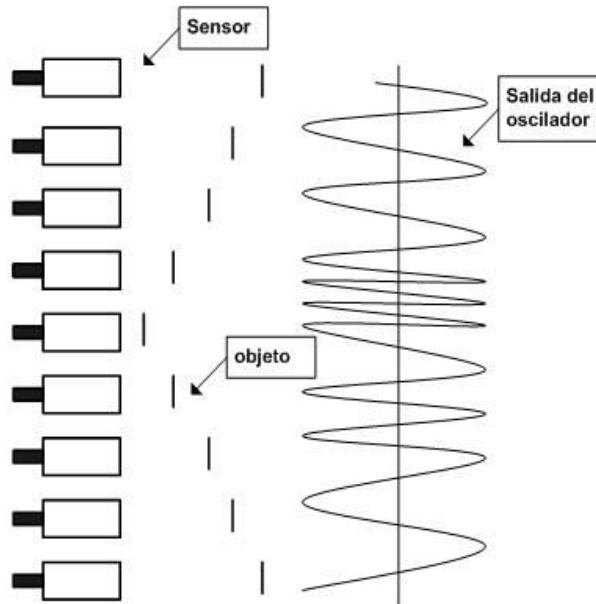
SENSORES CAPACITIVOS

Los sensores capacitivos, aunque también detectan materiales conductores, están especialmente indicados para la detección de materiales aislantes, tales como papel, plástico, madera, etc.

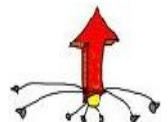
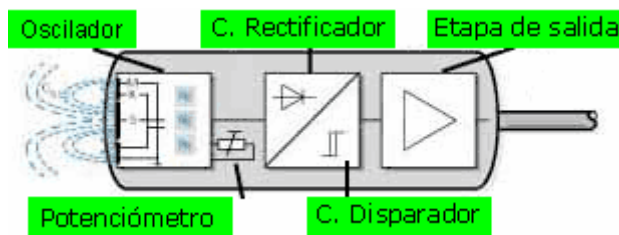


Principio de funcionamiento:

Consta de una sonda situada en la parte posterior de la cara del sensor el cual es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.



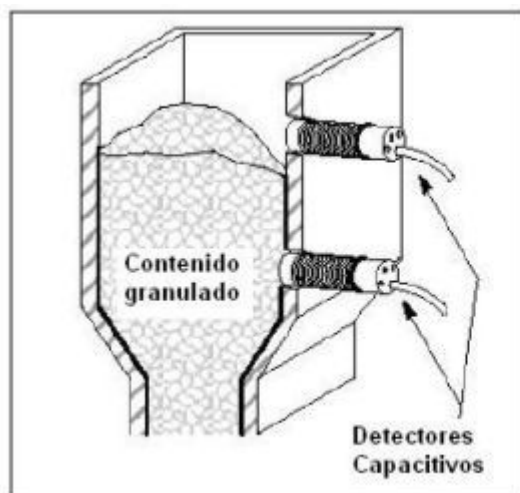
Construcción:



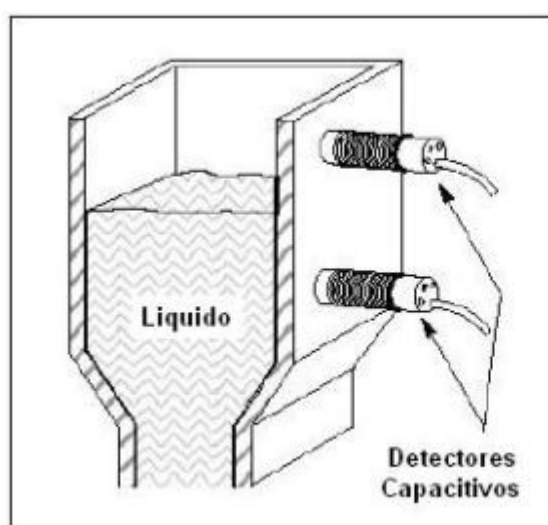
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos. • Pueden “ver a través” de ciertos materiales. • Son de estado sólido y tienen una larga vida útil. • Disponen de muchas configuraciones de montaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de detección corta (1 pulgada o menos) que varía en función del material detectado. • Son muy sensibles a factores ambientales: la humedad en climas costeros o lluviosos puede afectar el resultado de la detección. • No son selectivos con respecto al objeto detectado: es esencial controlar qué es lo que se aproxima al sensor.

Aplicaciones

Detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, posicionamiento de cintas transportadoras, detección de bobinas de papel, conteo de piezas metálicas y no metálicas, entre otros.



Alimentación:
Detección de nivel alto y nivel bajo



Alimentación:
Detección de nivel alto y nivel bajo



SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Los sensores fotoeléctricos u ópticos, tienen como función principal la detección de todo tipo de objetos independientemente de la distancia, ellos son generalmente utilizados como detectores de posición.



Principio de Funcionamiento:

Está basado en la generación de un haz luminoso por parte de un fotoemisor, que se proyecta bien sobre un fotorreceptor, o bien sobre un dispositivo reflectante. La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula.

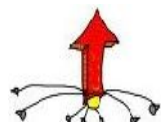
Existen cuatro tipos de sensores fotoeléctricos, los cuales se agrupan según el tipo de detección, estos son: de barrera, reflex, autoreflex, y de fibra óptica.



a) Sensores de Barrera. Cuando existe un receptor y un emisor apuntados uno al otro. Tiene este método el más alto rango de detección (hasta unos 60 m).



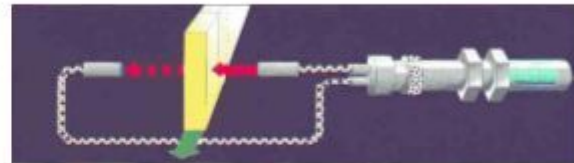
b) Sensores Reflex. Cuando la luz es reflejada por un reflector especial cuya particularidad es que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe (9 m de alcance).



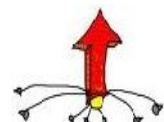
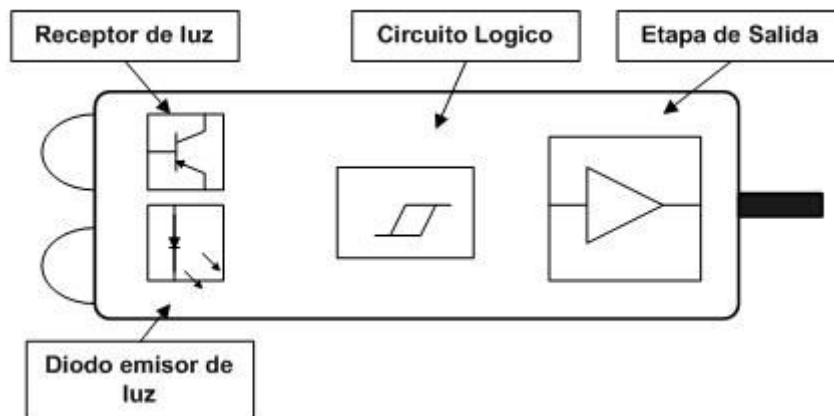
c) Sensores Auto Reflex. Son prácticamente iguales a los del tipo anterior, excepto que, el emisor tiene un lente que polariza la luz en un sentido y el receptor otro que la recibe mediante un lente con polarización a 90° del primero. Con esto, el control no responde a objetos muy brillosos que pueden reflejar la señal emitida (5m de alcance).



f) Sensores de Fibra Óptica. En este tipo, el emisor y receptor están interconstruados en una caja que puede estar a varios metros del objeto a sensar. Para la detección emplean los cables de fibra óptica por donde circulan los haces de luz emitido y recibido. La mayor ventaja de estos sensores es el pequeño volumen o espacio ocupado en el área de detección.



Construcción:



Las ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos varían de acuerdo a su configuración:

Sistema barrera:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Elevado margen para ambientes contaminados. • Largo alcance. • No se ve afectado por reflejos de segunda superficie. • Detección muy precisa y reproducibilidad elevada. • Quizá el más adecuado al usar objetos muy reflectivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más costoso ya que requiere que el Emisor y el Receptor estén separados, además del cableado adicional. • No es capaz de detectar objetos transparentes, sólo objetos opacos. • La alineación es importante.

Sistema Réflex:

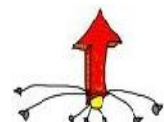
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de detección moderada. • Más económico que el Sistema Barrera, ya que el cableado es más sencillo. • Fácil instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor alcance de detección que el sistema barrera. • Menor margen. • Es capaz de detectar reflejos indeseables de objetos brillantes.

Sistema Auto réflex:

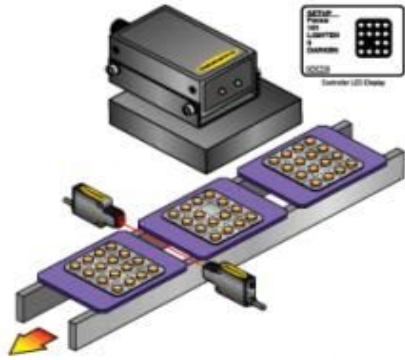
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No es necesario un reflector. • Fácil alineación. • Detección de todo tipo de objetos (opacos, brillantes o transparentes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil de aplicar si el fondo que hay detrás del objeto es suficientemente reflectivo y está cerca del objeto. • Corto alcance, que depende de ciertas características del objeto.

Aplicaciones:

Detección de piezas, detección de nivel, detección de objetos pequeños, conteo de piezas, detección de objetos brillantes, detección de objetos oscuros, detección de personas.

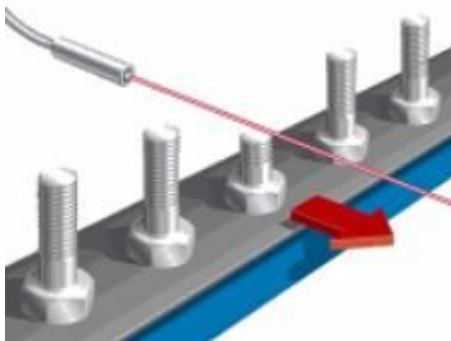


Sistema de Barrera:



Industria Farmacéutica / embalaje:
Ausencia de pastillas en el blister

Sistema Reflex:



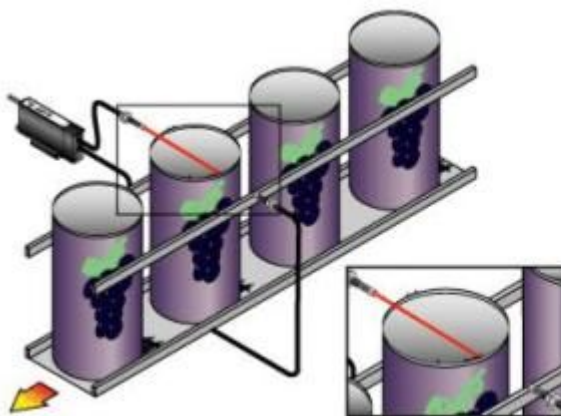
Industria metalúrgica / producción:
detección de piezas defectuosas

Sistema Autoreflex:

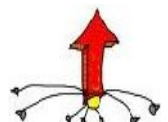


Alimentación / envase-embalaje:
detección estable de botellas
transparentes

Sistema de fibra optica:



Alimentación / envase-embalaje:
detección de impurezas dentro
de los envases.



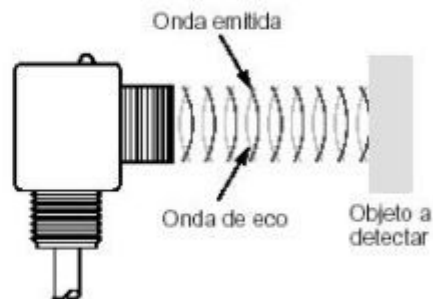
SENSORES ULTRASÓNICOS

Los sensores ultrasónicos tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas.

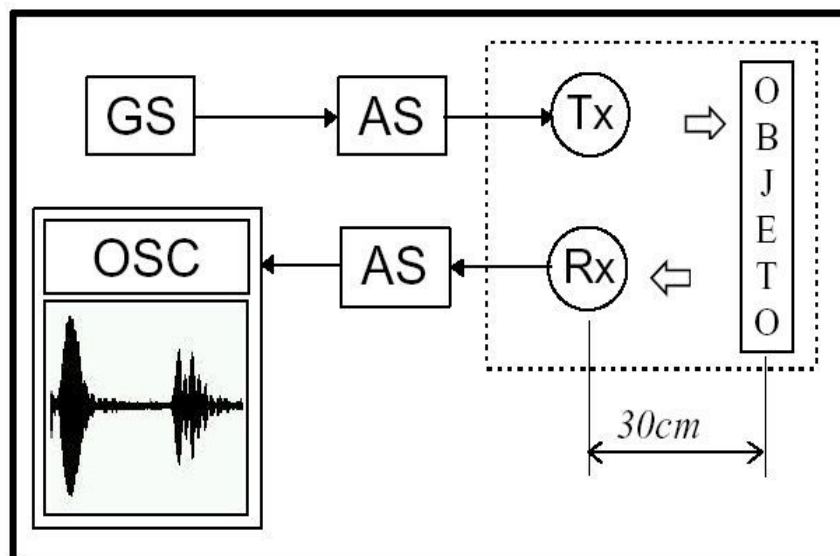


Principio de Funcionamiento:

Funcionan al igual que el sistema de sonar usado por los submarinos. Emiten un pulso ultrasónico contra el objeto a sensor y, al detectar el pulso reflejado, se para un contador de tiempo que inició su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta ("Set Point") con ello manda una señal eléctrica digital o analógica.



Construcción:



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Detectan con seguridad objetos a grandes distancias. • Los objetos a detectar pueden ser sólidos, líquidos o en forma de polvo. • El material a detectar puede ser transparente. • Es posible la detección selectiva de objetos a través de la zona de conexión. • No necesitan el ambiente limpio, necesitado por los sensores fotoeléctricos. • Posibilidad de aplicaciones al aire libre. 	<ul style="list-style-type: none"> • El objeto a detectar tiene que estar dispuesto en forma perpendicular al eje de propagación. • Son lentos. • Son más caros que los ópticos.

Aplicaciones:

Instalaciones de almacenamiento, sistema de transporte, industria de la alimentación, procesos de metales, procesos de vidrio, procesos de plásticos, supervisión de materiales a granel.



Procesos de metales:
detección de tornillos mal ajustados

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SENSORES

Tipo de Salida:

Pueden ser principalmente de dos tipos, en función de la corriente de carga que van a controlar.

Para corrientes de cierta importancia, como por ejemplo bobinas de contactores, donde la corriente puede llegar a algunos Amperes, se utilizan los de salida a Relé (o contacto seco), pudiendo ser la salida tipo NA o NC.

Para cargas pequeñas, generalmente elementos electrónicos, la salida es a transistor con colector abierto, pudiendo ser del tipo PNP o NPN. Es raro ver salidas a colector



cerrado (equivalente a un NC). En todos los casos de salida a transistor, debe tenerse presente que si se manejan elementos de carga inductivos tales como relés, pueden aparecer sobretensiones externas al sensor producto de la autoinducción de dichos elementos, que pueden dañar el transistor de salida. Para protegerlos, deben agregarse al circuito elementos tales como diodos con polaridad inversa que cierren el circuito de la sobretensión.

Una variante de estos, cuando se debe trabajar en C.A., son los de salida a Triac.

Alimentación:

En general, estos elementos se colocan lejos de sus fuentes de alimentación externas, y su electrónica tiene su propia fuente de alimentación interna de tensión regulada, por lo que permiten alimentarlos en un amplio rango de valores de tensión, por ejemplo de entre 15 y 90V., independizando su elección de los valores de la tensión disponible y de la distancia de su ubicación desde la fuente principal.

Tipo de Conexión:

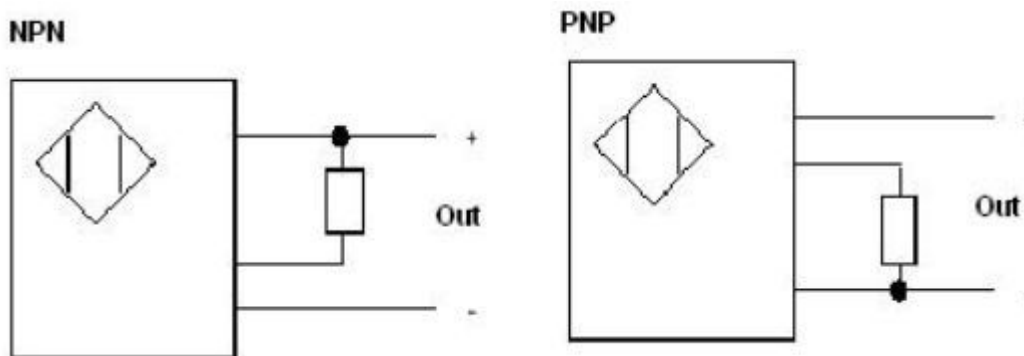
En función del circuito de control que se pretenda armar, los detectores pueden ser de distintos tipos:

A 3 hilos
de C.C.
de C.A.

A 2 hilos
de C.C.
de C.A.

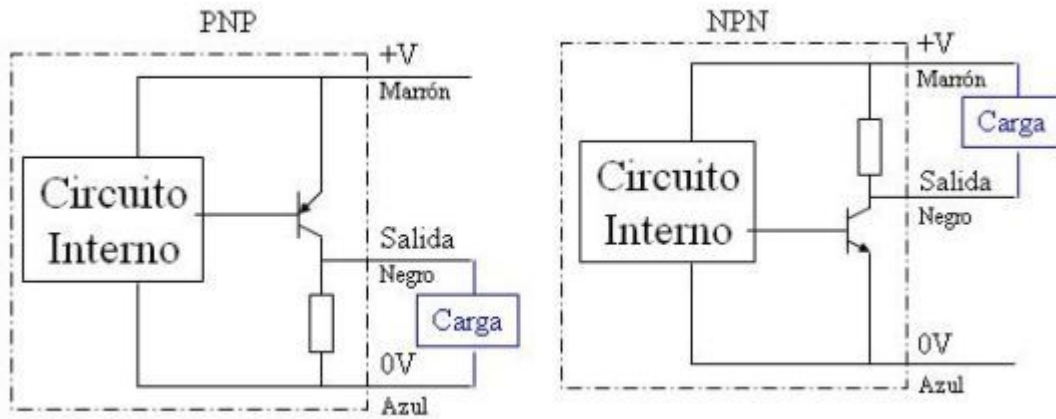
A 3 hilos de C.C.:

Son los más comunes, y pueden ser salidas a relé o a transistor. Los de salida a relé pueden ser tipo P o tipo N dependiendo de la polaridad que entrega el contacto del relé. A su vez, el contacto puede ser NA o NC.



Los de salida a transistor, pueden ser a colector abierto tipo P (o PNP) o tipo N (o NPN). Son raros de encontrar, pero existen también los de colector cerrado, equivalentes a un NC, y generalmente traen el diodo de protección internamente.





Sensores Inductivos:

Estos sensores pueden ser de construcción metálica para su mayor protección o, de caja de plástico. Y pueden tener formas anular, de tornillo, cuadrada, tamaño interruptor de límite, etc; Además, por su funcionamiento pueden ser del tipo empotrable al ras en acero o, del tipo no empotrable. Los del tipo no empotrable se caracterizan por su mayor alcance de detección, de aproximadamente el doble.

Ciertas marcas fabrican estos sensores en dos partes, una parte es el sensor propiamente dicho y el otro es el amplificador de la señal de frecuencia, con el fin de usarlos en zonas peligrosas, y de esta manera cumplir con las normas seguridad intrínseca.

Sensores Capacitivos:

Además de los voltajes y circuitos mencionados, existe también en los sensores capacitivos un tipo con salida analógica (4-20 mA).

