

AUTOMATIZACIÓN  
Optativa Ingenierías Informáticas

Clase 2. Sensores y detectores.

F. Torres, C. Fernández



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal  
Grupo de Automática, Robótica y Visión Artificial



# Contenido

---



1. *Introducción*
2. Sensores de proximidad o detectores





## ▲ Definición:

- Dispositivo eléctrico/mecánico que convierte magnitudes físicas a valores medibles de dicha magnitud. Generalmente, los valores medibles son señales eléctricas codificadas en analógico o digital.

## ▲ Forma de codificar la señal:

- Analógicos:
  - 0-10 V.
  - 4-20 mA.
- Digitales:
  - Pulsos (Duración proporcional a la magnitud)
  - Número codificado en binario
- Todo-Nada
  - Caso particular de los digitales





## ▲ Descriptores estáticos:

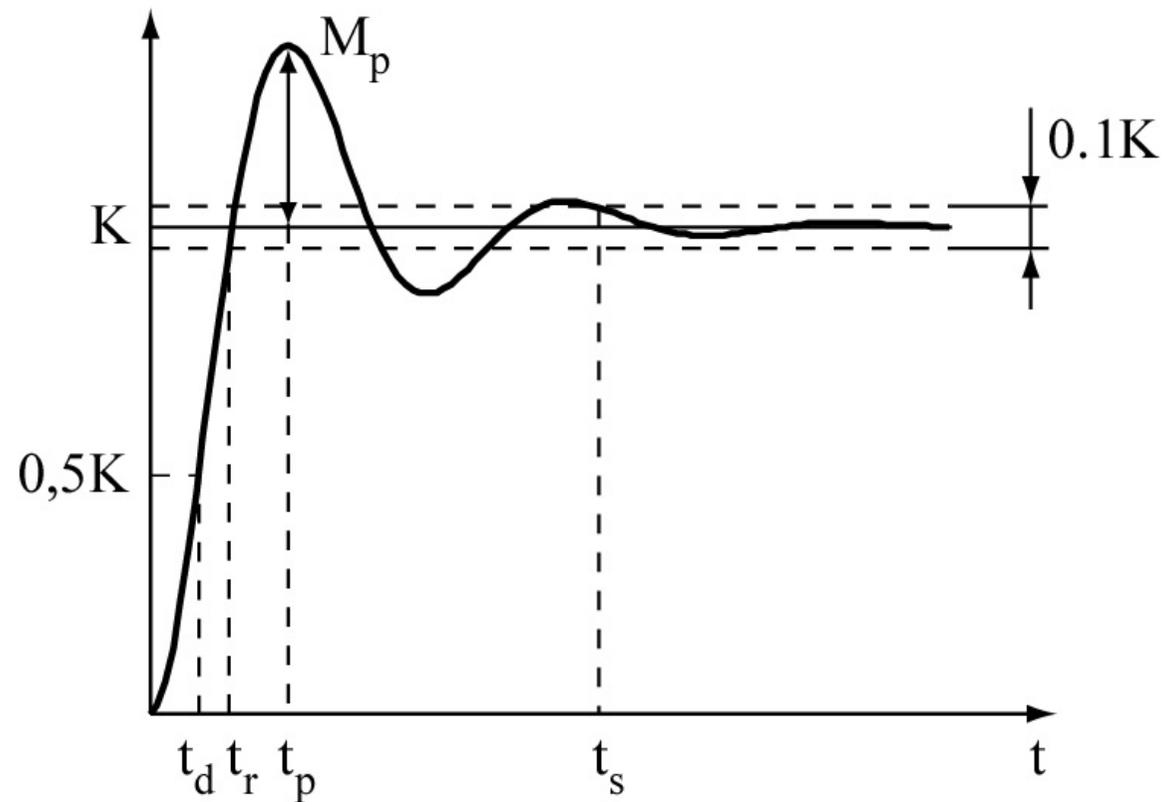
- Rango. Valores mínimos y máximos para las variables de entrada y salida.
- Exactitud. Desviación de la lectura de un sensor respecto a una entrada conocida.
- Resolución. Cantidad de incremento de medida más pequeña detectable.
- Error. Diferencia entre el valor medido por el sensor y el valor real.
- No linealidades. Saturación. Zona muerta.
- Sensibilidad. Razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada.
- Excitación. Cantidad de corriente requerida para el funcionamiento del sensor.
- Estabilidad. Medida de la posibilidad de un sensor de mostrar una misma salida en un rango en que la entrada permanece constante



# Introducción



## ▲ Descriptores dinámicos:



# Contenido

---



1. Introducción
2. *Sensores de proximidad o detectores*



# Sensores de proximidad o detectores



- ▲ Sensores que detectan si un objeto se halla o no en una determinada posición.
- ▲ Tipos
  - Interruptores mecánicos de posición para determinar ejecución de movimientos.
    - Microrruptores, finales de carrera, válvulas limitadoras,....
  - Sensores de proximidad que funcionan eléctricamente y sin contacto
    - Capacitivos, inductivos, ópticos,....
- ▲ Ventajas de los sensores de proximidad sin contacto
  - Detección precisa y automática de posiciones geométricas
  - Detección sin contacto de objetos y procesos
  - Conmutación rápida
  - No desgaste mecánico, número ilimitado de ciclos de conmutación, ambientes peligrosos



# Contenido

---



1. Introducción
2. Sensores de proximidad o detectores
  - ♦ *Sensores de proximidad con contacto (finales de carrera)*

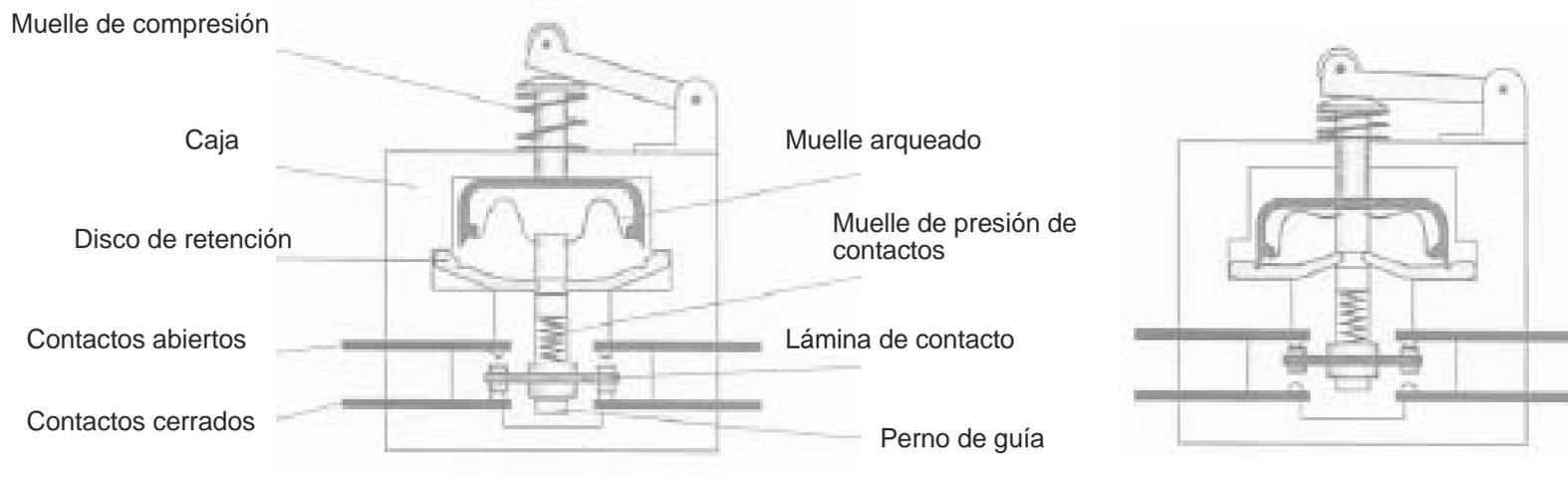


# Sensores de proximidad con contacto



## ▲ Interruptores de posición electromecánicos

- Se establece o se interrumpe un contacto eléctrico por medio de una fuerza externa. Vida útil 10 millones de ciclos.
- Tiempos de conmutación entre 1 y 10ms
- Cuando se utilizan interruptores electromecánicos para operaciones de conteo, deben tenerse en cuenta los posibles rebotes de los contactos.



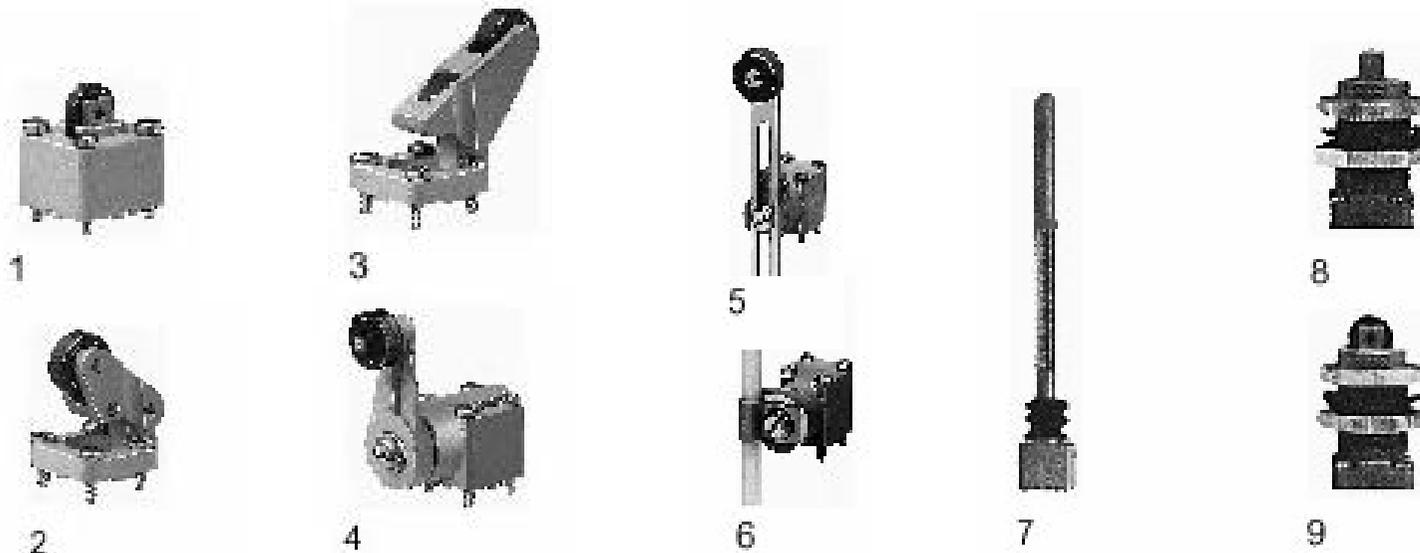
# Sensores de proximidad con contacto



## ▲ Finales de carrera

1. Vástago de rodillo
2. Rodillo y palanca sencillo
3. Rodillo y palanca acodada
- 4 y 5. Palanca de rodillo

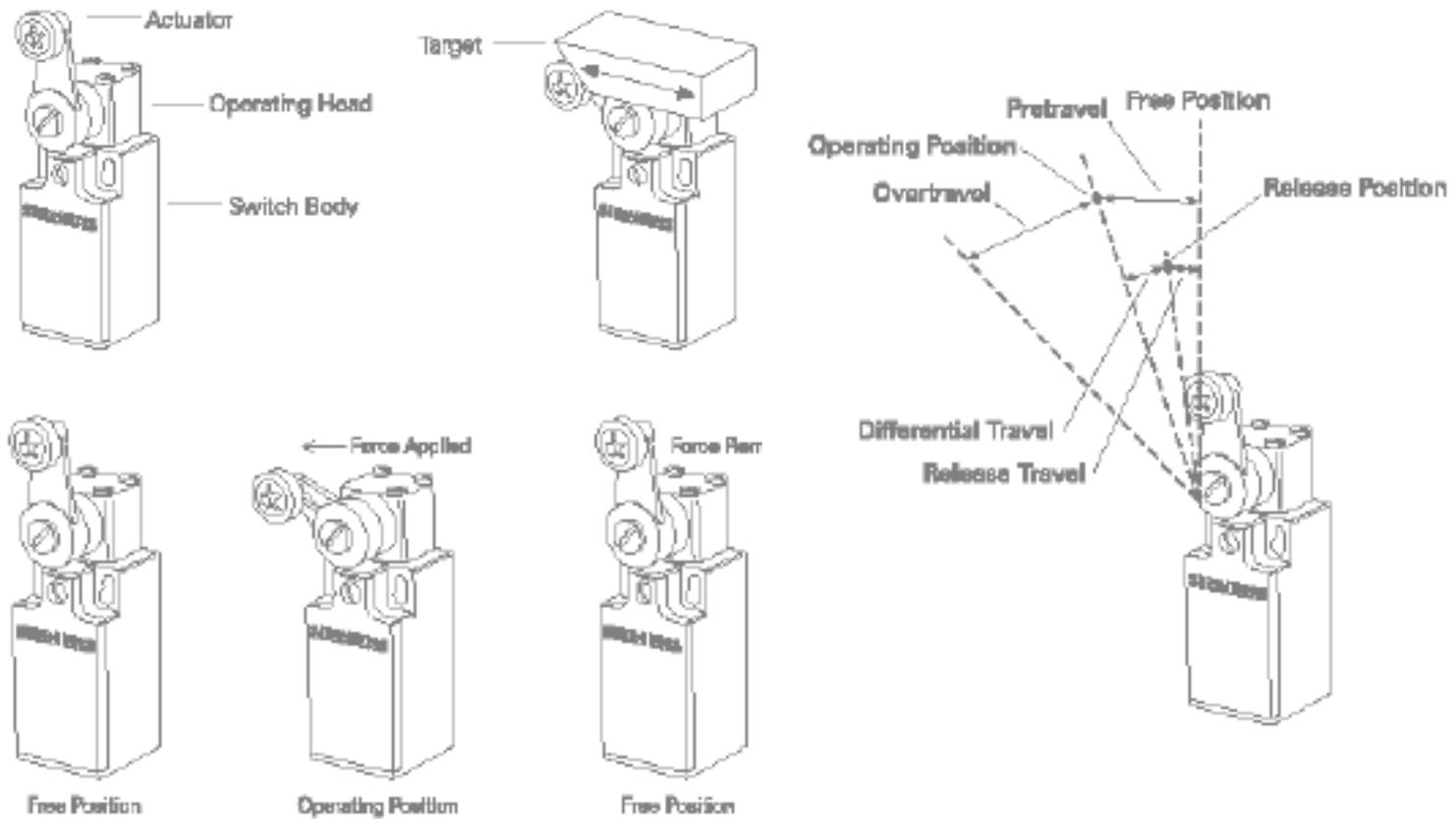
6. Palanca de varilla
7. Varilla elástica
8. Vástago reforzado
9. Vástago de rodillo



# Sensores de proximidad con contacto



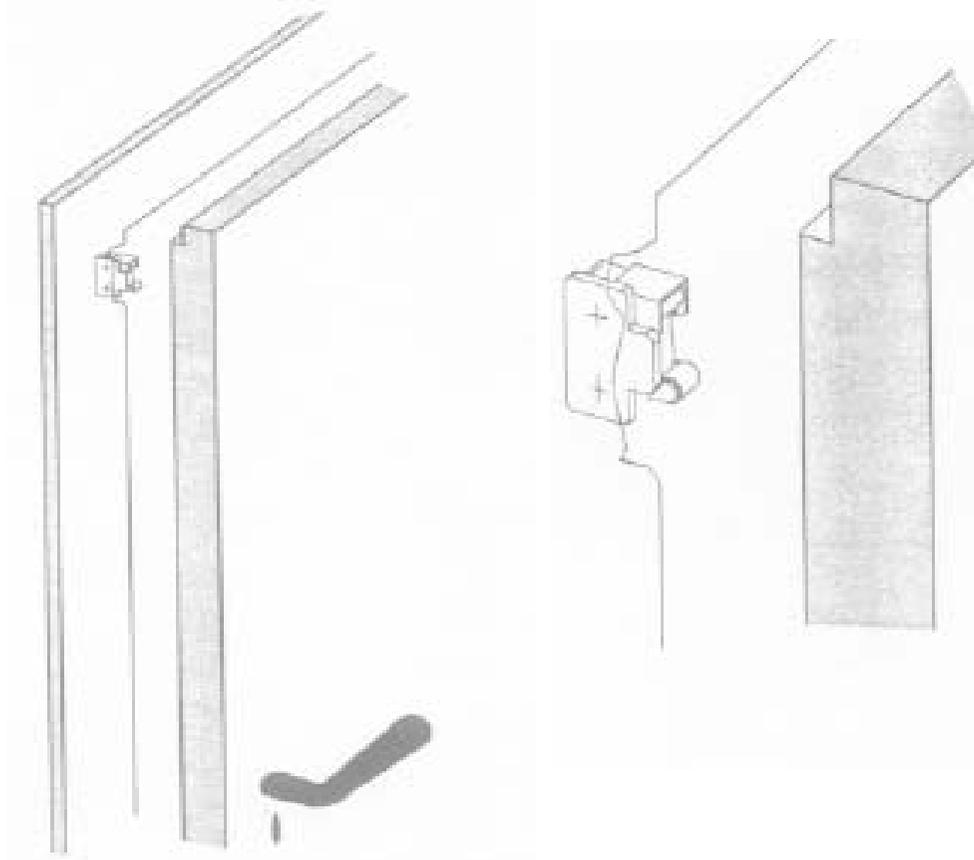
## Finales de carrera



# Sensores de proximidad con contacto



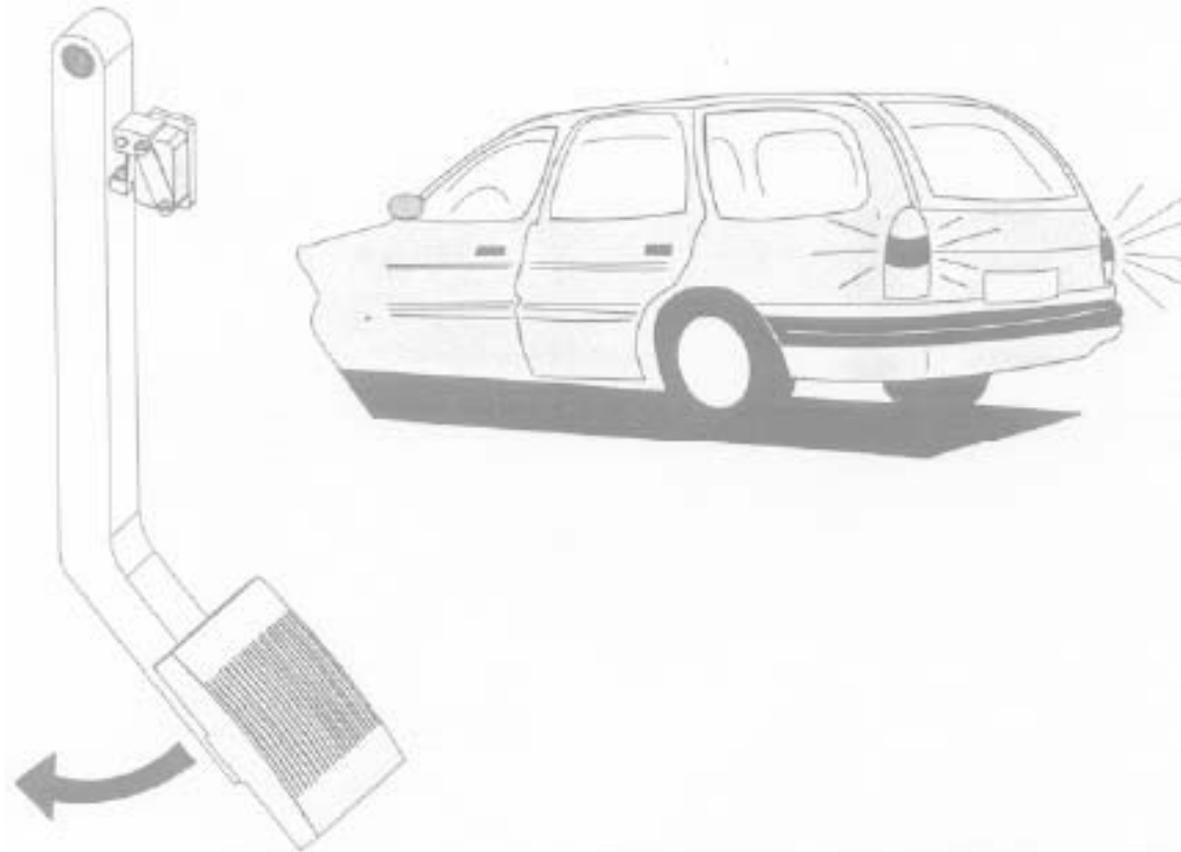
## ▲ Ejemplos de uso



# Sensores de proximidad con contacto



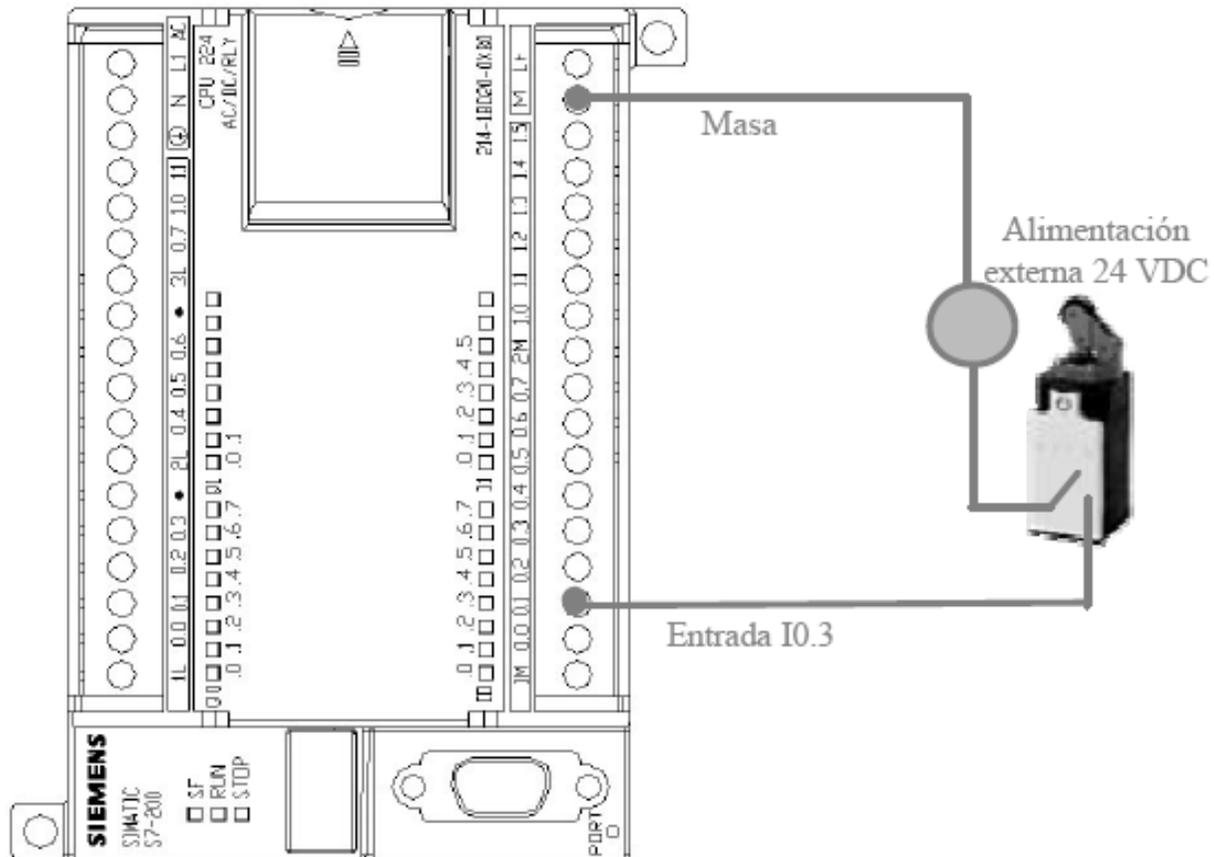
## ▲ Ejemplos de uso



# Sensores de proximidad con contacto



## ◀ Ejemplo de conexión



# Contenido

---

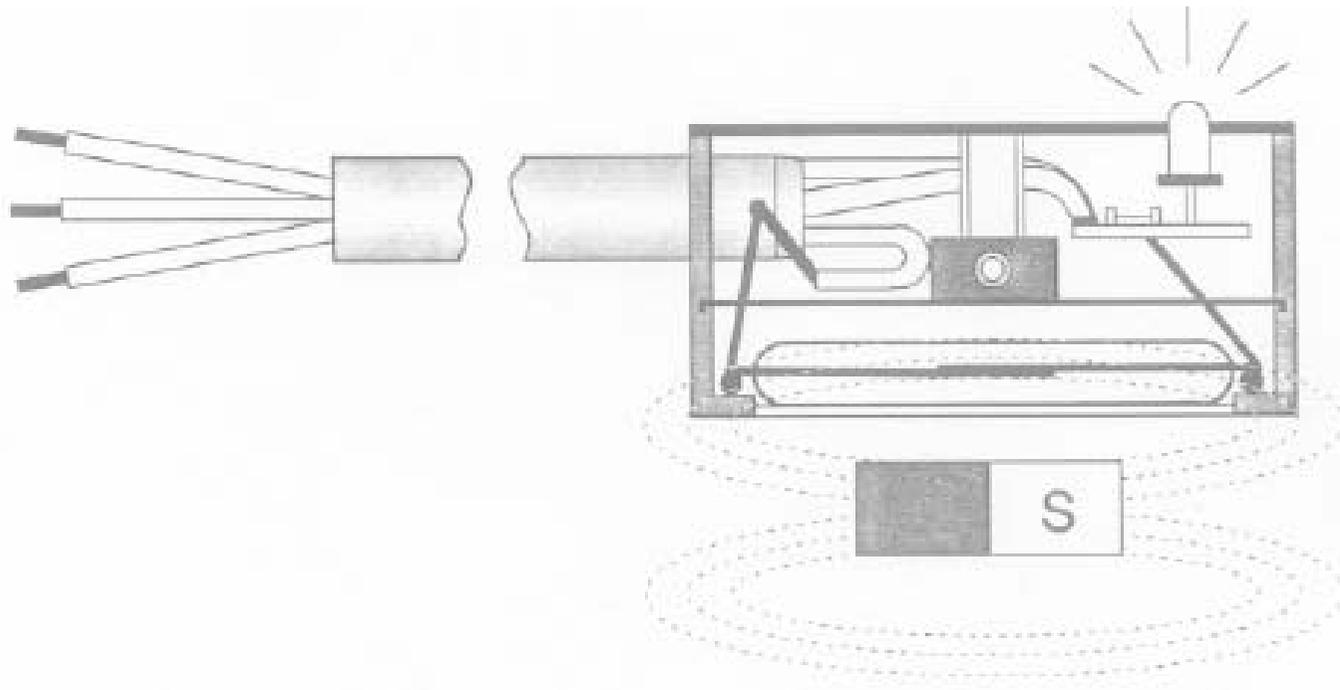


1. Introducción
2. Sensores de proximidad o detectores
  - ♦ Sensores de proximidad con contacto (finales de carrera)
  - ♦ *Sensores de proximidad sin contacto*

# Sensores de proximidad sin contacto



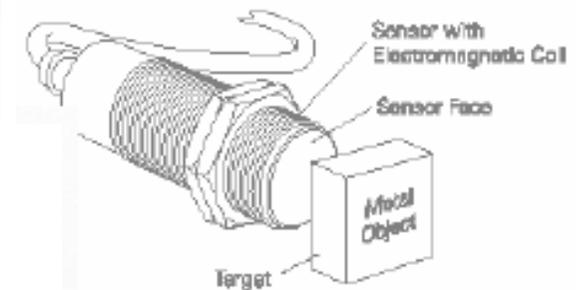
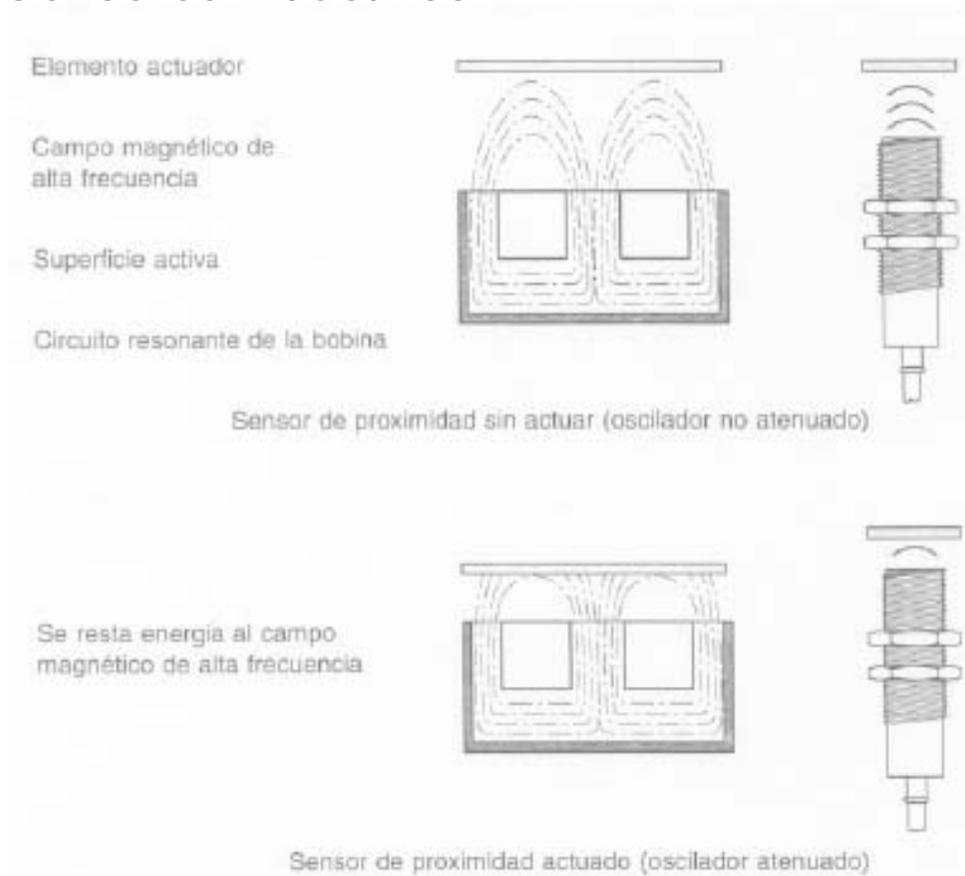
- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
  - Reaccionan ante los campos magnéticos de imanes permanentes y de electroimanes.



# Sensores de proximidad sin contacto



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos



# Sensores de proximidad sin contacto



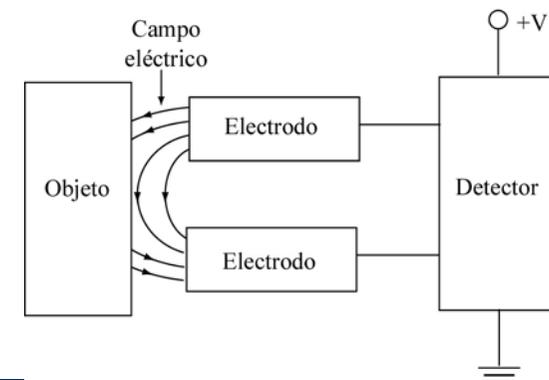
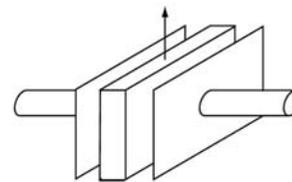
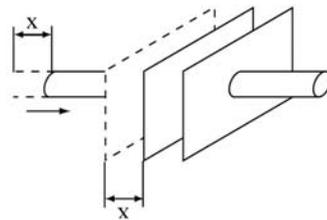
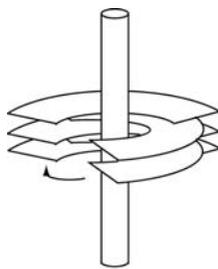
- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
  - Se utilizan para detectar la proximidad de piezas metálicas en un rango de distancias que va desde 1mm a unos 30 mm. Hasta 75mm
  - Como interruptores final de carrera con ventajas con respecto a los electromecánicos, tales como: ausencia de contacto con el objeto a detectar, robustez mecánica, resistencia a ambientes agresivos a altas temperaturas.



# Sensores de proximidad sin contacto



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
  - Se basan en la propiedad de un condensador según la cual su capacidad toma el siguiente valor:
$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$
  - Miden una variación en S (área de las placas del condensador enfrentadas), d (distancia entre las placas),  $\varepsilon$  (constante dieléctrica del medio entre las placas)



# Sensores de proximidad sin contacto



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
  - Materiales metálicos o no en el rango de distancias que va desde 1mm a unos 30 mm.
  - Su sensibilidad se ve muy afectada por el tipo de material y por el grado de humedad ambiental y del cuerpo a detectar.
  - Las aplicaciones típicas son, la detección de materiales no metálicos como vidrio, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc.

# Sensores de proximidad sin contacto



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
- ▲ Sensores ópticos
  - Sensores de barrera -> Uso de fibra óptica
  - Sensores de retroreflexión
  - Sensores de reflexión directa -> Uso de fibra óptica

# Sensores de proximidad sin contacto

---



## ▲ Sensores ópticos

- Sensores de barrera -> Uso de fibra óptica
- Sensores de retroreflexión
- Sensores de reflexión directa -> Uso de fibra óptica





## ▲ Sensores ópticos

- Funcionamiento

- Contaminación polvo, virutas, etc. → Interferencias en los sensores y mal funcionamiento
  - ♦ Ensuciamiento de las lentes de la óptica del sensor
  - ♦ De los reflectores.
  - ♦ Contaminación del rayo de luz
  - ♦ Reflexión directa. La suciedad en el objeto a detectar.
- Funcionamiento fiable
  - ♦ Hacerlo funcionar con suficiente margen operativo (ensayos previos, seleccionando uno con suficiente margen de funcionamiento,...)
  - ♦ Utilizando sensores con ayuda al ajuste. Parpadeo de un LED en zonas límite de detección.
  - ♦ Sensores con indicación automática de ensuciamiento.

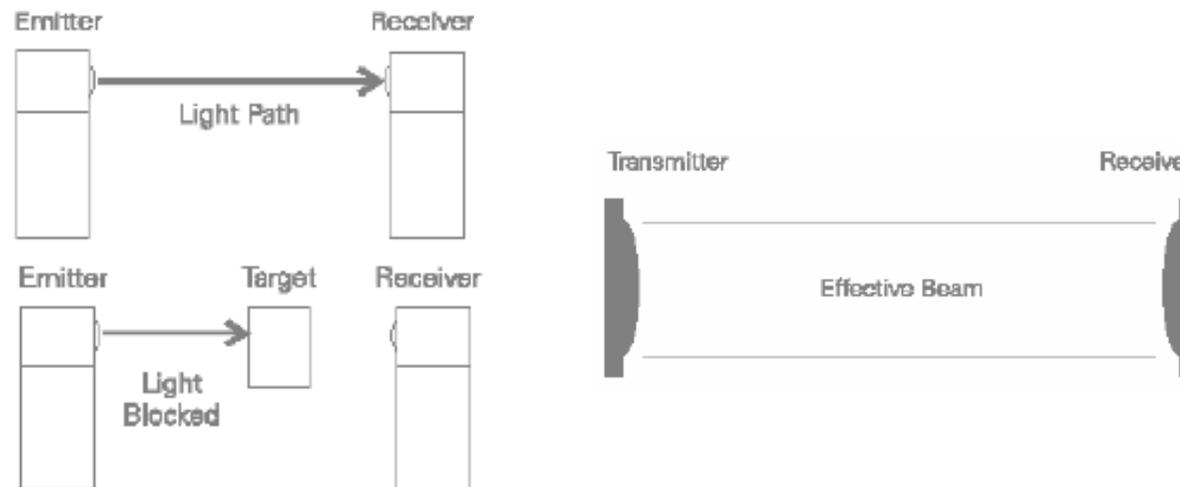


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ópticos

- De barrera
  - Se componen de un sensor y de un receptor. El sensor está dispuesto de tal manera que la mayor parte posible del haz de luz enviado por su diodo incide sobre el receptor.
  - Éste evalúa la cantidad de luz recibida de forma tan clara que la puede distinguir de la luz ambiental o de otras fuentes de luz. Una interrupción del haz de luz origina una conexión de la salida.



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ópticos

- De barrera

- Ventajas:

- ♦ Incremento de la fiabilidad debido a la presencia permanente de luz durante el estado de reposo
- ♦ Amplio alcance
- ♦ Pueden detectarse pequeños objetos incluso a largas distancias
- ♦ Adecuado para ambientes agresivos
- ♦ Buena precisión de posicionado.

- Inconvenientes:

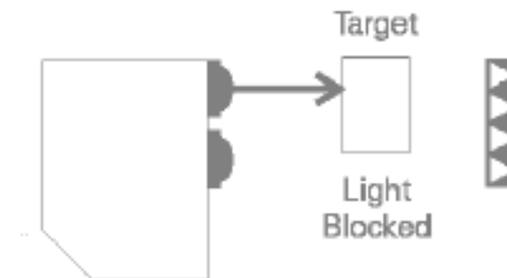
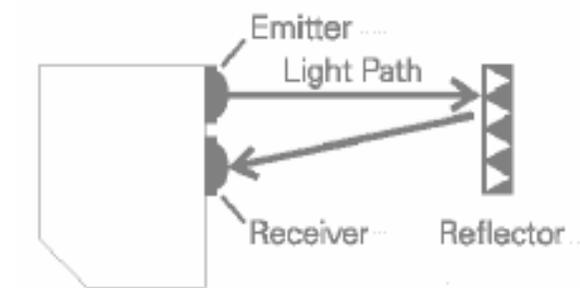
- ♦ Dos elementos separados(emisor-receptor) conexiones independientes
- ♦ No para objetos completamente transparentes (podría ajustarse)
- ♦ Un fallo en el emisor es evaluado como objeto presente (importante en aplicaciones para prevención de accidentes)

# Sensores de proximidad sin contacto



## ▀ Sensores ópticos

- De retroreflexión:
  - En este caso se hace uso de un elemento reflector



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ópticos

- De retrorreflexión:

- Ventajas:

- ♦ Mejor fiabilidad dado que la luz permanentemente durante el estado de reposo
- ♦ Instalación y ajustes sencillos
- ♦ El objeto a detectar puede ser reflectante, especular o transparente, siempre que absorba un porcentaje suficiente de luz
- ♦ Mayor rango que los de reflexión directa

- Inconvenientes:

- ♦ Objetos transparentes muy claros o brillantes pueden pasar inadvertidos (se puede ajustar)

- Observaciones:

- ♦ Un fallo en el emisor es evaluado como objeto presente
- ♦ Reflectores: deterioro por envejecimiento o suciedad

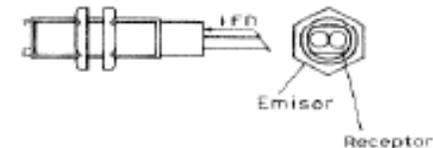
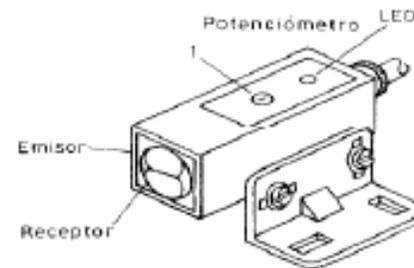
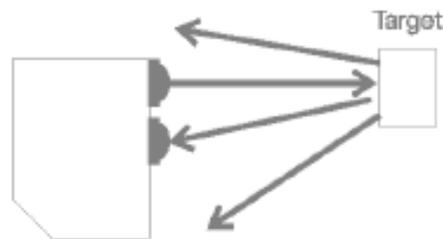
# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ópticos

- De reflexión directa:

- La luz del emisor da en un objeto. Ésta se refleja de forma difusa y una parte de la luz alcanza la parte receptora del aparato. Si la intensidad de luz es suficiente, se conecta la salida.
- La distancia de reflexión depende del tamaño y del color del objeto así como del acabado de la superficie.
- La distancia de reflexión se puede modificar entre amplios límites mediante un potenciómetro incorporado.
- El emisor-captador energético se puede utilizar para detectar diferencias de color.



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ópticos

- De reflexión directa:
- Ventajas:
  - Propio objeto hace de reflector
  - El objeto puede ser reflectante, especular o transparente y hasta traslúcido a refleje suficiente.
  - Permiten detectar en posición frontal (a diferencia de barrera lateral)
  - Dependiendo del ajuste del sensor los objetos pueden detectarse selectivamente frente a un fondo.
- Inconvenientes:
  - La respuesta del sensor no es lineal. Luego no son tan adecuados como los de barrera para una elevada precisión de respuesta lateral.
- Observaciones:
  - El fondo en ausencia de objeto no se debe detectar
  - Fallo emisor no objeto

# Sensores de proximidad sin contacto

---



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
- ▲ Sensores ópticos
- ▲ Sensores ultrasónicos

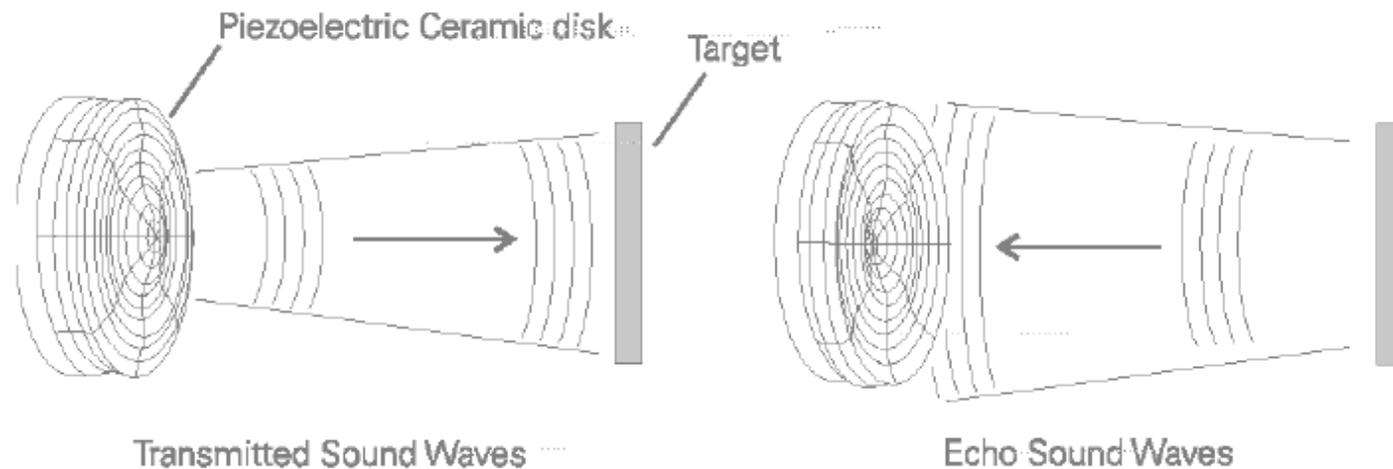


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ultrasónicos

- Emiten sonido en el rango inaudible a cualquier frecuencia
- Recibe el eco

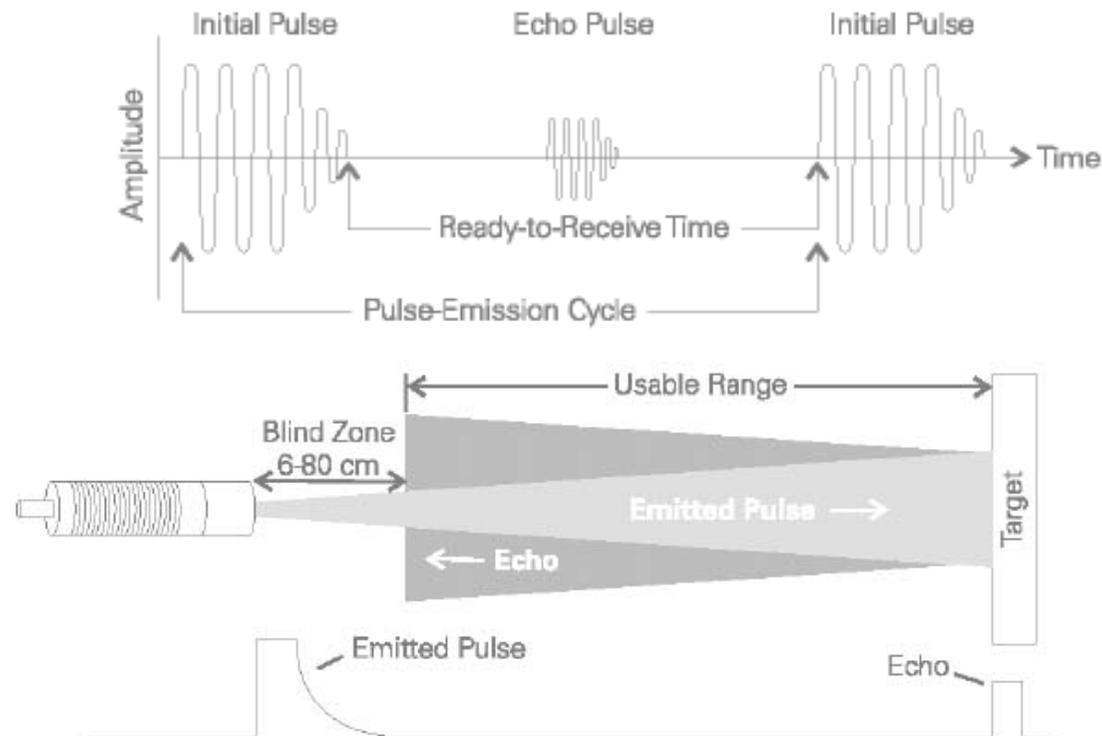


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ultrasónicos

- Velocidad esta limitada por la maxima frecuencia de repetición de pulsos 1 Hz a 25 Hz



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ultrasónicos

- Ventajas:

- Rango relativamente alto (hasta varios metros)
- Detección del objeto independiente del color y del material
- Detección segura de objetos transparentes (ejem. Botellas de vidrio)
- Relativamente insensible a la suciedad y el polvo
- Posibilidad de desvanecimiento gradual del fondo
- Posibilidad de aplicaciones al aire libre
- Posibilidad de detección sin contacto con puntos de conmutación de precisión variable. La zona de detección puede dividirse a voluntad. Se dispone de versiones programables.



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores ultrasónicos

- Inconvenientes
  - Objetos con superficies inclinadas, el sonido se desvía.
  - Reaccionan con relativa lentitud. Frecuencia de conmutación máxima entre 1 y 125 Hz
  - Más caros que los ópticos, prácticamente el doble
- Efecto del tipo de objeto
  - Los materiales que absorben el sonido tales como telas gruesas, lana, algodón, gomaespuma, lana de roca. → barreras ultrasónicas.
  - Objetos reflectantes, transparentes o intensamente negros que no podrían con ópticos.
  - Láminas finas de material transparente de 0.1 mm se pueden detectar.
- Posición del objeto
  - Dibujos próxima transparencia.



# Sensores de proximidad sin contacto

---



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
- ▲ Sensores ópticos
- ▲ Sensores ultrasónicos
- ▲ Sensores basados en el efecto Hall

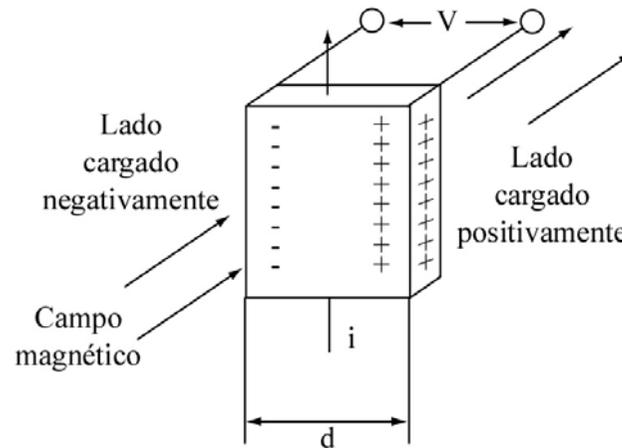


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Sensores basados en el efecto Hall

- Detector sin contacto para posición, desplazamiento y proximidad de objetos ferromagnéticos.



$$V = K_H \frac{B \cdot I}{S}$$

- Se mide la proximidad de un objeto que genera un campo magnético a una corriente eléctrica constante.

# Sensores de proximidad sin contacto

---



- ▲ Sensores de proximidad magnéticos (Sensores Reed)
- ▲ Sensores inductivos
- ▲ Sensores capacitivos
- ▲ Sensores ópticos
- ▲ Sensores ultrasónicos
- ▲ Sensores basados en el efecto Hall
- ▲ Aplicaciones

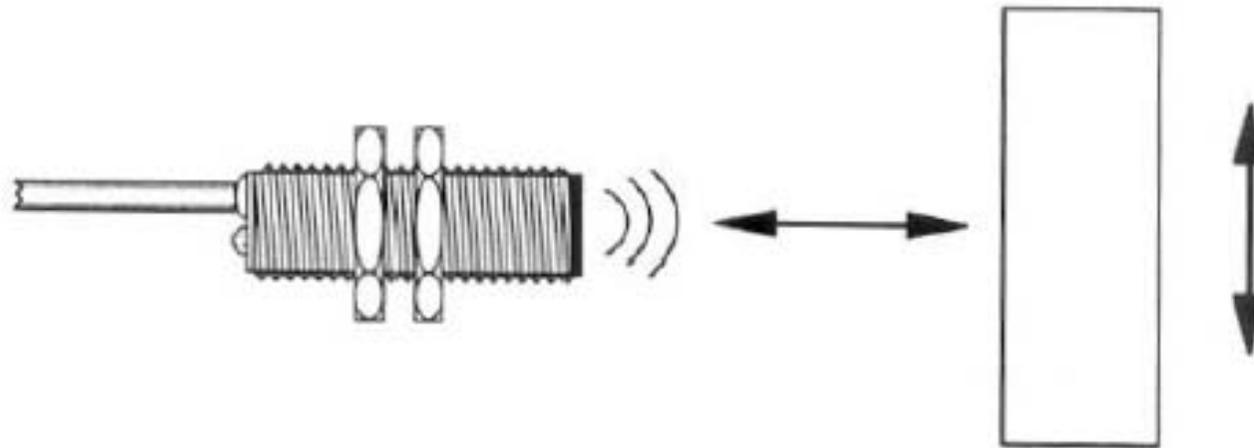


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detectar si hay un objeto en una determinada posición

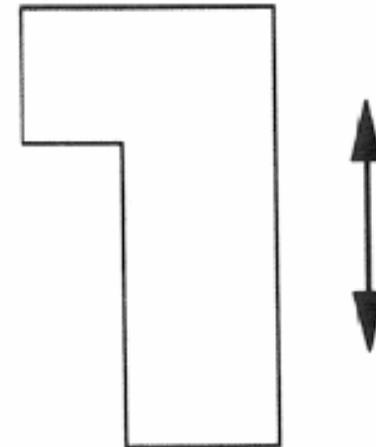
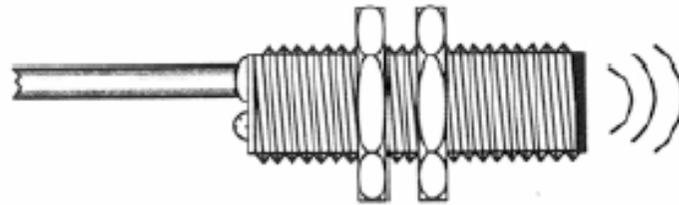


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Posicionado de piezas
  - Centros de mecanizado, cilindros neumáticos, ...

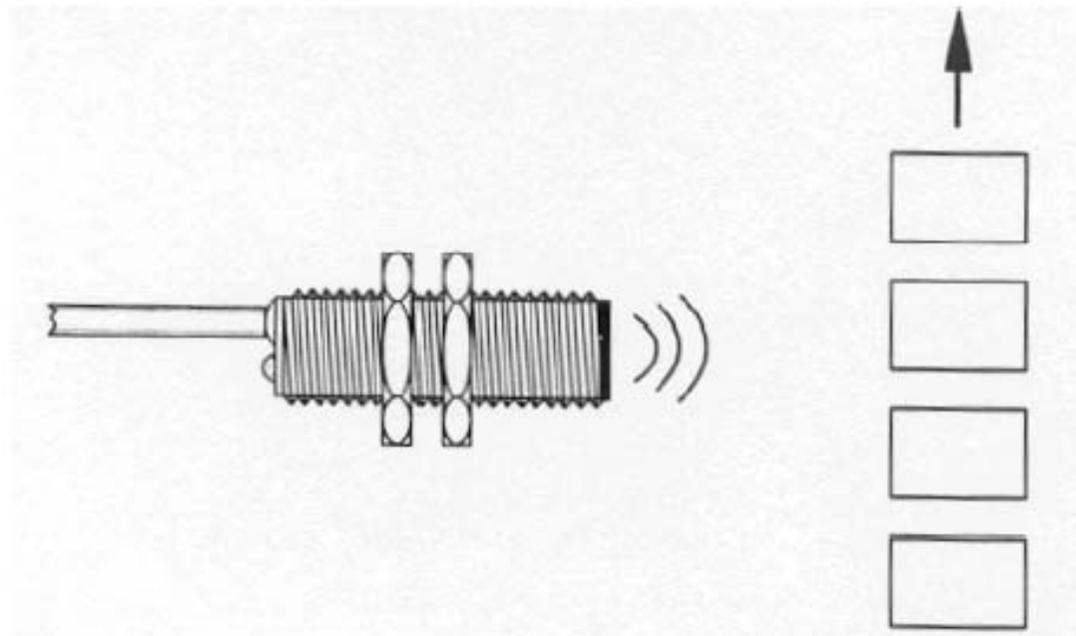


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Conteo de piezas y secuencias de movimiento
  - Cintas transportadoras, dispositivos de clasificación

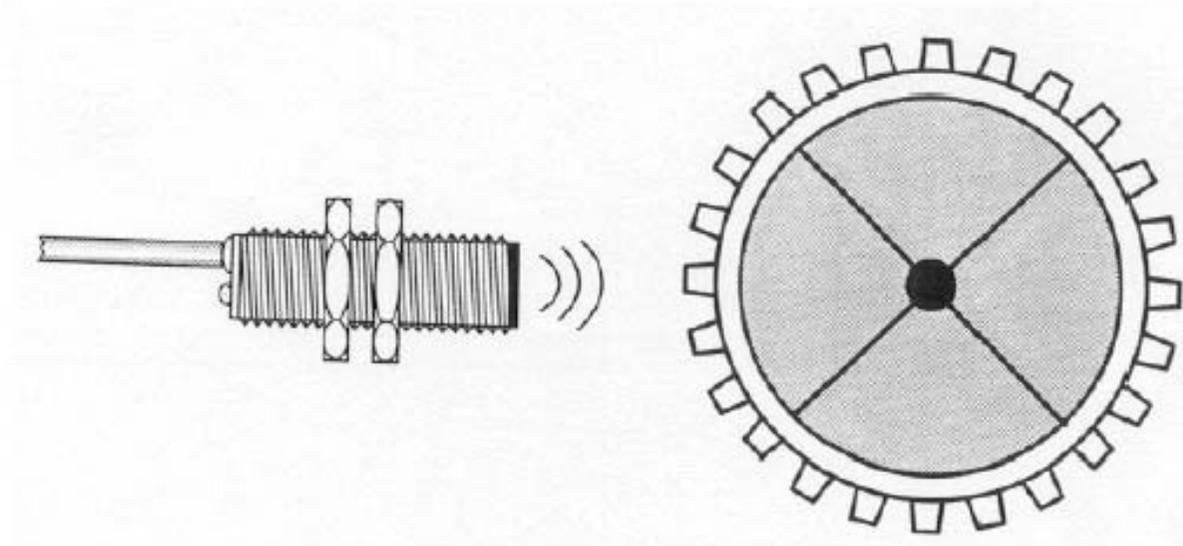


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Medición de velocidad de rotación
  - Engranajes, ....

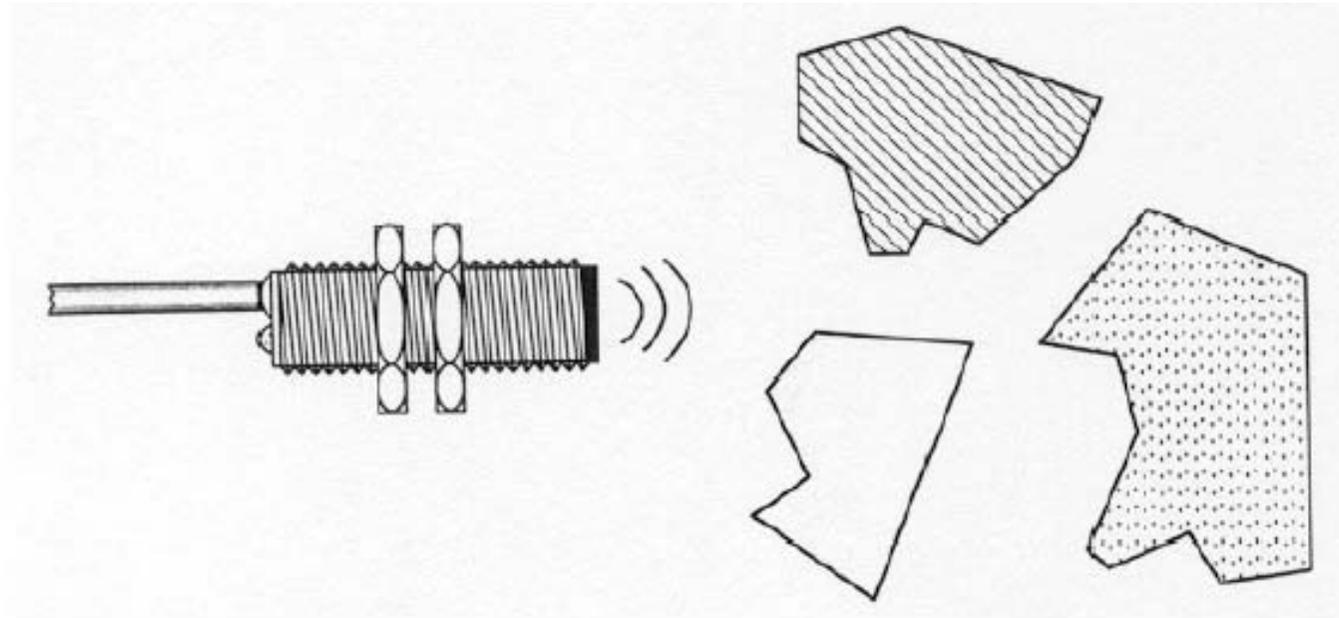


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Discriminación de materiales
  - Detección de material, para suministrar o clasificar material

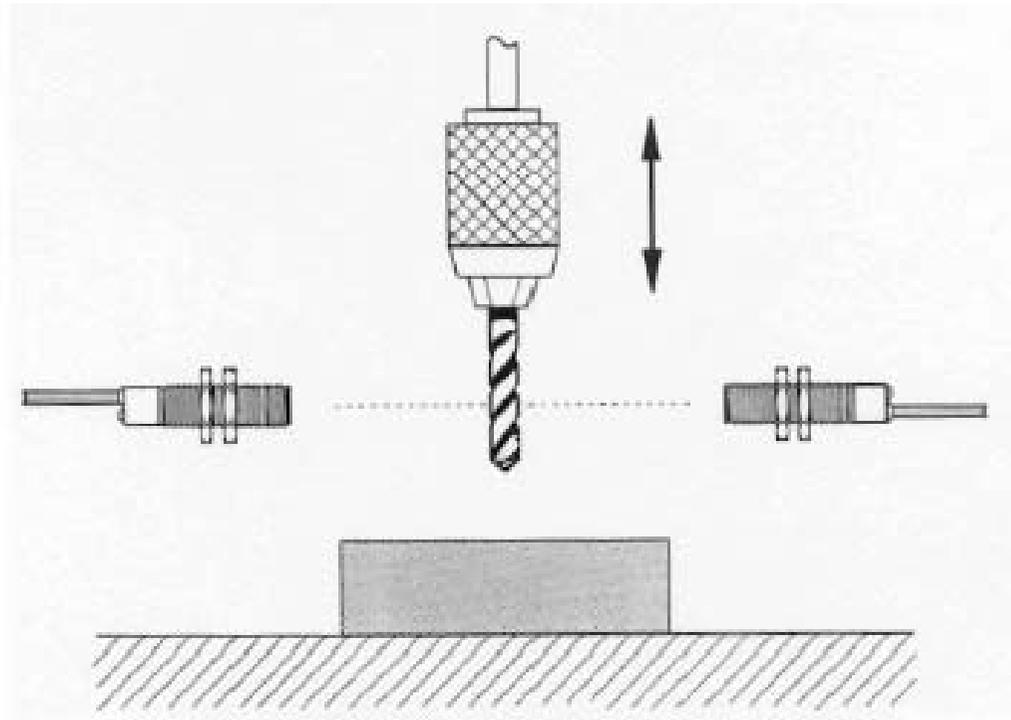


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Supervisión de herramientas
  - Verificación de rotura de una broca

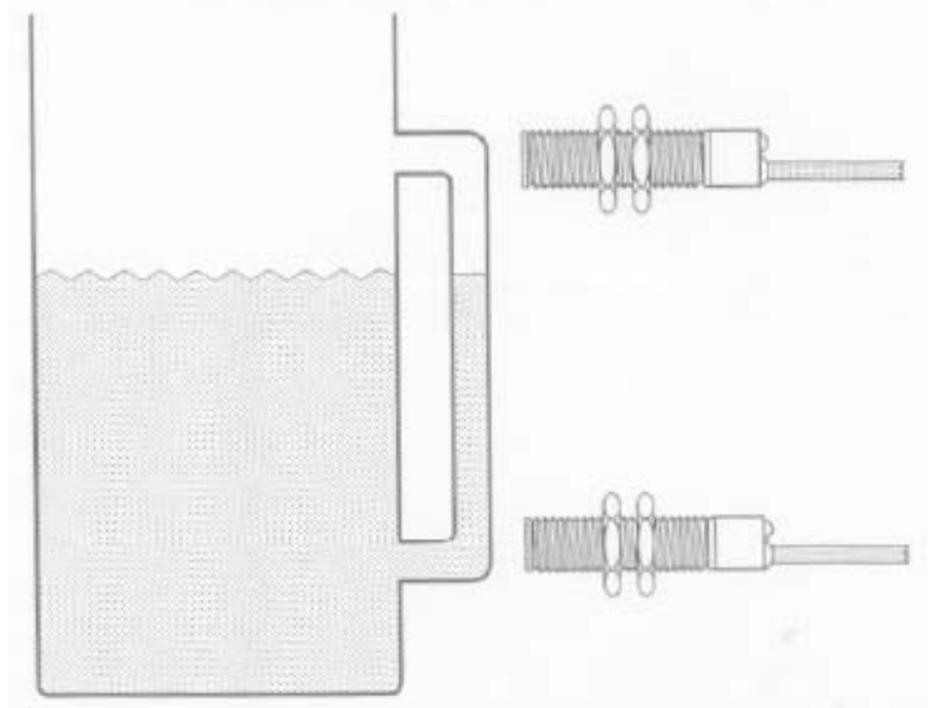


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Supervisión de niveles de llenado
  - Sensores ópticos, capacitivos o ultrasónicos

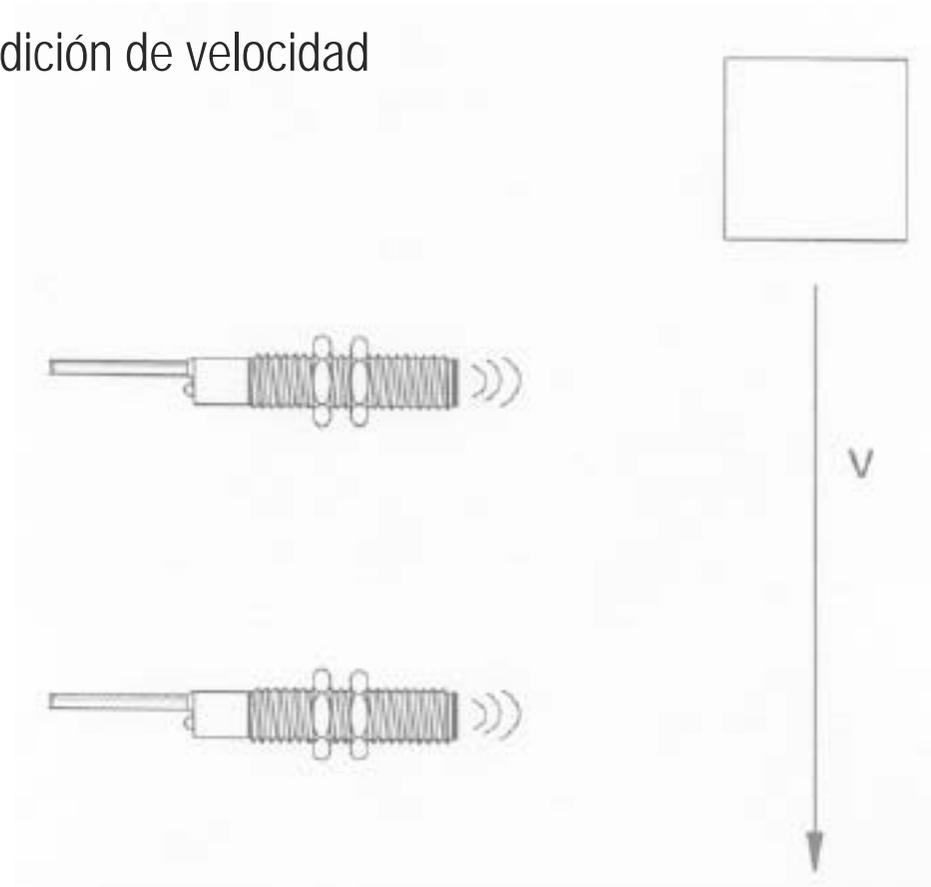


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Medición de velocidad

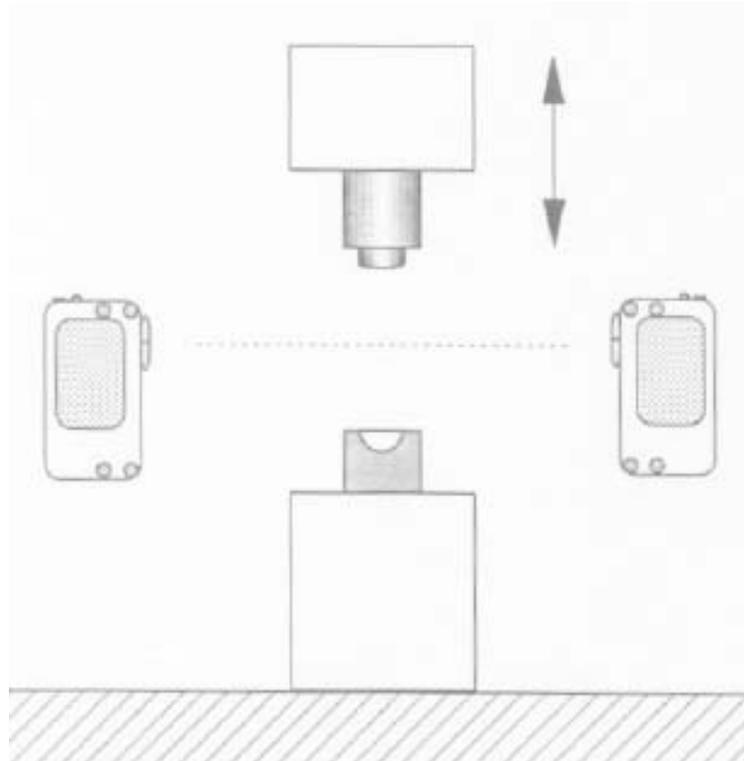


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Aplicación para la protección de máquinas contra contactos peligrosos
  - Prevención de accidentes

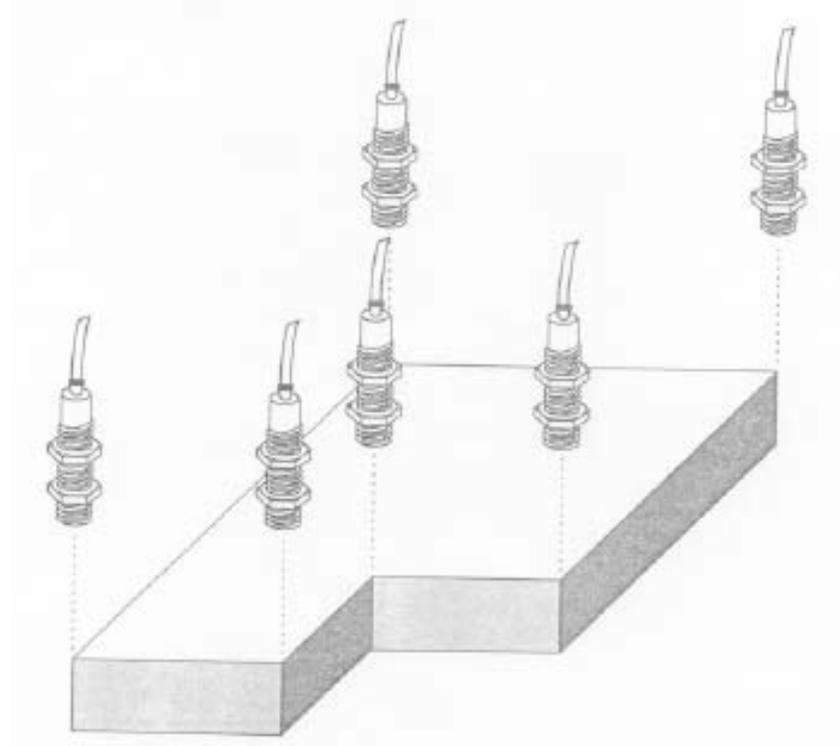


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detección de la forma de un objeto
  - Disposición de varios detectores de proximidad dispuestos siguiendo un contorno

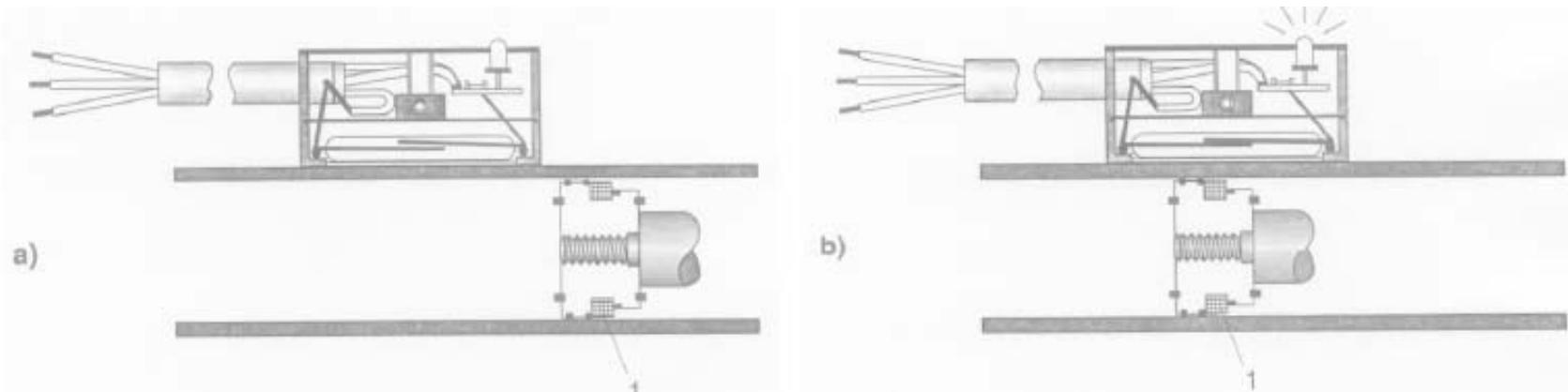


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detectores de posición de cilindros (Sensores Reed)

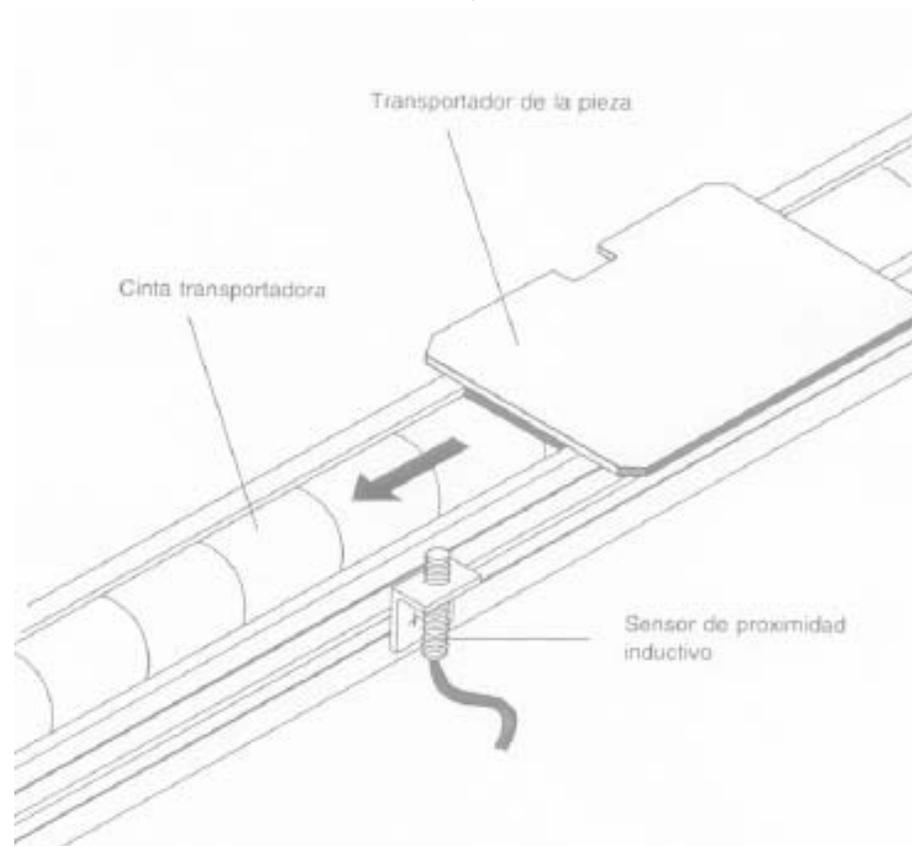


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detectores de posición de objetos (Sensores inductivos)

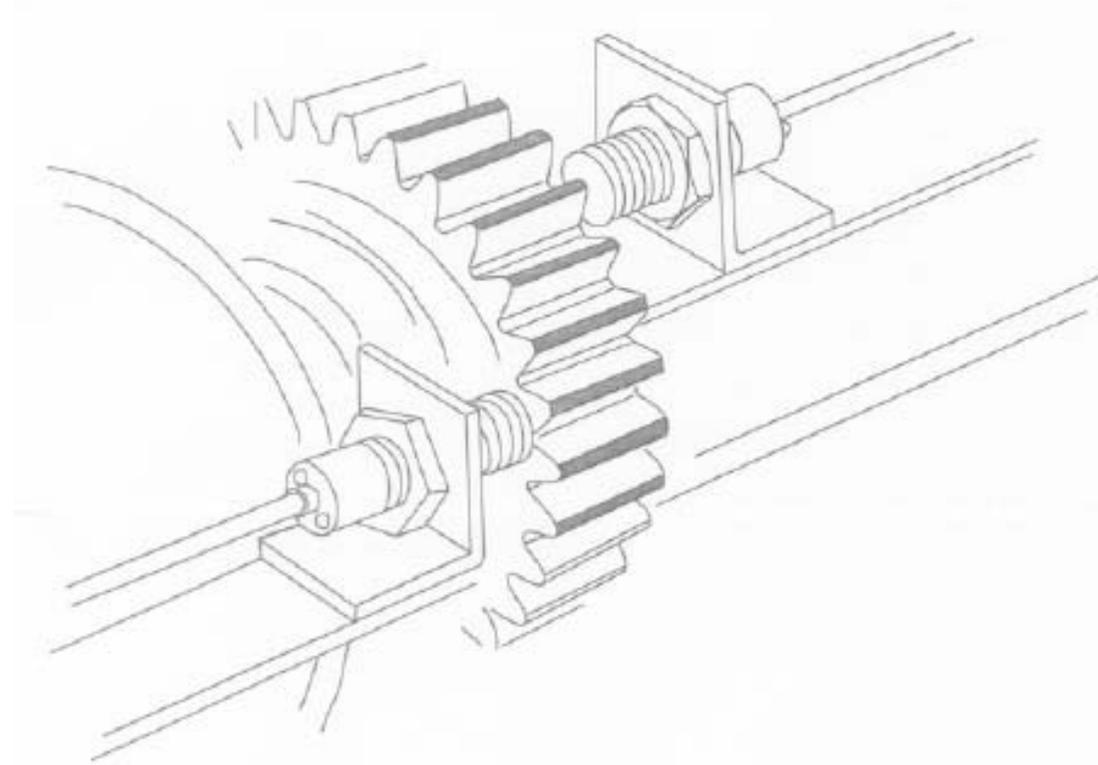


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detectores de posición de objetos (Sensores inductivos)
  - Velocidad y sentido de rotación

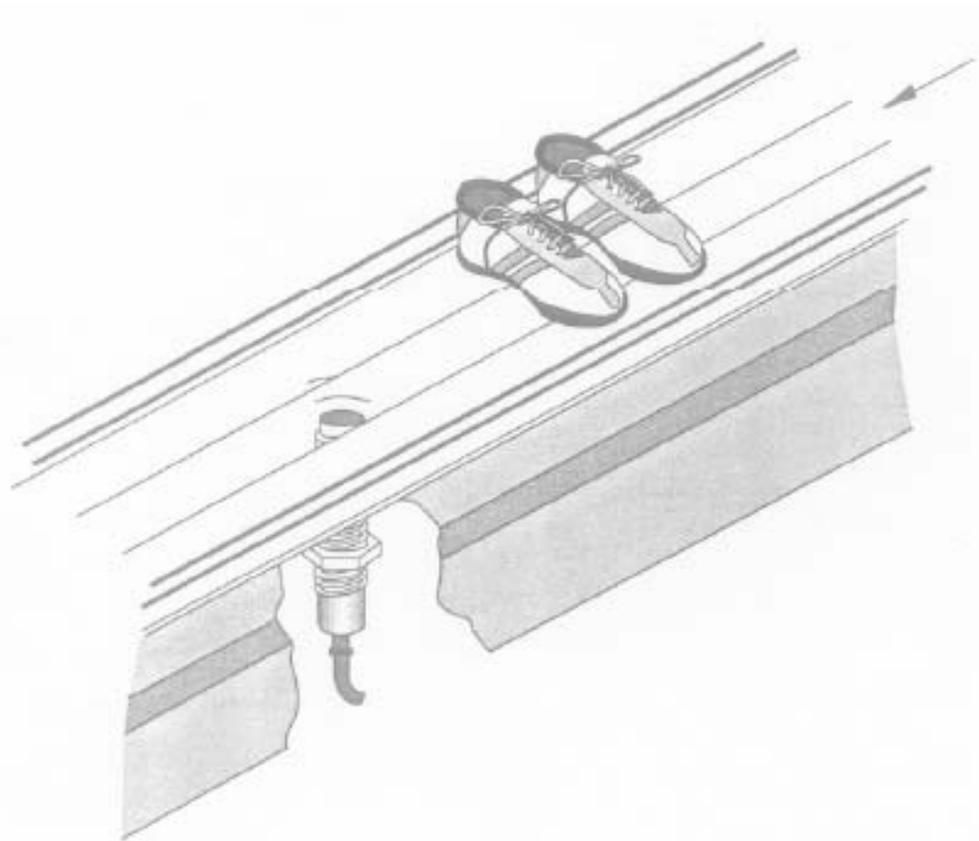


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Detección de suelas de goma negras (Sensores capacitivos)

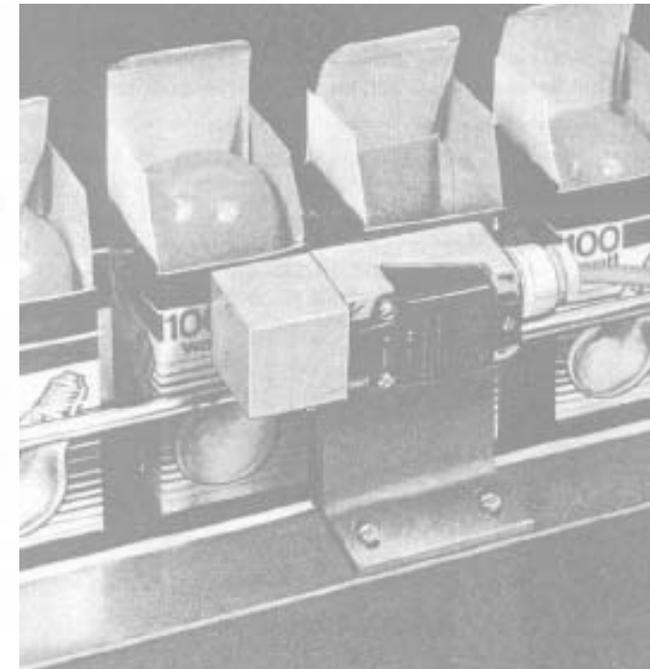
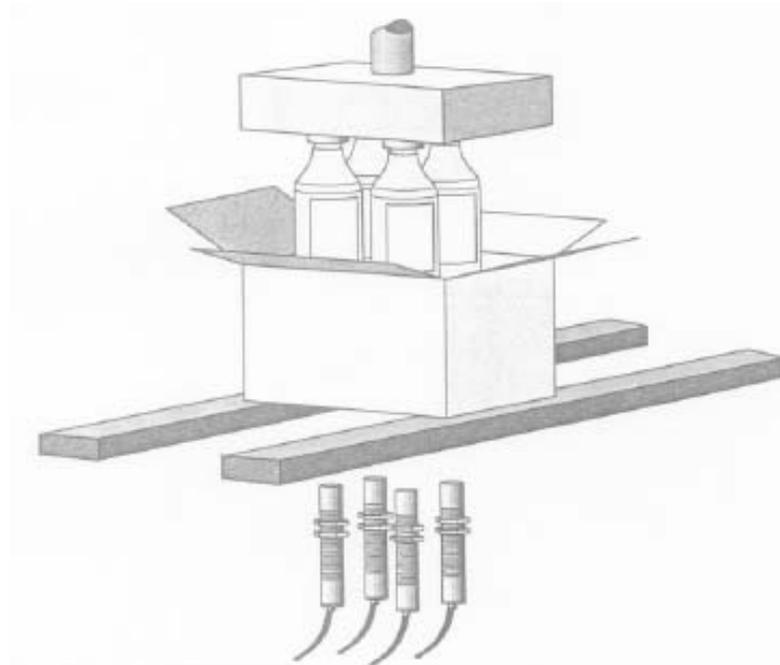


# Sensores de proximidad sin contacto



## Aplicaciones

- Verificación del contenido de paquetes (Sensores capacitivos)
  - Comprobación del contenido de una caja a través del cartón

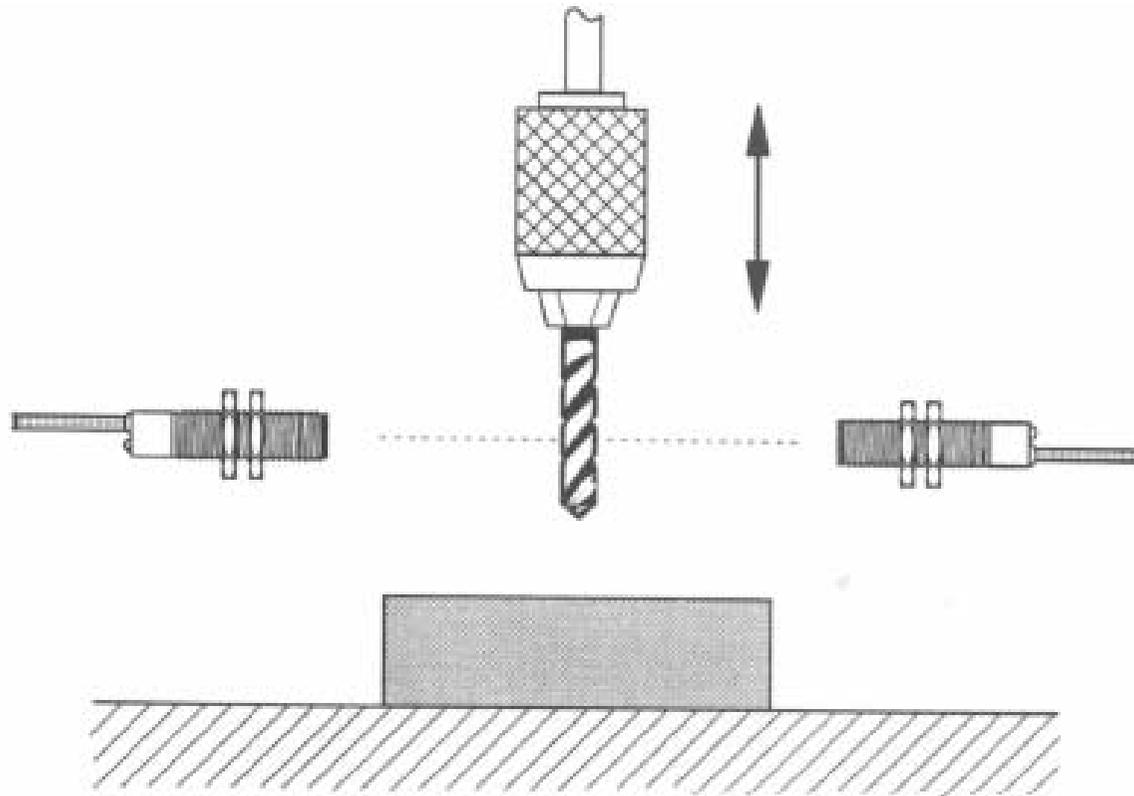


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Rotura de una broca (Sensores ópticos)

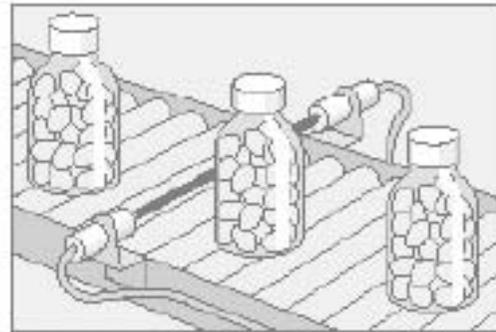


# Sensores de proximidad sin contacto

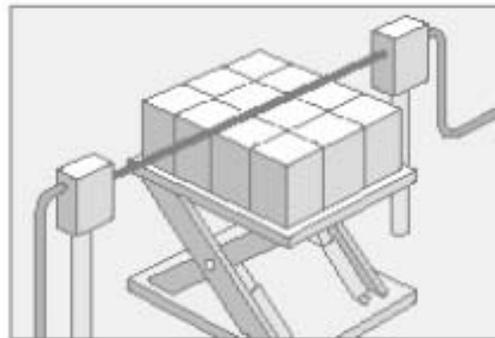


## ▲ Aplicaciones

- Verificación de objetos en envases transparentes (Sensores ópticos)



- Control de altura (Sensores ópticos)



# Sensores de proximidad sin contacto

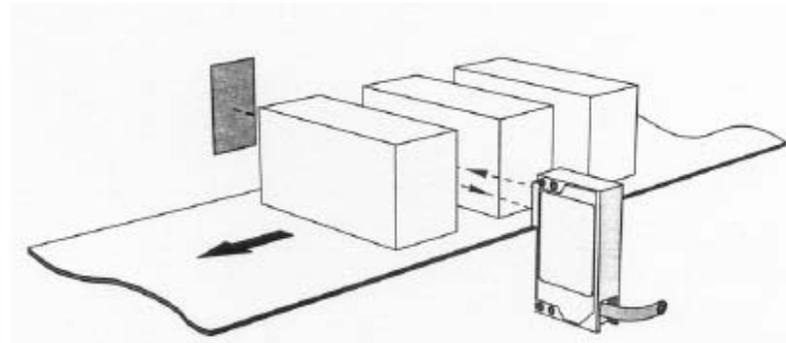


## ▲ Aplicaciones

- Lavado de coches (Sensores ópticos)



- Presencia y conteo de objetos (Sensores ópticos)



# Sensores de proximidad sin contacto

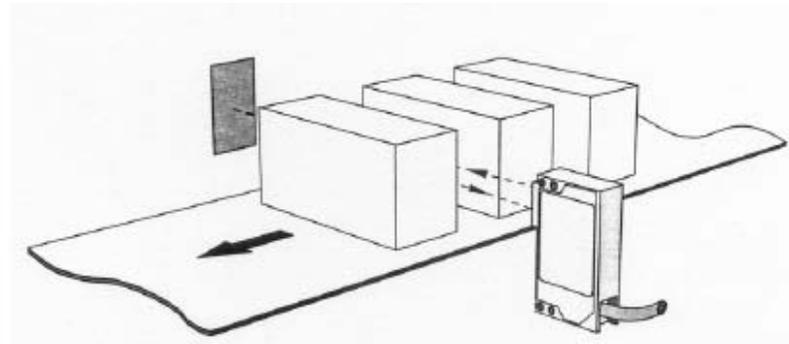


## ▲ Aplicaciones

- Lavado de coches (Sensores ópticos)



- Presencia y conteo de objetos (Sensores ópticos)

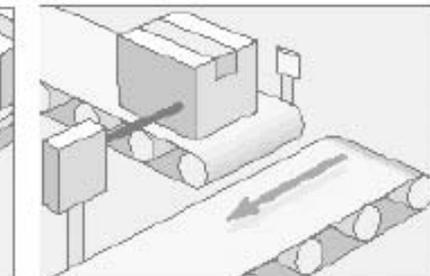
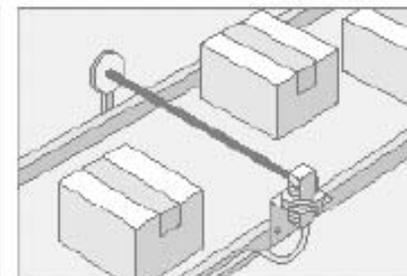
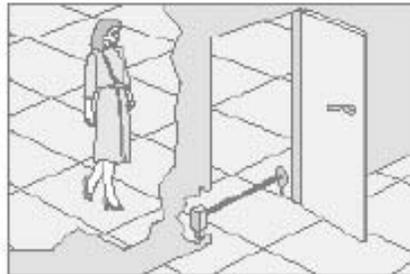
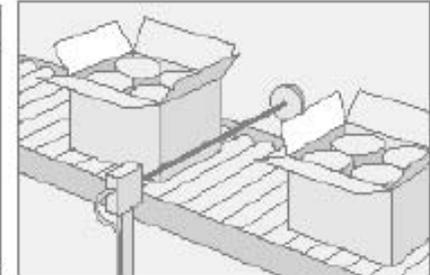
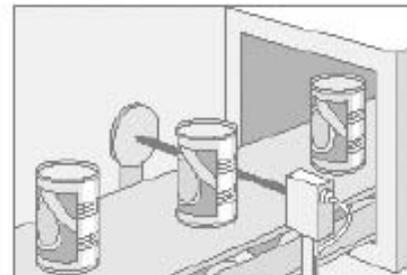
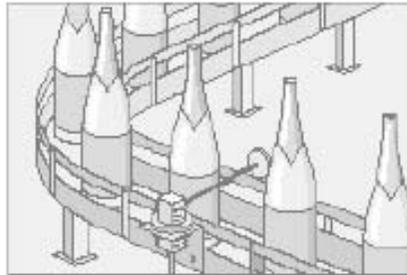
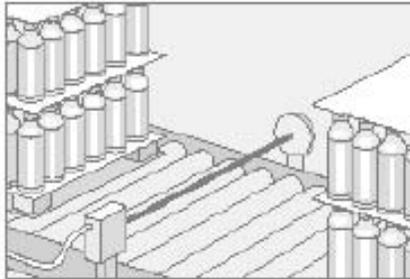


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Sensores ópticos: Flujo de palets, contando botellas, botes, cajas; detectar personas, parking

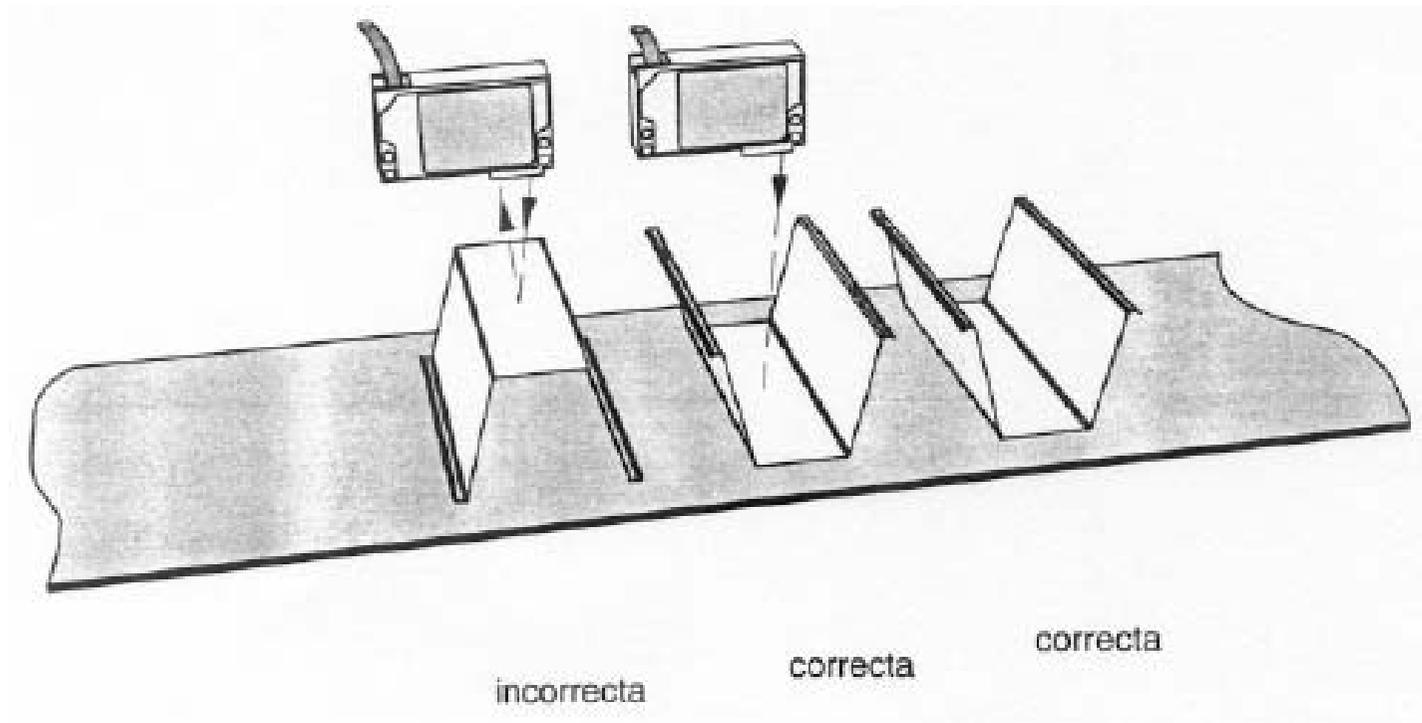


# Sensores de proximidad sin contacto



## Aplicaciones

- Sensores ópticos: Verificación de la posición de piezas

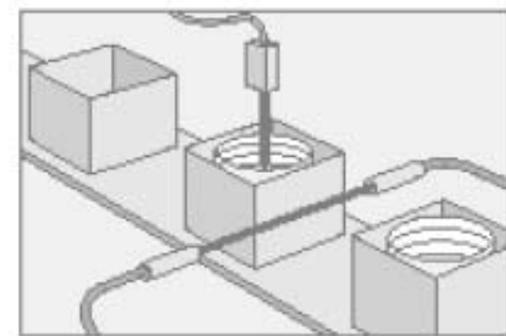
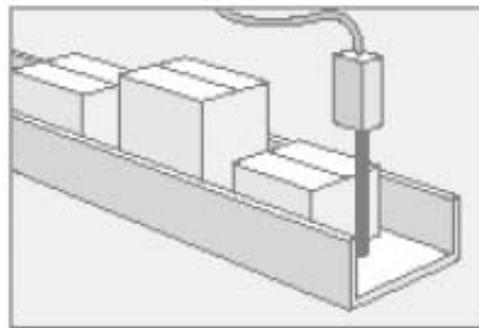
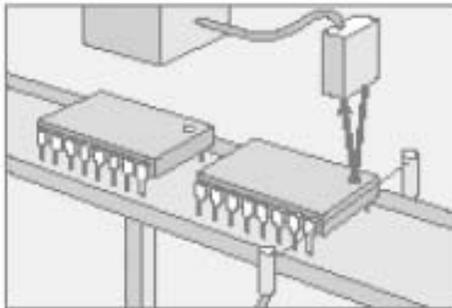


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Sensores ópticos: Determinar la orientación de un CI, detectar cajas de distinta altura,

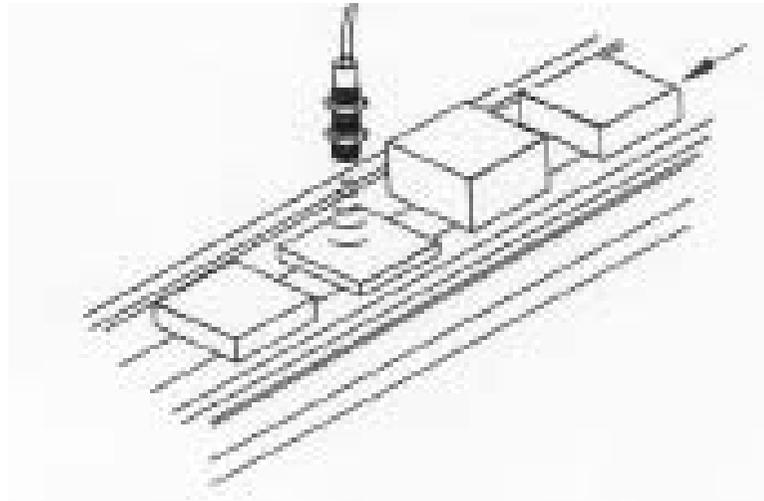


# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Sensores ultrasónicos: Clasificación según alturas



# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Sensores ultrasónicos: Detección de grueso en lotes

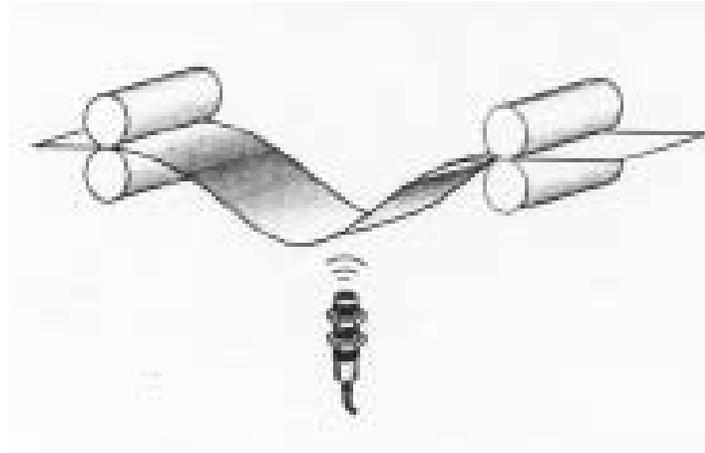


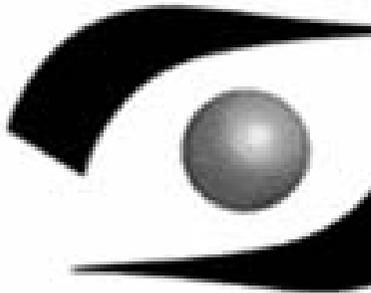
# Sensores de proximidad sin contacto



## ▲ Aplicaciones

- Sensores ultrasónicos: Control en un bucle entre rodillos





© Grupo de Automática, Robótica y Visión Artificial



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

<http://disc.ua.es/aurova/>