

Unidad II

Sensores

Actuadores

y

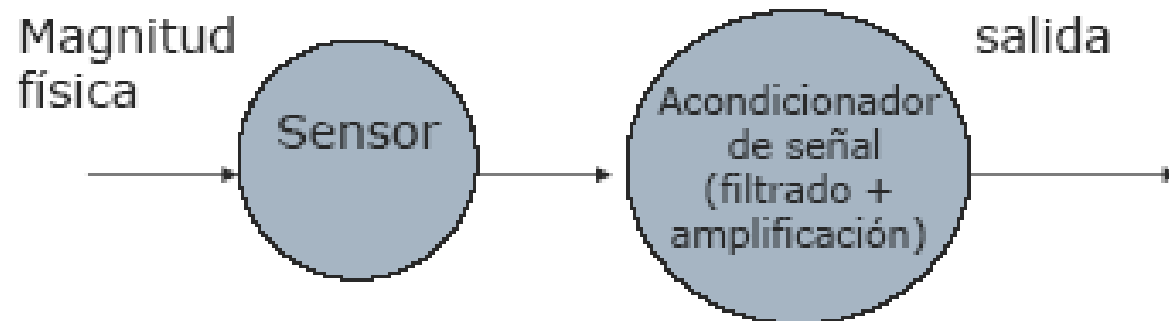
Elemento Final de Control

Indice:

- Introducción
- Clasificación
- Sensores
 - Transductores de posición
 - Detectores de presencia
 - Medidores de posición
 - Transductores de pequeños desplazamientos/deformación
 - Transductores de velocidad
 - Acelerómetros
 - Medidas de temperatura
 - Finales de carrera, microinterruptores
- Actuadores
 - Neumáticos
 - Eléctricos
 - Hidráulicos
- Elemento Final de Control

Introducción:

- Denominamos sensor a un dispositivo que es capaz de convertir una magnitud física (presión, temperatura, caudal) en una señal eléctrica.
- En la figura mostramos el esquema básico de un sensor:



- El sensor convierte la magnitud a una señal eléctrica.
- La señal eléctrica se debe acondicionar (amplificar, eliminar ruido, linealizar) para adaptarla a las necesidades del equipo que debe leer la señal (autómata).

Clasificación:

Según el tipo de señal de salida:

Analógicos: La salida es un valor de tensión o corriente comprendida en un rango de valores:

0-10V

4-20mA

Ejemplos: Medida de temperatura. Medida de caudal.
Medida de posición/orientación.

Digitales: La salida toma dos valores únicamente a la salida:

1 ó 0, todo/nada

0-5V

Tren de pulsos

Otra codificación

Ejemplos:

Pulsador

Sensor de presencia (pieza/no pieza)

Final de carrera

Según la naturaleza del sensor:

Resistivos

Piezoeléctricos

Termoeléctricos

Electromagnético

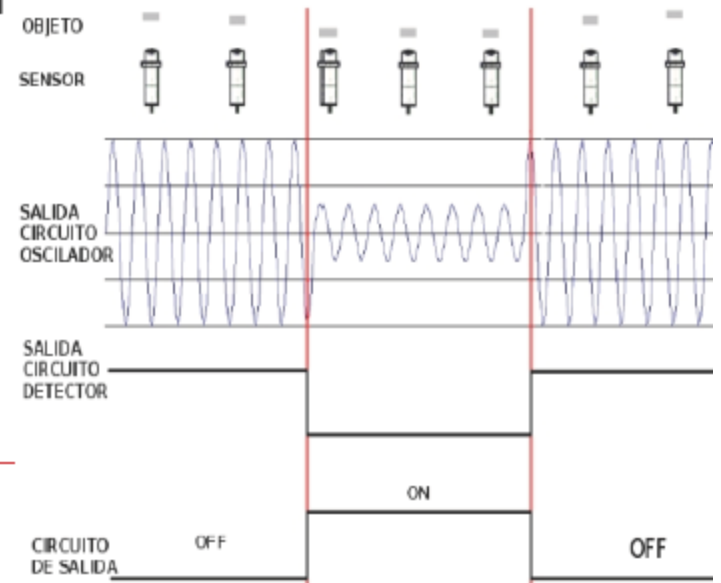
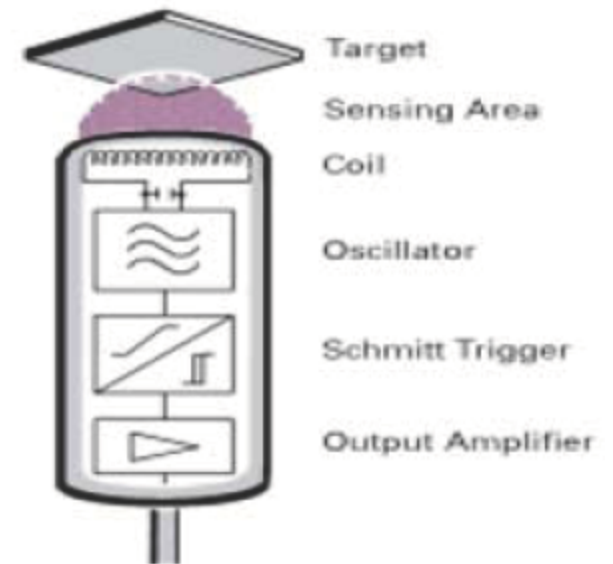
Transductores de Posición:

- Podemos encontrar:
 - Detectores de presencia o proximidad: Típ. Respuesta todo/nada, tb analógica
 - Inductivos:
 - Capacitivos
 - Ópticos
 - Medidores de posición/orientación
 - Algunos de los anteriores
 - Potenciómetros
 - Encoders
 - Transductores de pequeñas posiciones/deformaciones
 - LVDT
 - Galgas extensométricas
 - Sensores piezoeléctricos



Sensores de Presencia Inductivos:

- ❑ Se basan en el cambio en la reluctancia del "núcleo".
- ❑ Detectan la presencia de materiales ferromagnéticos en su proximidad.
- ❑ Esquema general:
 - Bobina con núcleo ferromagnético
 - Circuito oscilador
 - Disparador Schmitt
 - Circuito amplificador a la salida
- ❑ El circuito oscilador mantiene una onda senoidal con voltaje de determinada amplitud.
- ❑ Al acercarse un objeto ferromagnético, se varía la reluctancia del material, haciendo que la amplitud de la onda disminuya.
- ❑ La disminución de la amplitud activa el disparador Schmitt.
- ❑ Rango de detección 1-60 mm, típ.

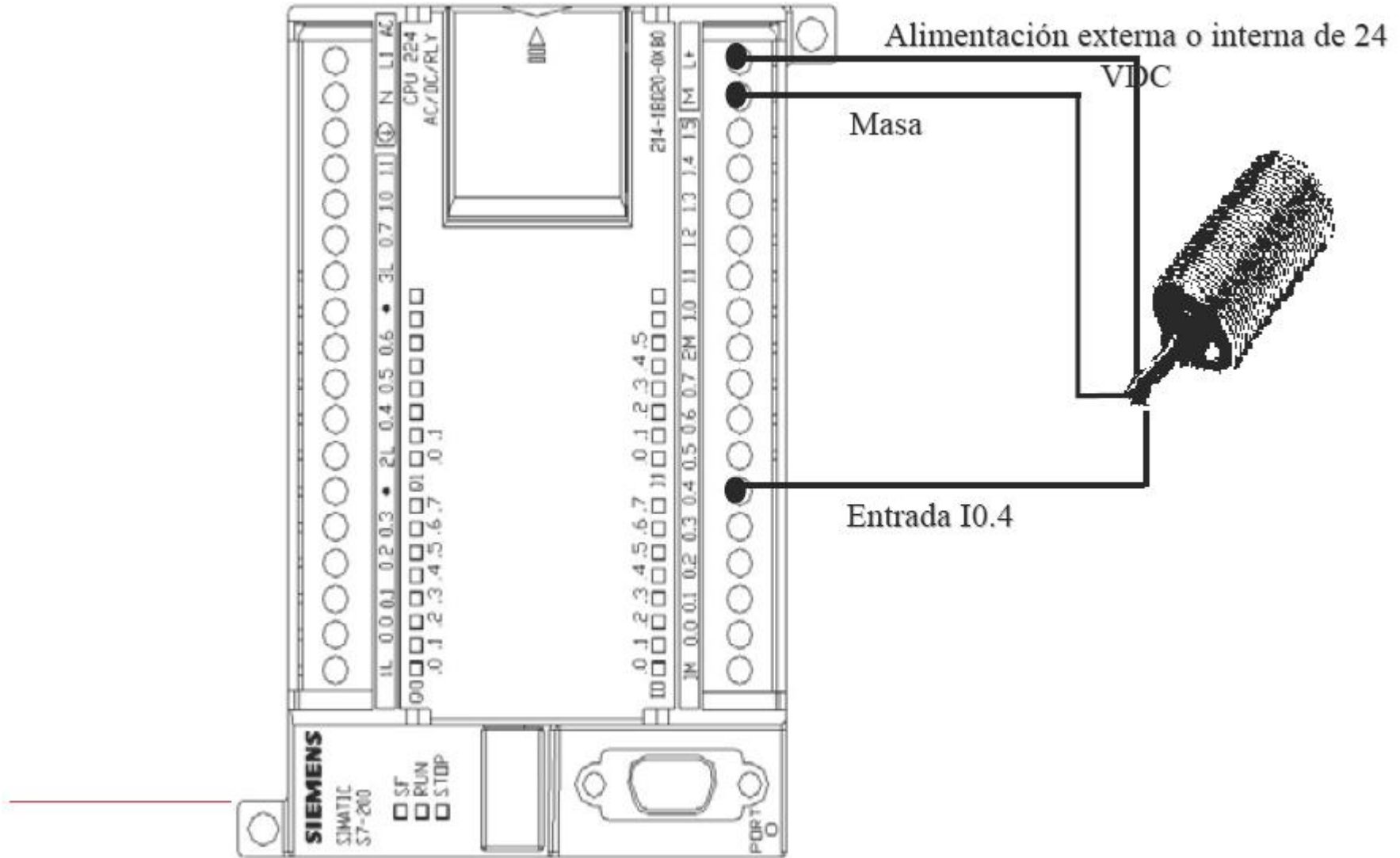


Sensores de Presencia Inductivos:

- Ejemplos de aplicación:
 - Presencia/no presencia de pieza
 - Finales de carrera
 - Conteo de piezas.
- Ventaja:
 - Ausencia de contacto, frente a micro-interruptores
 - Ausencia de partes móviles
 - Resistente a ambientes agresivos (estanco).

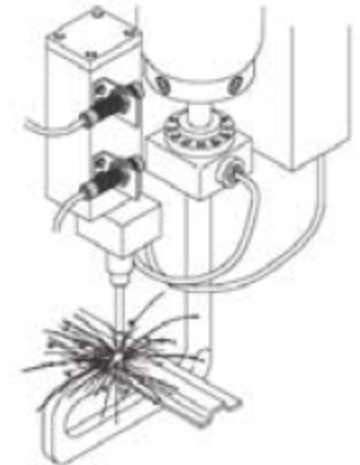
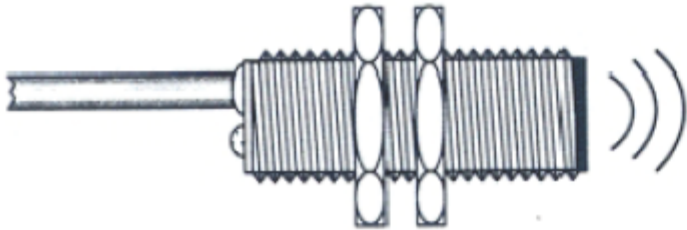


Detectores Inductivos:



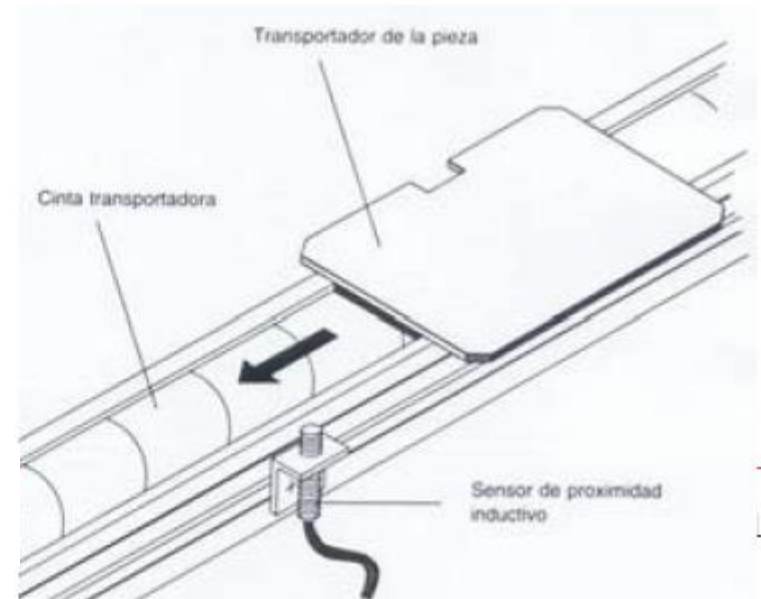
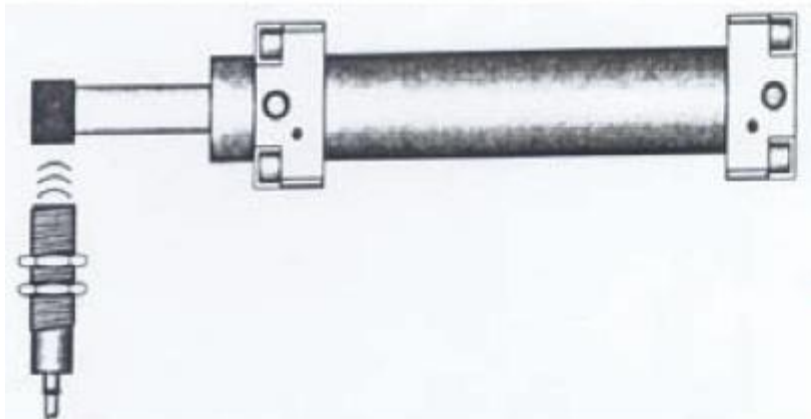
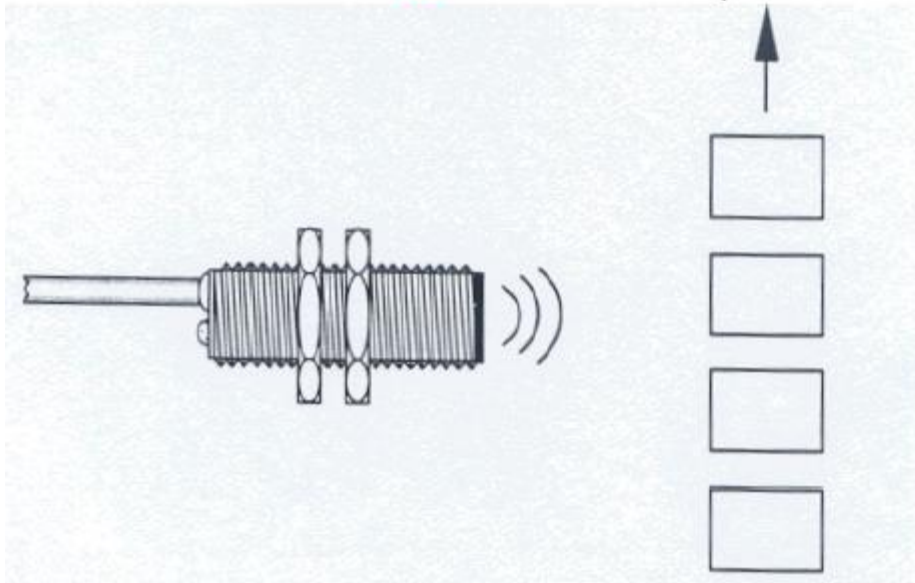
Sensores de Presencia Inductivos:

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



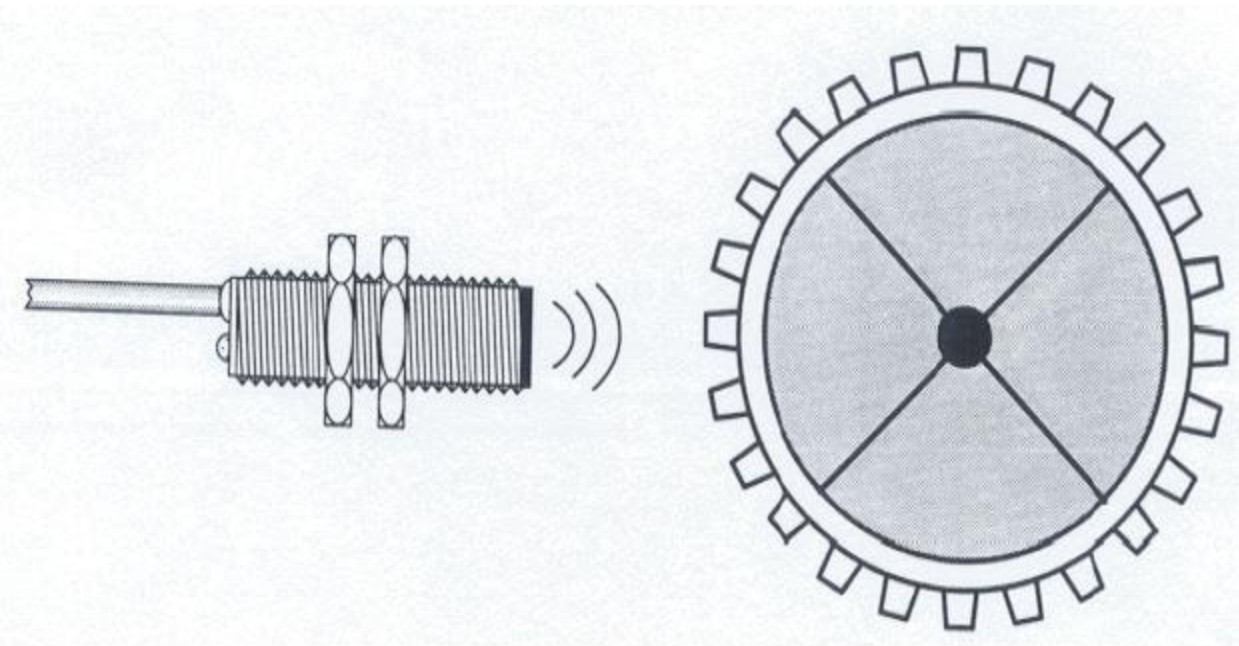
Sensores de Presencia Inductivos:

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



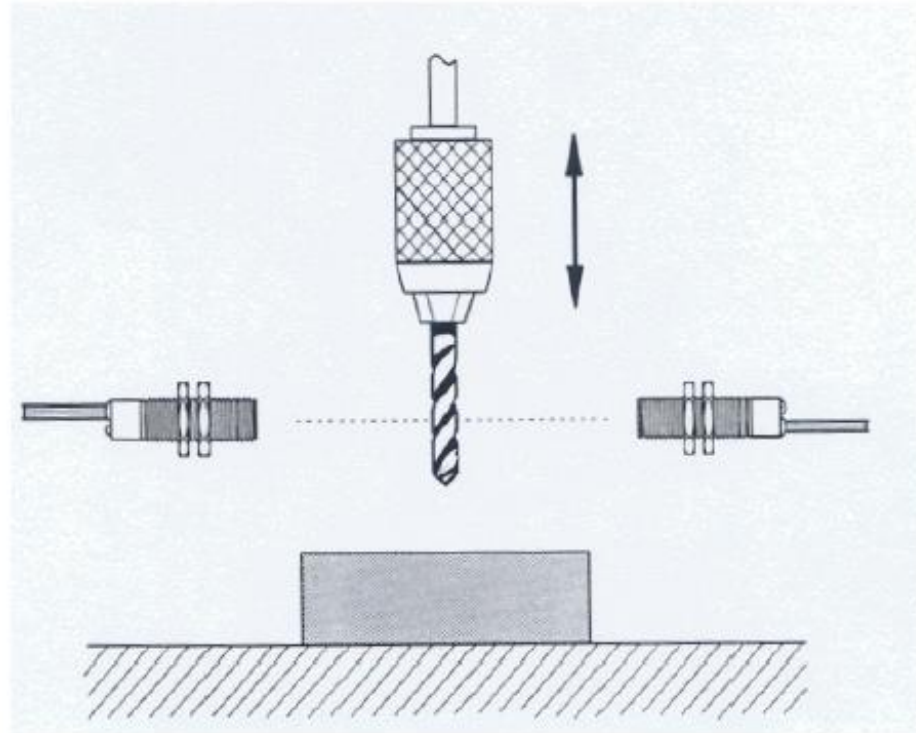
Sensores de Presencia Inductivos:

- Medición de velocidad de rotación
 - Engranajes,



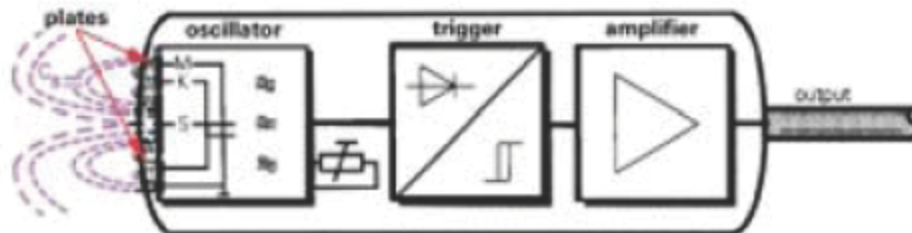
Sensores de Presencia Inductivos:

- Supervisión de herramientas
- Verificación de rotura de una broca



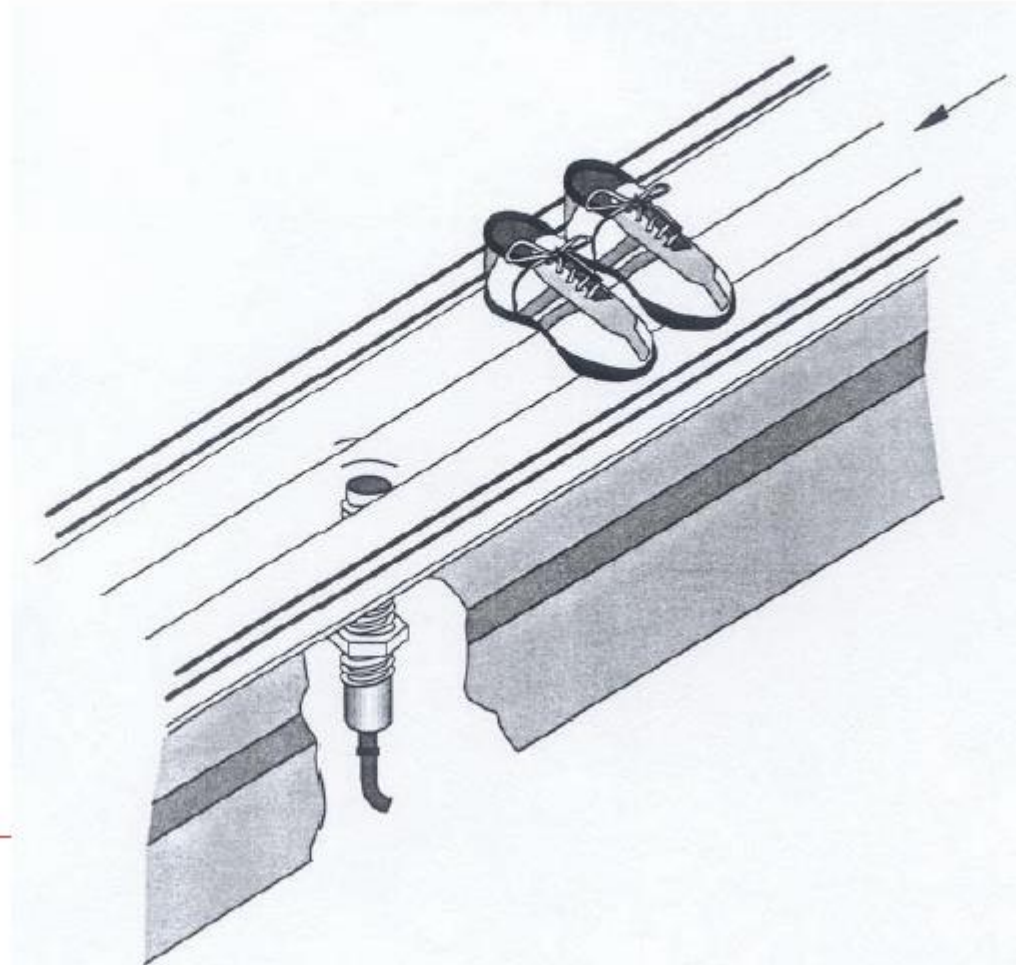
Sensores Capacitivos:

- Su medida se basa en el cambio de la capacitancia que experimenta un condensador al introducir un objeto en su cercanía.
- Permiten detectar materiales metálicos y no metálicos
 - Polvos, granulados
 - Líquidos
 - Sólidos
- En general son menos precisos que los sensores inductivos
- Aplicaciones típicas
 - Medida de nivel de tanques
 - Detección de objetos no metálicos como vidrio, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc



Sensores Capacitivos:

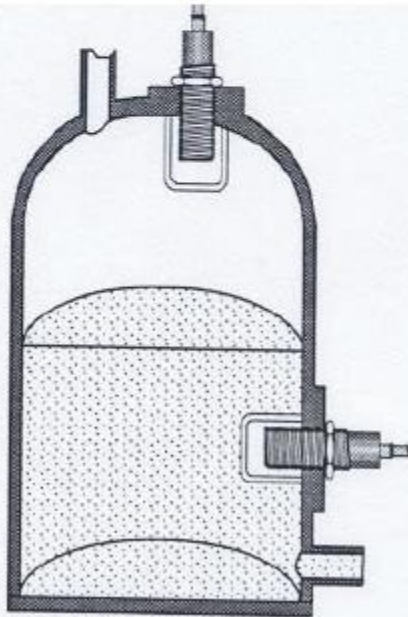
- Aplicaciones
 - Detección de suelas de goma negras



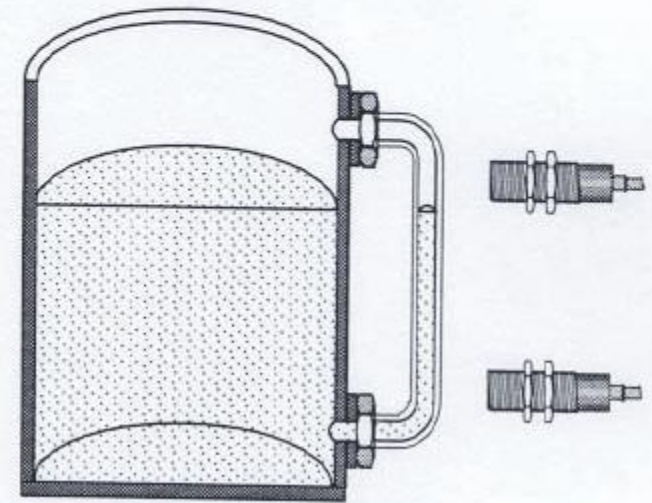
Sensores Capacitivos:

- Aplicaciones
 - Nivel de llenado de líquidos
 - Sensor de proximidad capacitivo, encapsulado en plástico o en cristal de cuarzo
 - A través de un tubo de plástico o vidrio

a)



b)

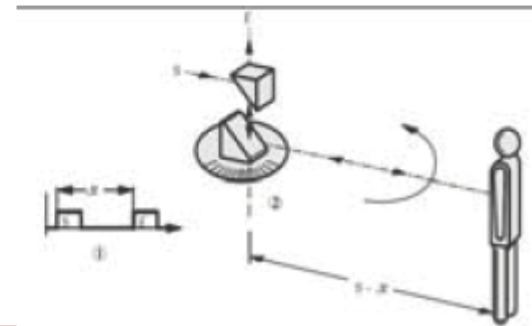
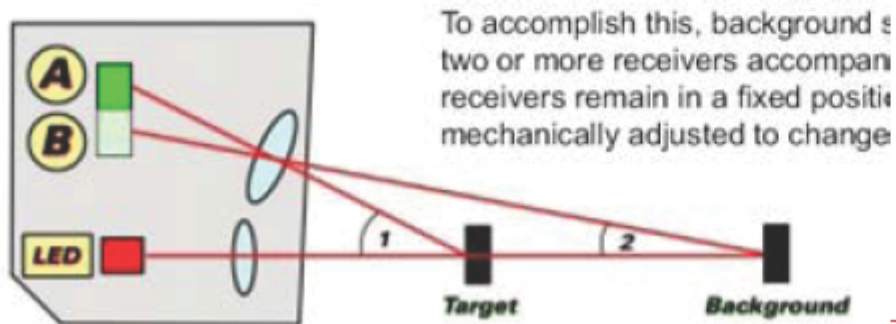


Sensores Opticos

- Su medida se basa en la transmisión de un rayo de luz y su posterior recepción.
- Tecnologías:
 - LED, infrarrojo
 - Láser
- Configuraciones:
 - **a) Emisor y receptor separados:** En el funcionamiento normal, el emisor emite luz y el receptor la recibe. La detección se efectúa por corte del haz. La instalación puede ser complicada si la distancia es grande, ya que emisor y receptor se deben alinear. Presencia de objetos, puertas de garaje (25m, láser 60m).
 - **b) Emisor y receptor juntos (retro-reflectivos):** Similar al anterior, pero necesitan de la instalación de un espejo para conseguir reflejar el rayo. Detección por corte del haz. Instalación más sencilla. (12m, laser 30m, mitad de la distancia aprox. comparado con los anteriores).
 - **c) Difusos:** La detección se obtiene por la reflexión del haz sobre el objeto en todas direcciones. Cuando no hay objeto, el sensor no recibe luz. Cuando la luz reflejada es suficiente, el receptor se activa y se detecta el objeto (depende de las propiedades del material. P.e. un objeto negro mate absorbe toda la energía y no es detectado) (0-400mm, según modelos).
 - **d) Emisores-captadores de luz por reflexión con borrado de fondo:**
 - Pueden detectar objetos hasta una distancia de reflexión determinada. Todo lo que queda de fondo se borra.
 - El nivel del foco se puede modificar.

Sensores Opticos:

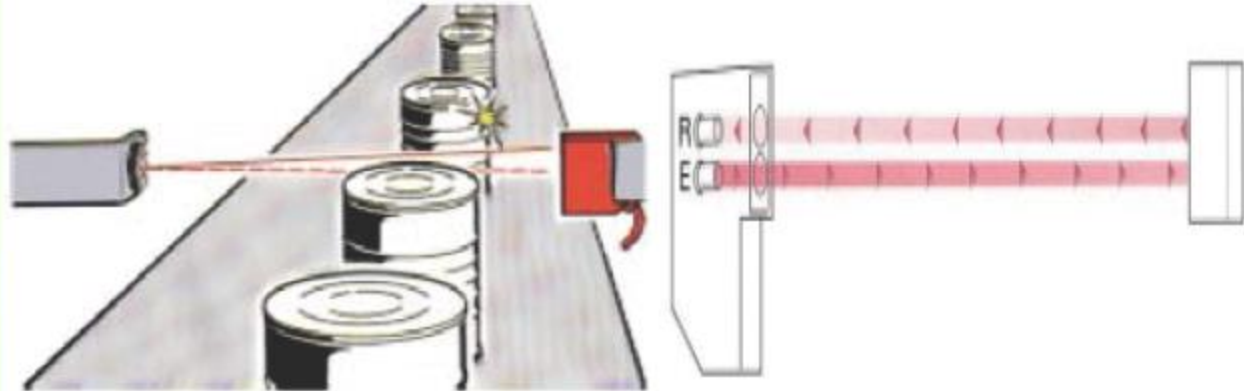
- **Medida de distancia:** Dos soluciones:
 - 1) Basada en un LED. El LED emite luz. Ésta es reflejada por el objeto con un ángulo determinado, que depende de la distancia. La luz reflejada es recogida sobre una superficie (PSD, similar a una CCD) que permite estimar el ángulo de la luz incidente.
 - 2) Basada en tecnología láser. El sensor emite un rayo de luz láser y mide el tiempo empleado por el rayo en viajar el doble de distancia hasta el obstáculo. Aplicaciones: Protección de acceso a máquinas. Interfaces con PLCs. Posibilidad para el control dimensional (0-7m, según modelos, precisión de 2-5cm).



Sensores Opticos:

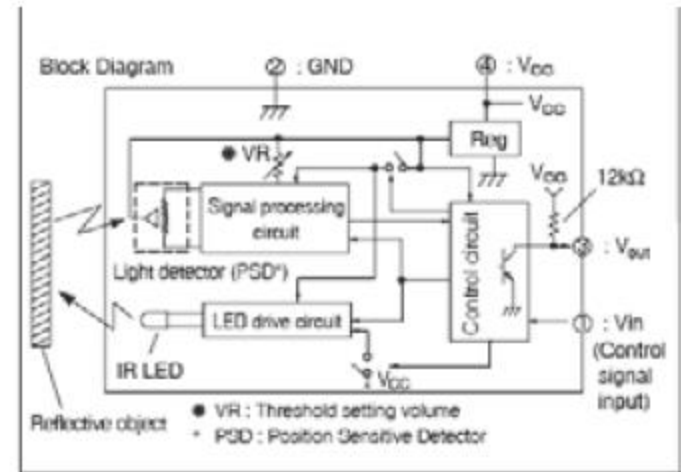
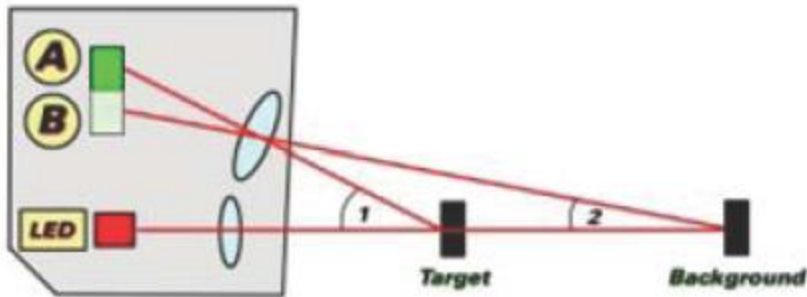


a)



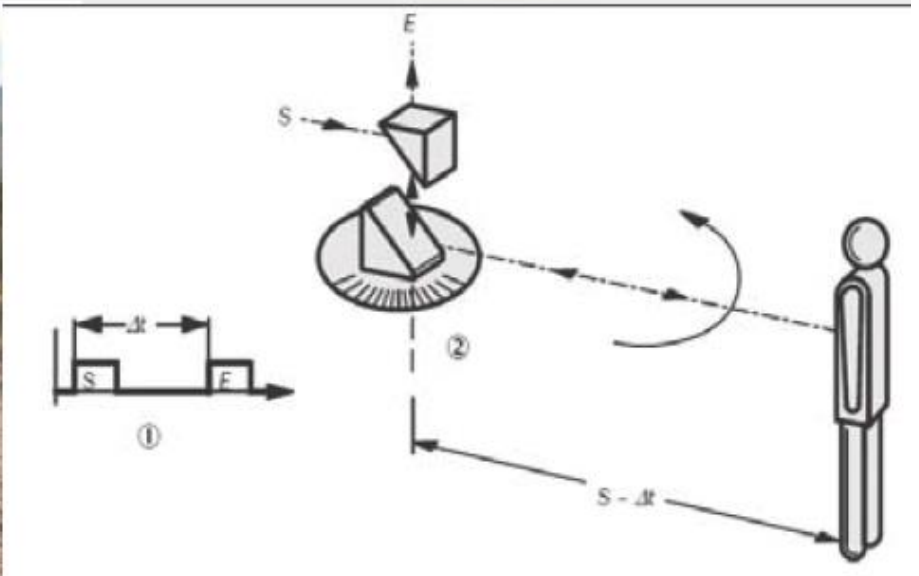
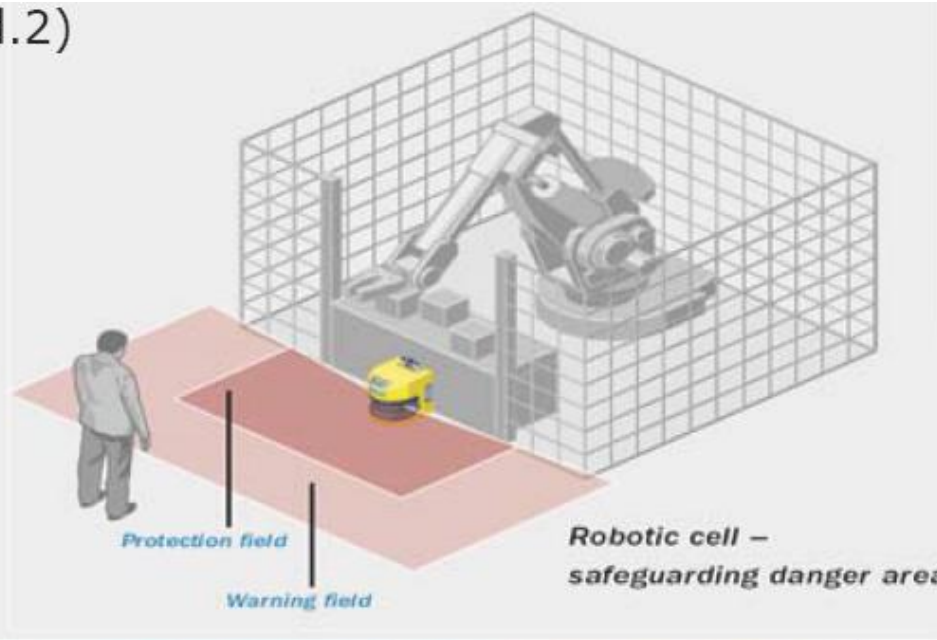
b)

c)



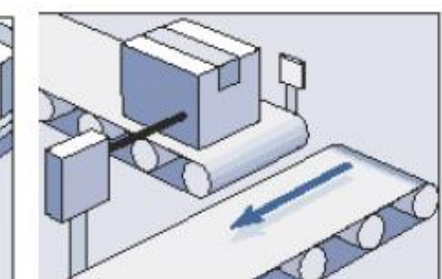
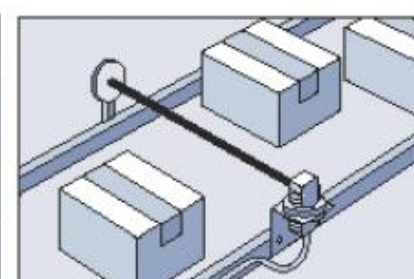
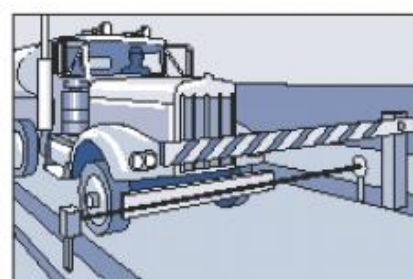
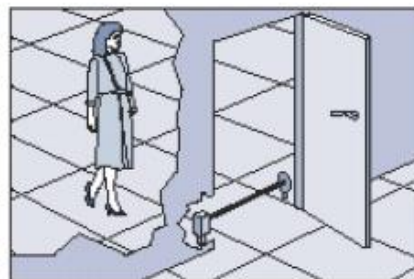
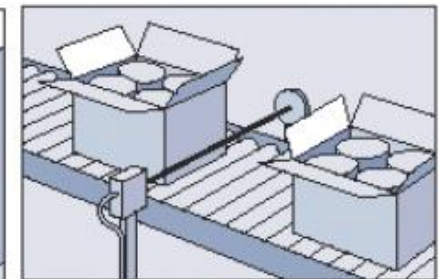
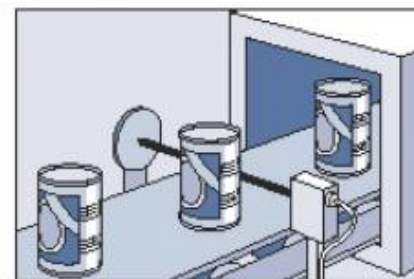
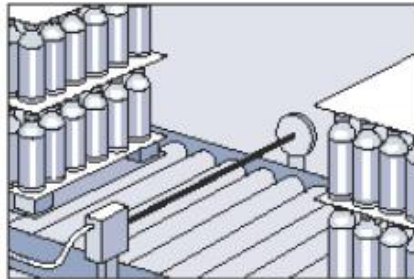
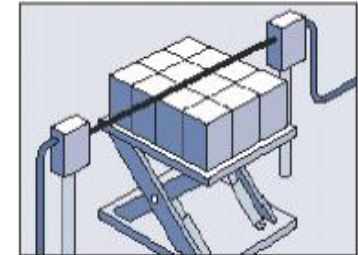
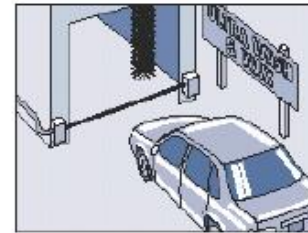
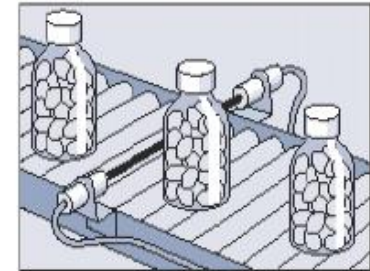
Sensores Opticos:

d.2)



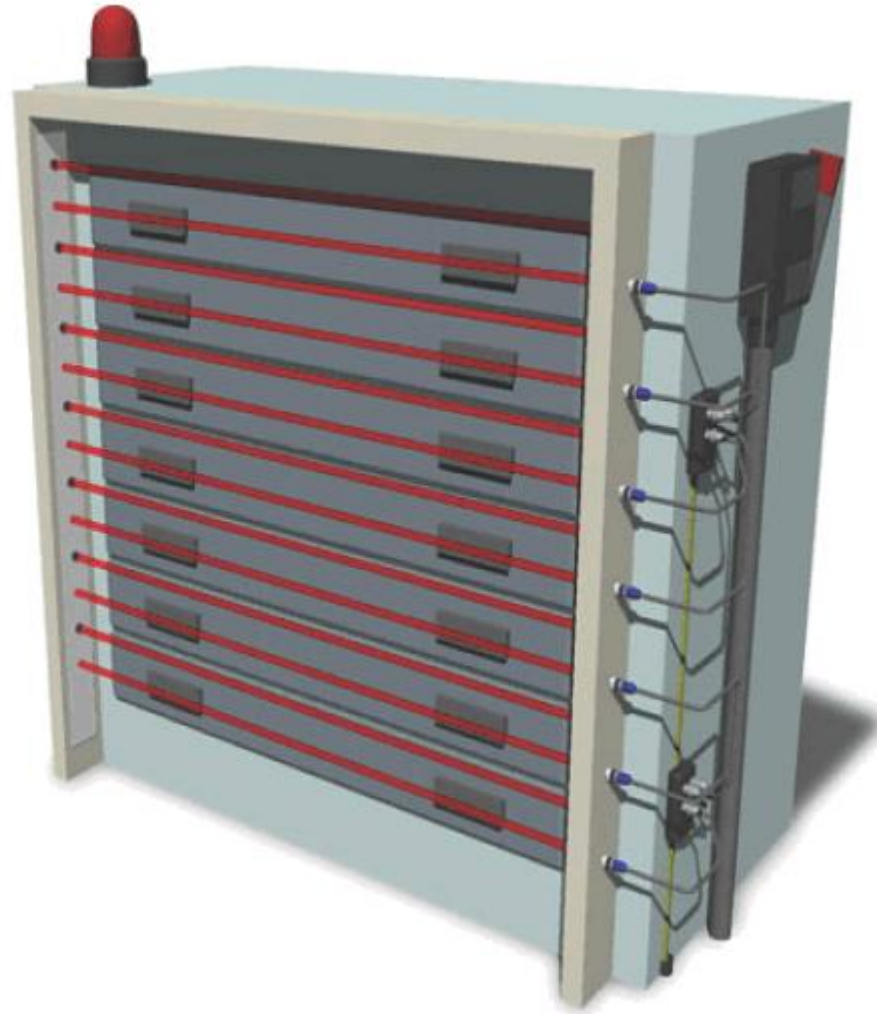
Sensores Opticos:

- Aplicaciones
 - Verificando objetos en envases transparentes
 - Altura
 - Lavado de coches



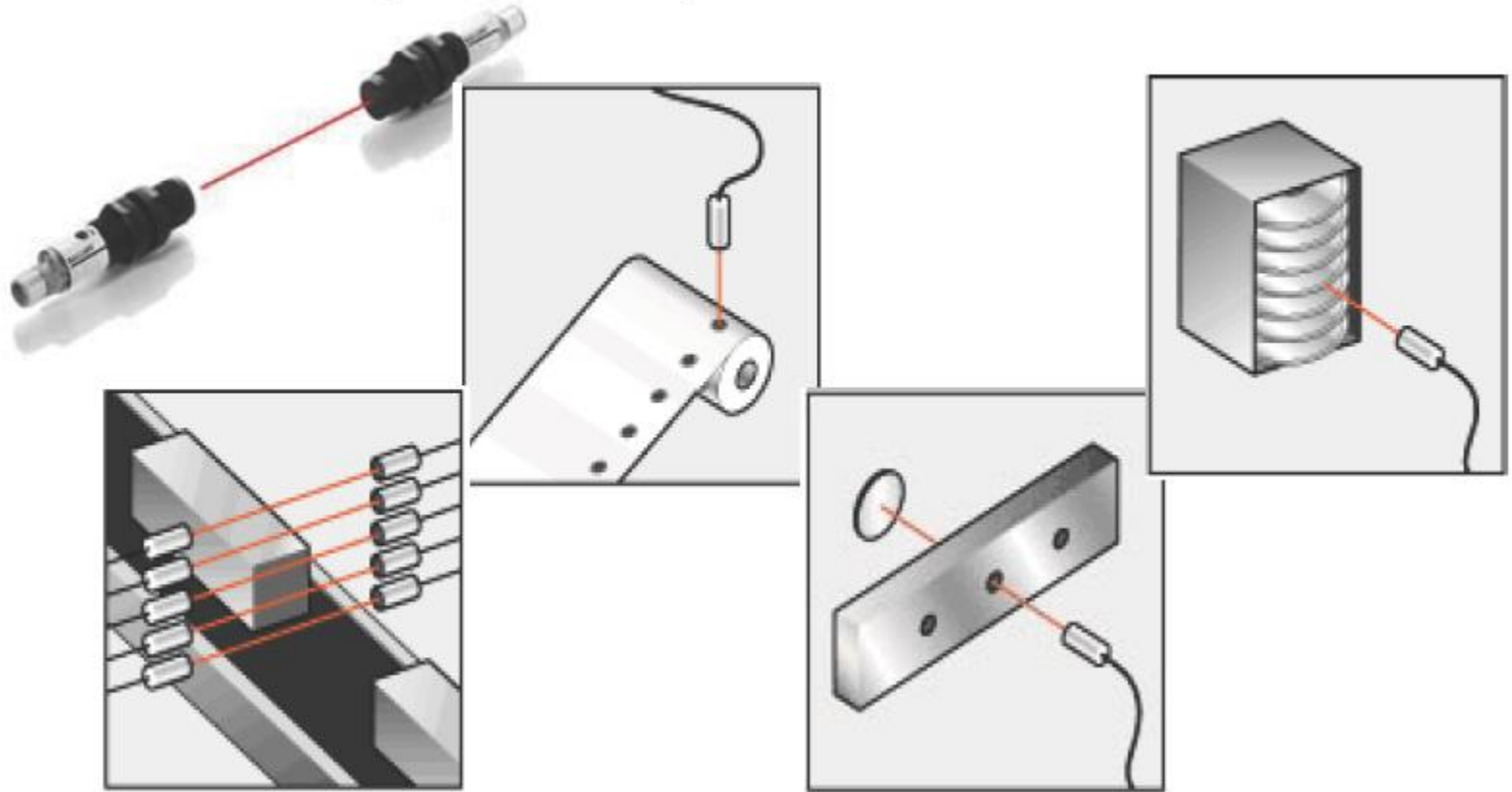
Sensores Ópticos:

- Fotocélulas formando una barrera.



Sensores Opticos:

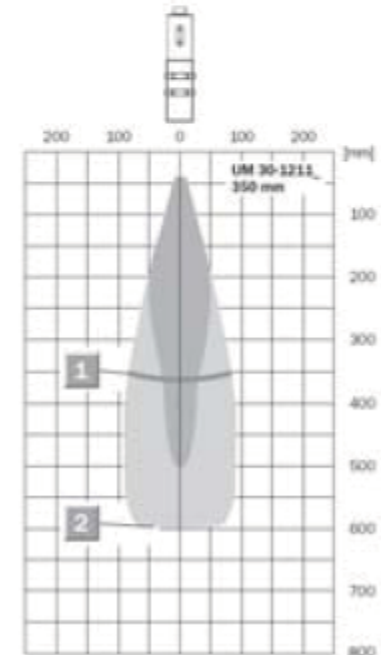
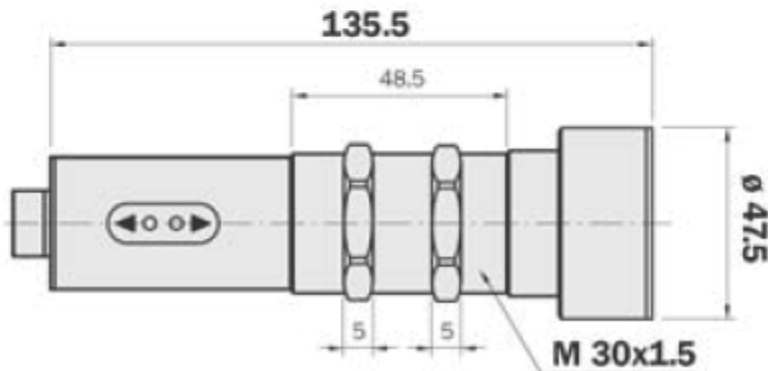
- Laser:
- Presencia y conteo de objetos



Sensores Acústicos:

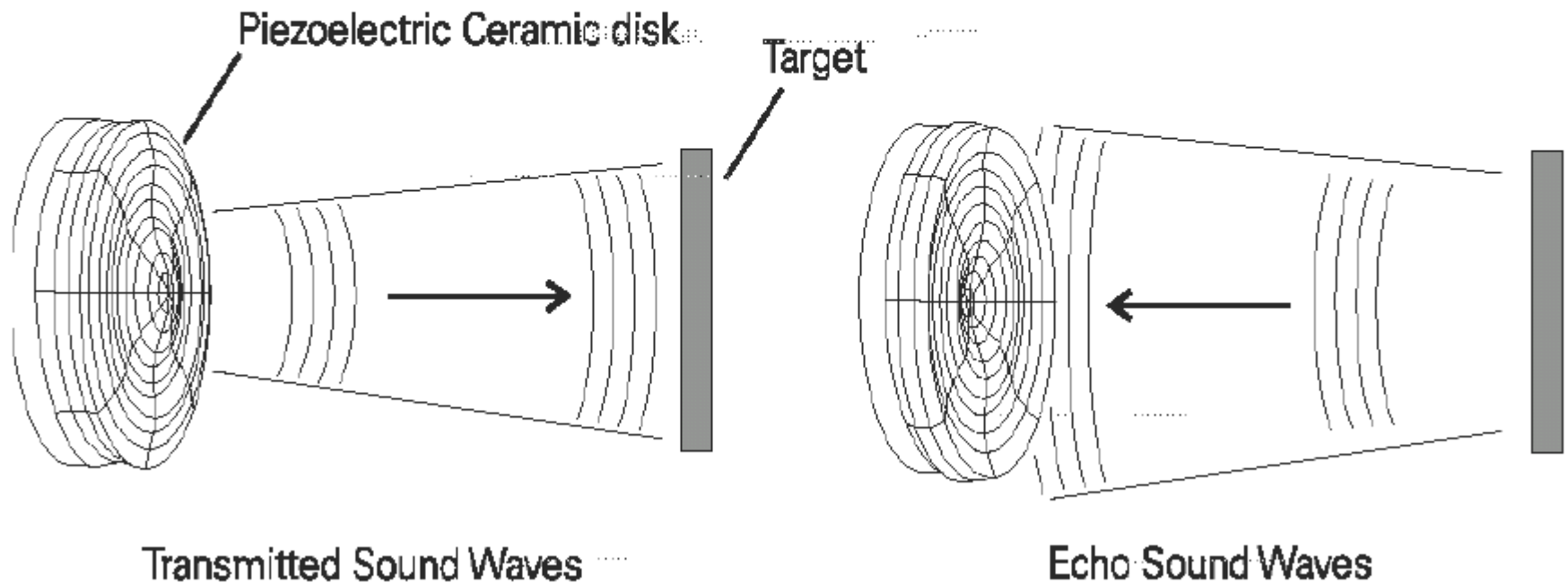
- ❑ Su medida se basa en la transmisión del sonido por el medio. El emisor emite un impulso acústico. El objeto a detectar refleja las ondas sonoras que son captadas por el receptor.
- ❑ Permite detectar objetos transparentes, líquidos, cristal, plástico.
- ❑ Detectan cualquier objeto que se encuentra dentro del haz
- ❑ Posibilidades
 - Objeto/no objeto
 - Medidas de distancia por el tiempo de vuelo. La medida depende de la temperatura.
 - Llenado de tanques

UM 30-14111



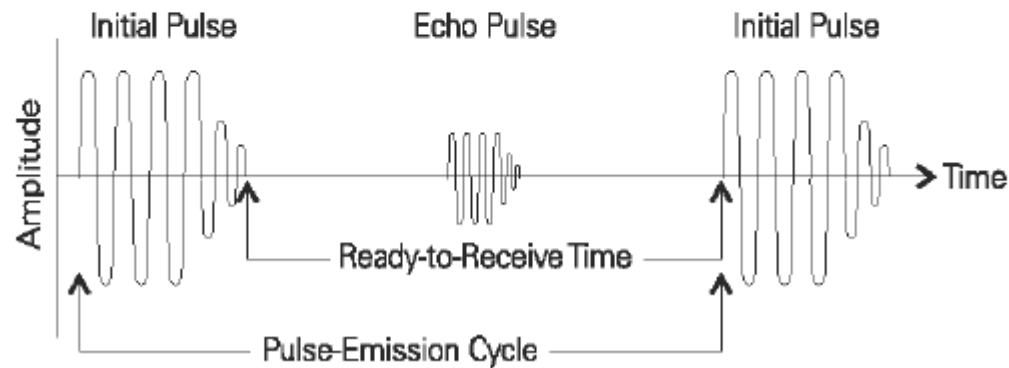
Sensores Acústicos:

- Sensores de proximidad ultrasónicos
 - Emiten sonido en el rango inaudible a cualquier frecuencia
 - Recibe el eco



Sensores Acústicos:

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



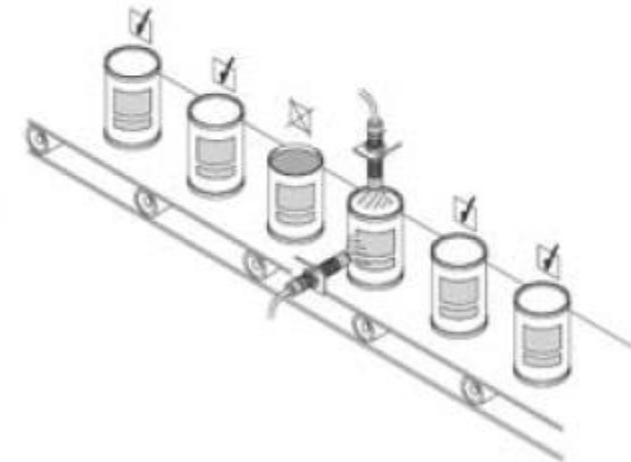
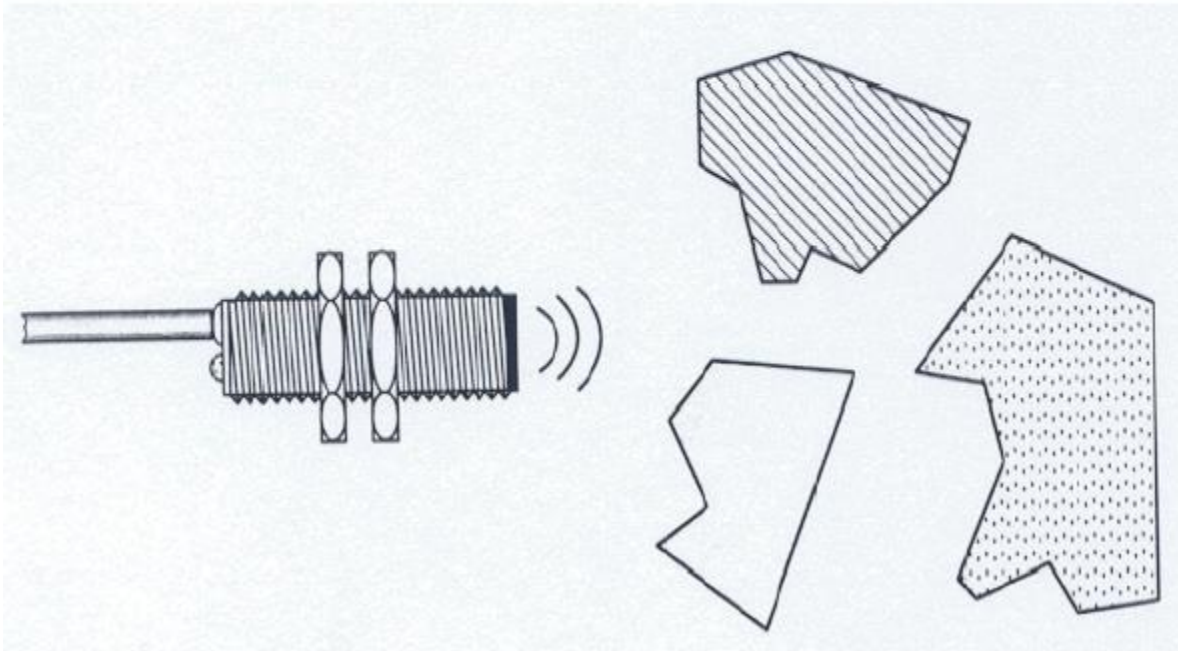
Criterio de Selección Sensores de Proximidad

Resumen:

MATERIAL		DISTANCIA DETECCIÓN	TIPO SENSOR
SÓLIDO	METÁLICO	< 50mm	<i>Inductivo</i>
		> 50mm	<i>Ultrasónico u óptico</i>
	NO METÁLICO	< 50mm	<i>Capacitivo</i>
		> 50mm	<i>Ultrasónico u óptico</i>
LÍQUIDO	TRANSPARENTE	< 50mm	<i>Capacitivo</i>
		> 50mm	<i>Ultrasónico</i>
	OPACO	< 50mm	<i>Capacitivo</i>
		> 50mm	<i>Óptico</i>
POLVO O GRANULADO	METÁLICO	< 50mm	<i>Inductivo</i>
		> 50mm	<i>Ultrasónico</i>
	NO METÁLICO	< 50mm	<i>Capacitivo</i>
		> 50mm	<i>Ultrasónico</i>

Sensores Capacitivos, Inductivos y Opticos:

- Se pueden utilizar varios para la discriminación de materiales
 - Detección de material, para suministrar o clasificar material
 - Cada sensor dará respuestas diferentes en función de las características del material.

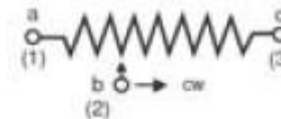
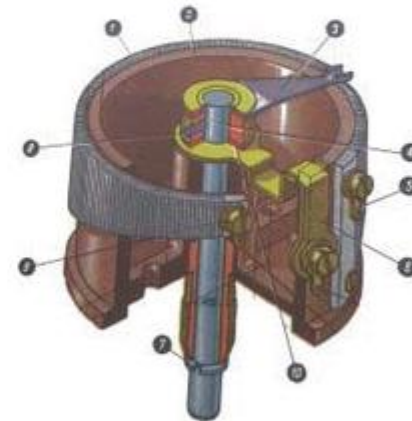


Transductores de Posición:

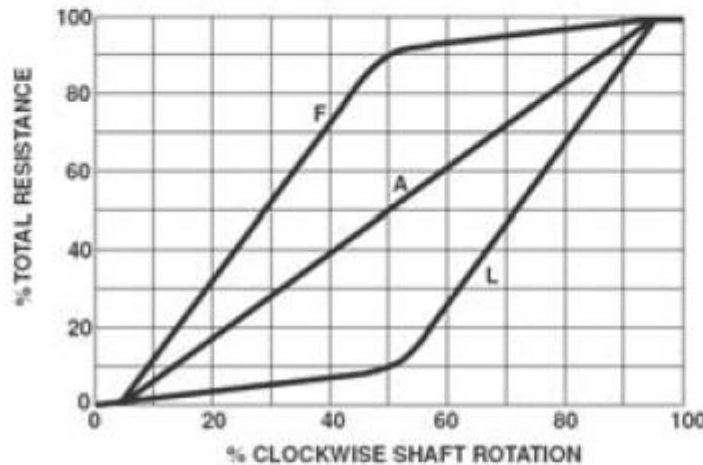
- Podemos encontrar:
 - Detectores de presencia o proximidad: Tip. Respuesta todo/nada, tb analógica
 - Inductivos
 - Capacitivos
 - Ópticos
 - **Medidores de posición/orientación**
 - **Algunos de los anteriores**
 - **Potenciómetros**
 - **Encoders**
 - Transductores de pequeñas posiciones/deformaciones
 - LVDT
 - Galgas extensométricas
 - Sensores piezoeléctricos

Potenciómetros:

- El potenciómetro nos da una medida analógica de posición/orientación absoluta de un eje.
 - Una vuelta, Multi-vuelta (orientación)
 - 0-1m en medida lineal.
- Es un sensor resistivo: La resistencia entre los contactos a-b varía de forma aprox. lineal al mover el cursor.

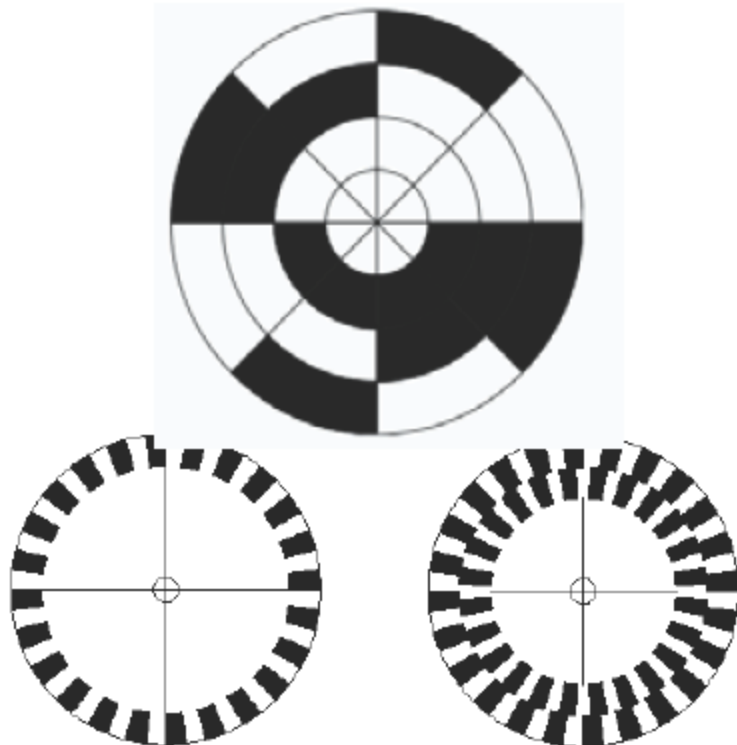
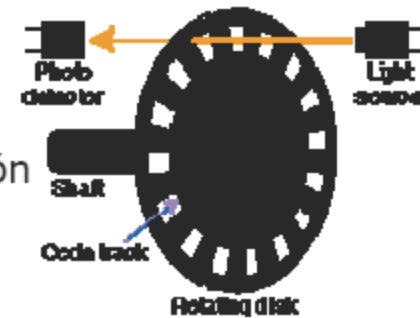


RESISTANCE LAWS



Encoders:

- ❑ Rotor solidario a un disco con bandas opacas y translúcidas alternadas.
- ❑ Emisores ópticos: LED emite luz.
- ❑ Detectores ópticos: Detectan una banda u otra.
- ❑ Incrementales: Generalmente en cuadratura. Dos canales A y B. Posición incremental y sentido de giro.
- ❑ Absolutos: Codificación absoluta de la posición del eje. Cada posición está codificada con un código único.
- ❑ Aplicaciones: Control de giro de motores. Medida de la velocidad de giro.



1 Incremental



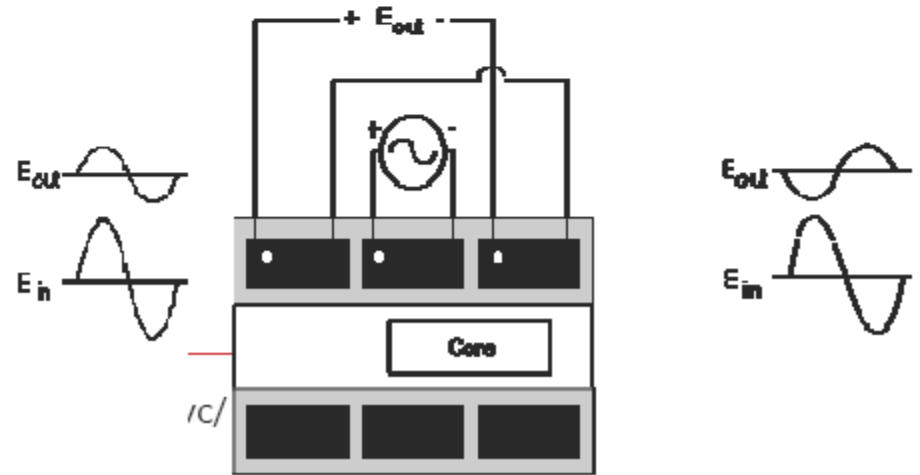
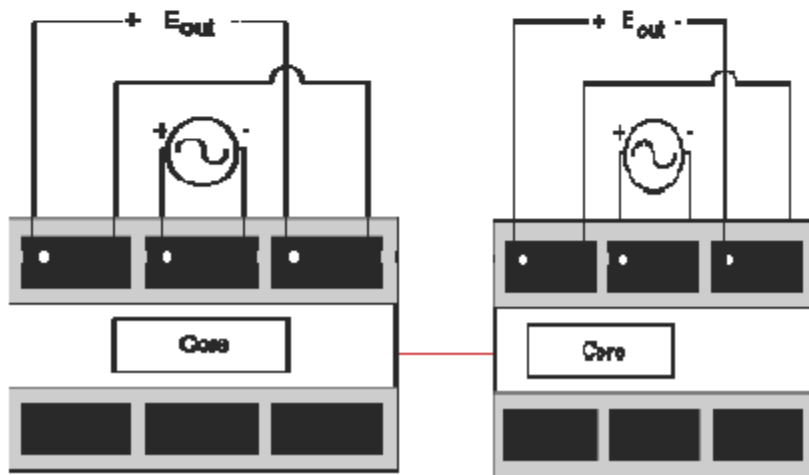
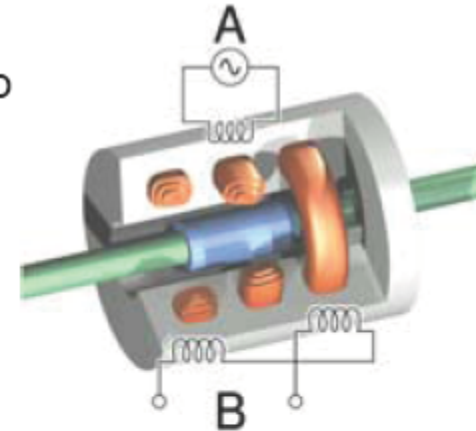
2 Absolute

Transductores de Posición:

- Podemos encontrar:
 - Detectores de presencia o proximidad: Tip. Respuesta todo/nada, tb analógica
 - Inductivos
 - Capacitivos
 - Ópticos
 - Medidores de posición/orientación
 - Algunos de los anteriores
 - Potenciómetros
 - Encoders
 - **Transductores de pequeñas posiciones/deformaciones**
 - LVDT**
 - Galgas extensométricas**
 - Sensores piezoeléctricos**

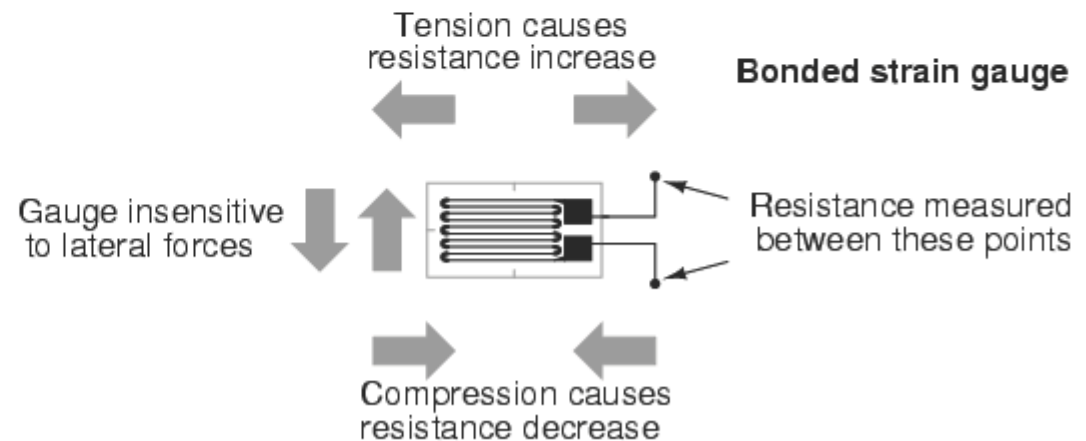
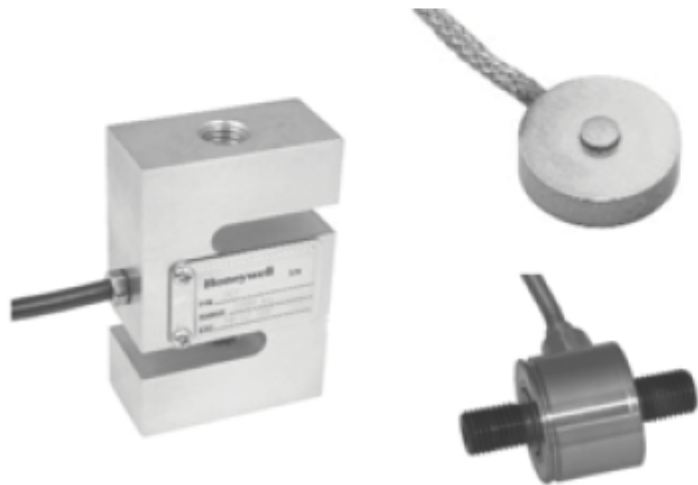
LVDT Linear Variable Differential Transformer:

- ❑ Es, en esencia, un transformador.
- ❑ Un primario y dos secundarios acoplados mediante un núcleo móvil, solidario a un vástago.
- ❑ El desplazamiento del vástago influye en la relación de transformación. La amplitud de la onda de salida indica la posición.
- ❑ Características:
 - ❑ Muy buena precisión (hasta 5 nm).
 - ❑ Salida analógica
 - ❑ No hay contacto entre primario y secundario.
 - ❑ Aplicaciones con riesgo de chispa.



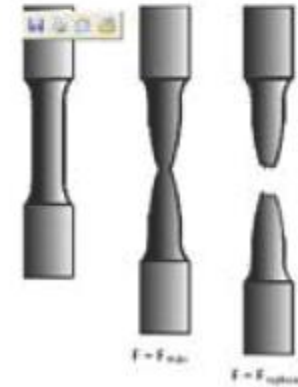
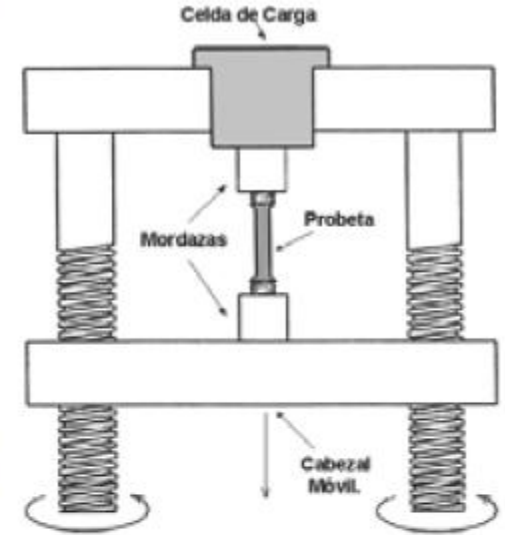
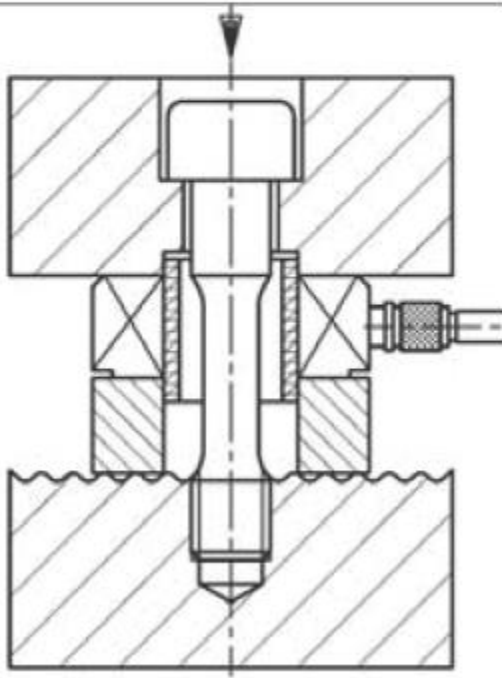
Galgas Extensiométricas:

- Su medida se basa en el cambio de resistencia experimentado al sufrir el material una deformación.
- Galga basada en semiconductores. Generalmente montaje en pte. Wheatstone. Necesario circuito de alimentación y conversión. Interfaces RS-232.
- Acoplados a una pieza "deformable". Se puede derivar una medida de fuerza a partir de la deformación.
- Fuerzas a tracción y compresión. Linealidad tip. 1%Rango.
- Medidas hasta cierta frecuencia. No es un sensor demasiado rápido.



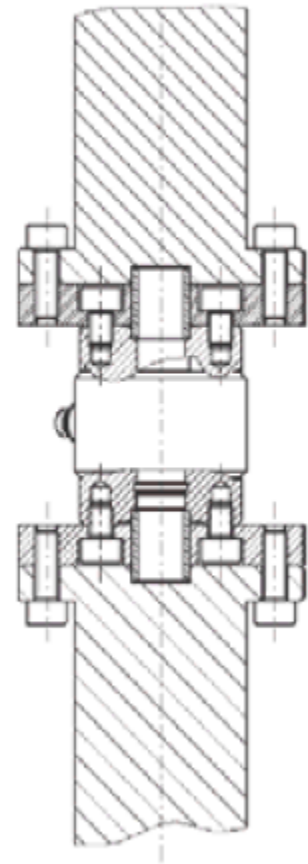
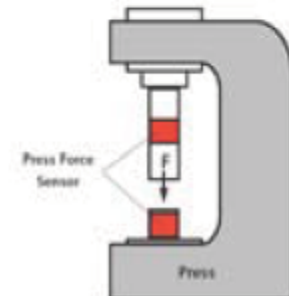
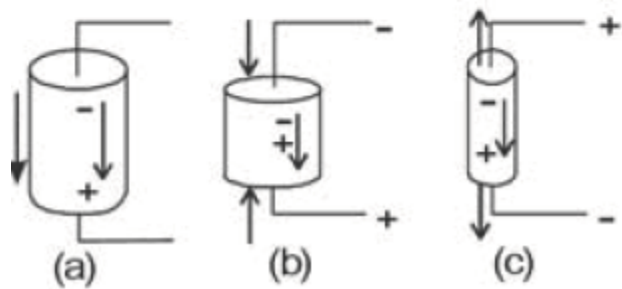
Galgas Extensiométricas:

- Aplicaciones típicas:
 - Pesaje.
 - Máquinas de ensayos.
 - Medida de fuerzas en máquinas



Sensores Piezoeléctricos:

- ❑ Sensor basado en material piezoeléctrico (cuarzo)
- ❑ Efecto piezoeléctrico: El sensor genera una carga en respuesta a una deformación.
- ❑ Acoplados a una pieza "deformable". Se puede derivar una medida de fuerza a partir de la deformación. $Tip = -4pC/N$.
- ❑ Necesitan de un circuito conversor carga-voltaje.
- ❑ La carga decae en el tiempo (existe una corriente residual). Las medidas no son válidas en $t = \infty$. En la práctica tienen un drift = 50mN/s
- ❑ Medidas de fuerza muy rápidas: Impactos, vibraciones.
- ❑ Tracción y compresión con sensores precargados.

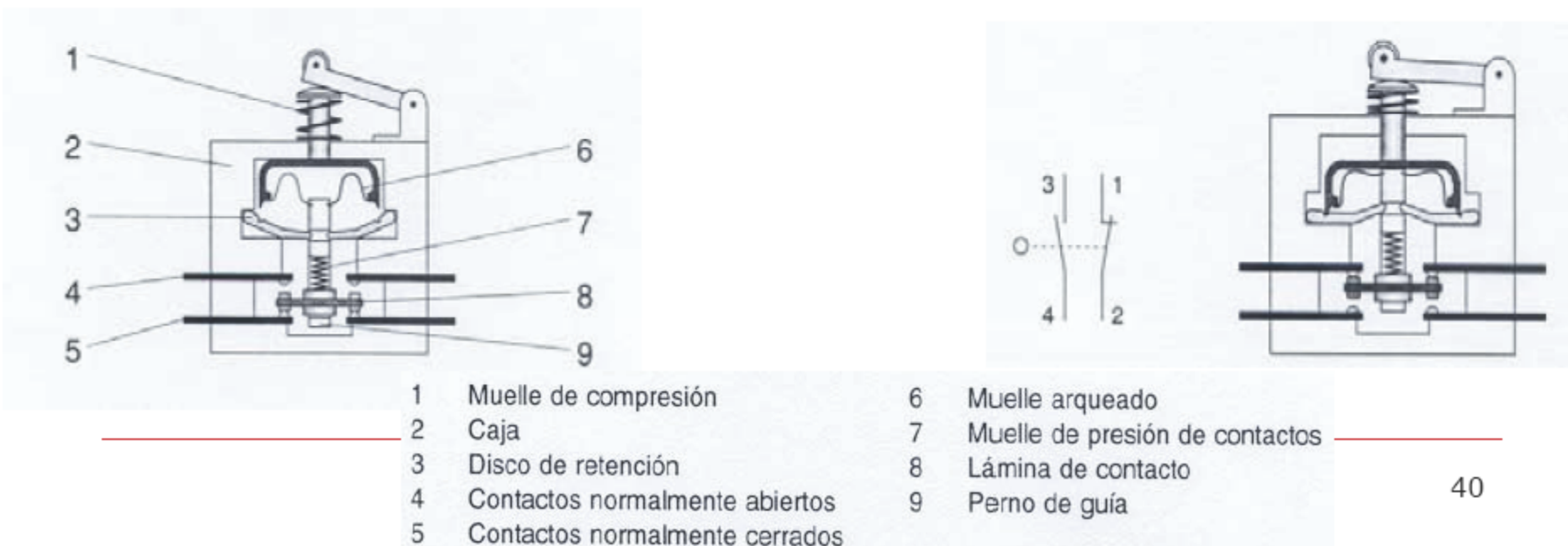


Sensores de velocidad y aceleración:

- Transductores de velocidad:
 - Tacogeneradores. Dinamo.
 - Generadores de impulsos. Basados en sensores ópticos y encoders.
- Acelerómetros: Basados en sensores piezoeléctricos, capacitivos.
- Medidas de temperatura:
 - Termopares. Basados en el efecto Seebeck (unión de dos metales a cierta temperatura produce un voltaje cuando este se calienta)
 - Termoresistencias: Basados en el cambio de resistencia experimentado por el material. Pt100 (Platino, 100 Ohm a 0°C). PTC, NTC (Positive/Negative Temperature Coefficient) basados en semiconductores.

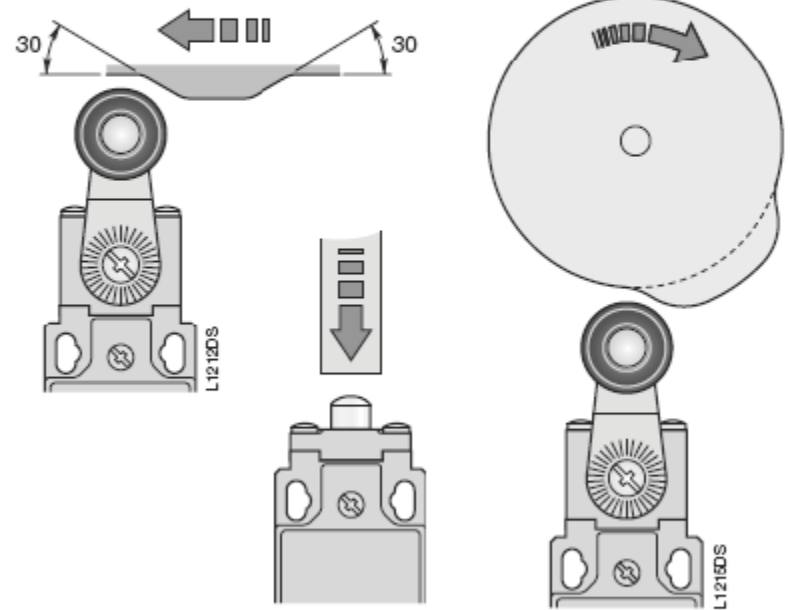
Microrruptores, finales de carrera:

- Se pueden considerar detectores 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.



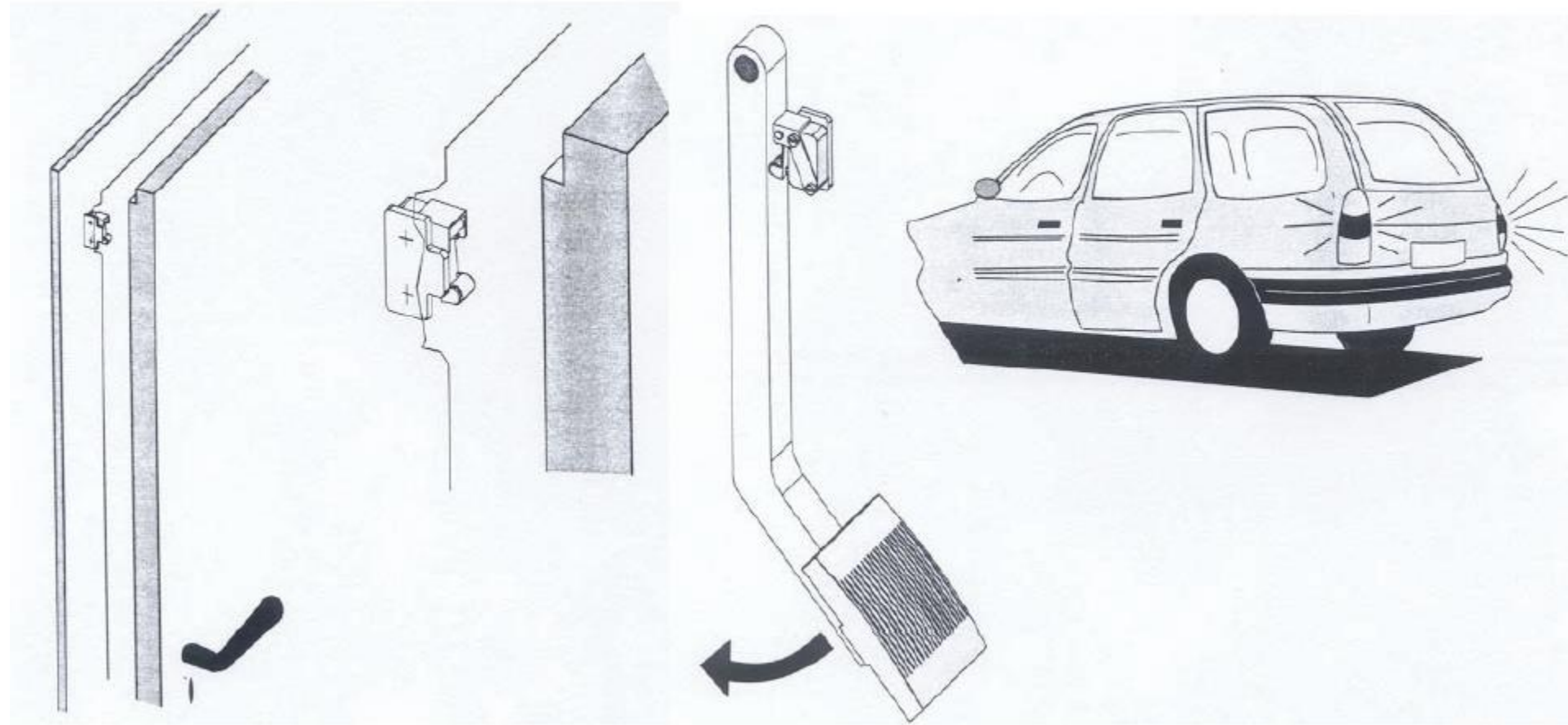
Microrruptores, finales de carrera:

- ❑ Detectan el final de carrera por contacto. Una barra basculante mueve directamente un interruptor. Vuelve a la posición anterior por medio de un muelle.
- ❑ Se pueden considerar como detectores de presencia (con contacto).
- ❑ Aplicaciones:
 - Detección de 2 o más posiciones en la parte de una máquina.
 - Detección de un objeto al final de una cinta transportadora.
 - Puertas, elevadores, ascensores

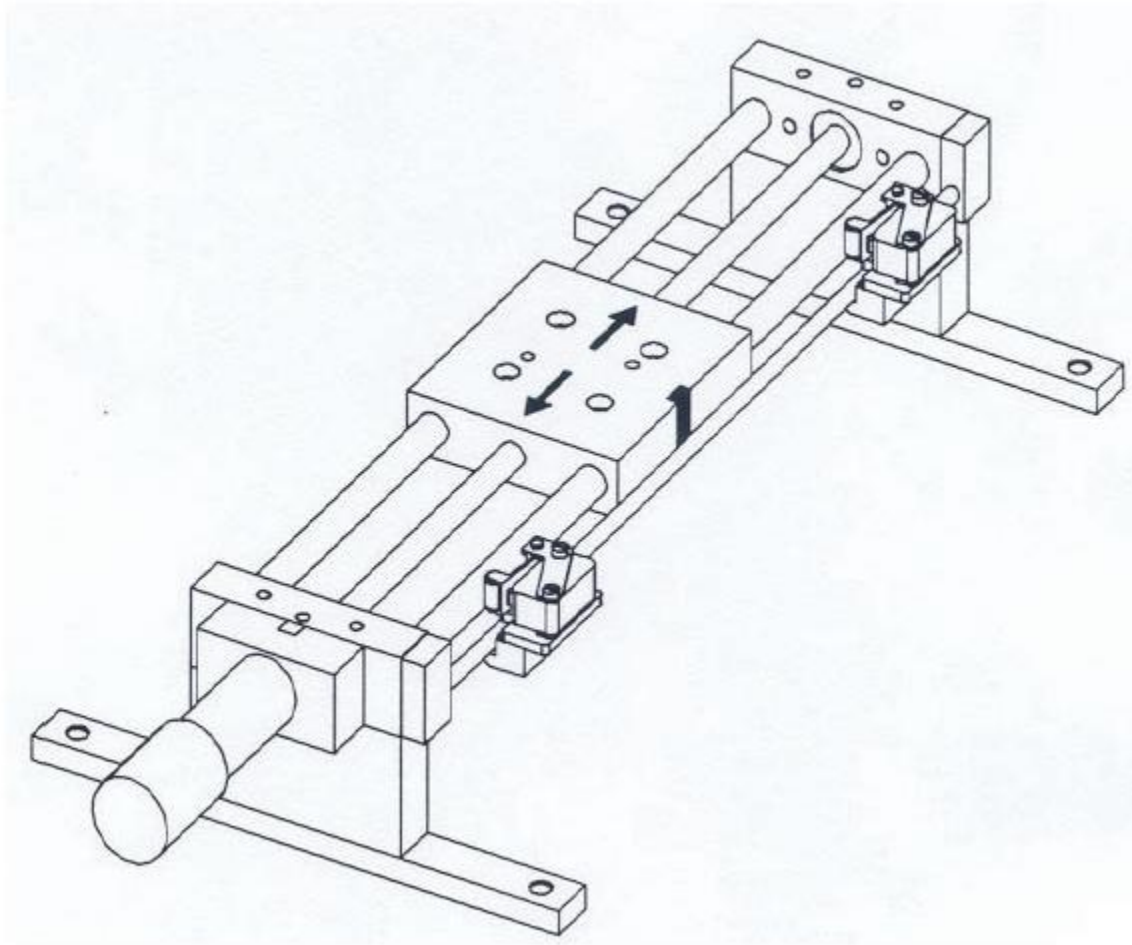


Microrruptores, finales de carrera:

- Ejemplos de uso de interruptores electromecánicos

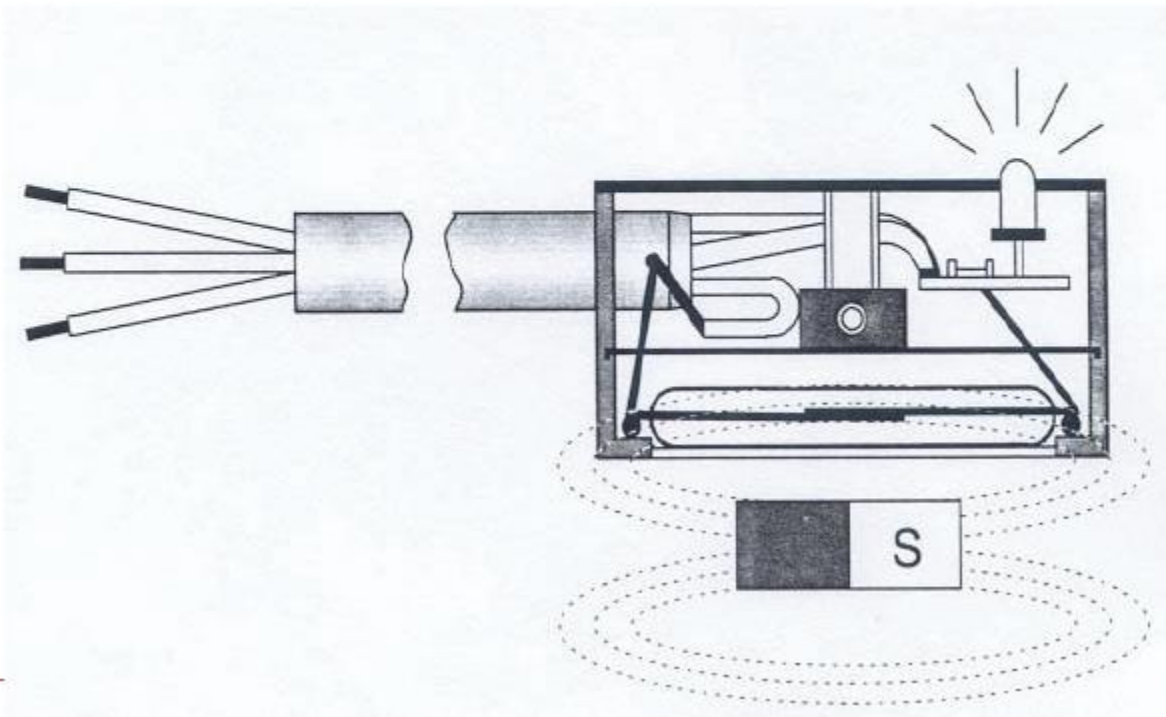


Microrruptores, finales de carrera:



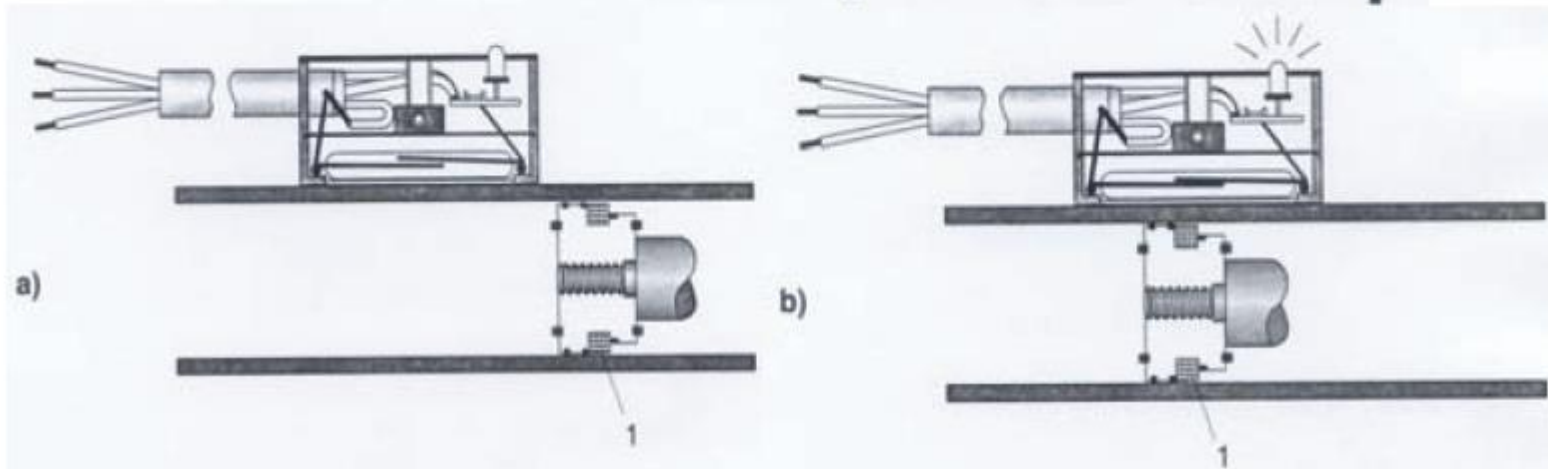
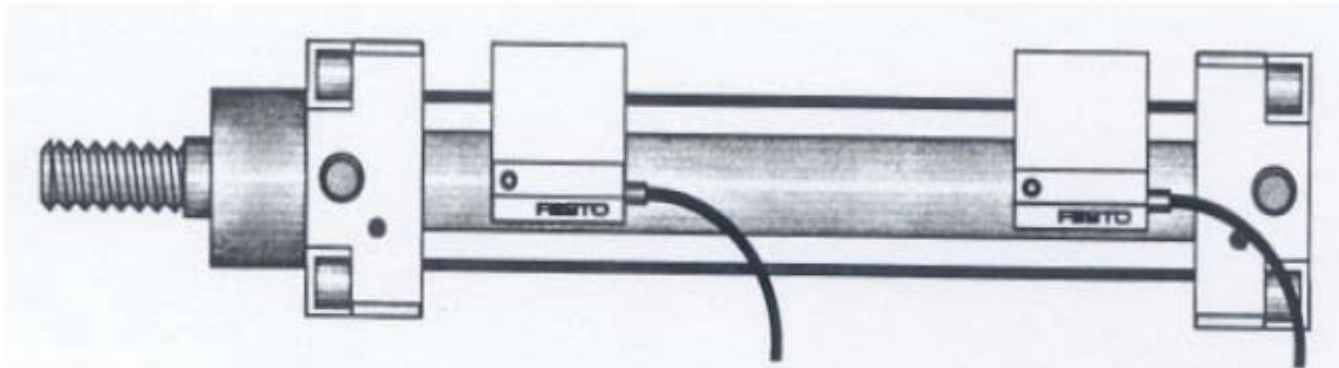
Sensores Magnéticos:

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




Sensores Magnéticos:

- Ejemplos de aplicación
 - Detectores de posición de cilindros



Indice:

- Introducción
- Clasificación
- Sensores
 - Transductores de posición
 - Detectores de presencia
 - Medidores de posición
 - Transductores de pequeños desplazamientos/deformación
 - Transductores de velocidad
 - Acelerómetros
 - Medidas de temperatura
 - Finales de carrera, microinterruptores
-  Actuadores
 - Neumáticos
 - Eléctricos
 - Hidráulicos
- Elemento Final de Control

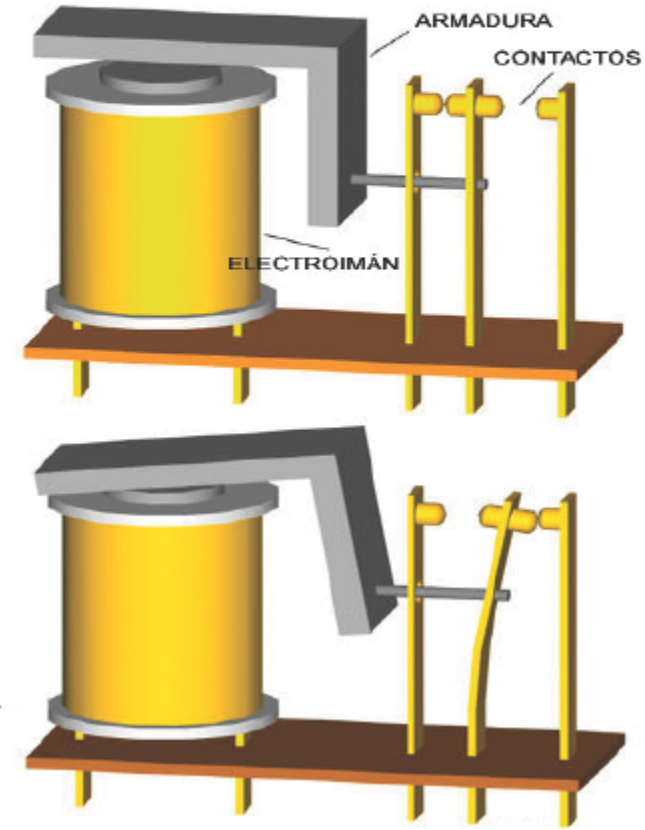
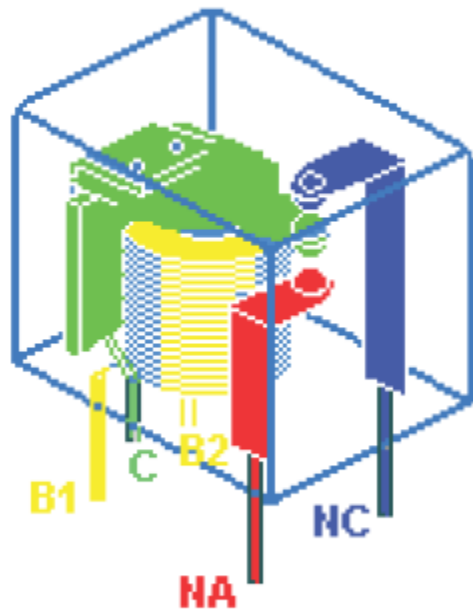
Actuadores:

- Actuador: Elemento capaz de intervenir en el proceso que pretendemos controlar.

- Clasificación:
 - Según el tipo de energía empleada:
 - Accionamientos eléctricos.
 - Accionamientos neumáticos.
 - Accionamientos hidráulicos.
 - Accionamientos térmicos.

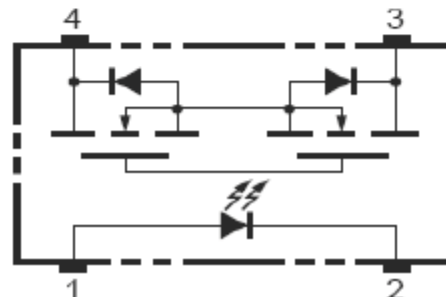
Accionamientos Eléctricos:

- **Relés:** Conectan o desconectan una o varias líneas eléctricas mediante la excitación de un electroimán o bobina de mando. El electroimán, al ser excitado, mueve un contacto eléctrico entre dos posiciones.
- En el ejemplo, cuando se aplica un voltaje entre B1 y B2, la bobina se excita y atrae el contacto hasta el terminal NA, cerrando así el circuito.



Accionamientos Eléctricos:

- ❑ Permiten al autómatas accionar potencias mayores. El relé necesita de poca potencia para ser accionado y es capaz de conducir gran cantidad de corriente (motores, máquinas).
- ❑ Proporcionan una separación eléctrica entre el autómatas y el circuito que se gobierna.
- ❑ Características:
 - **Tensión de mando y corriente de mando:** Tensión y corriente de alimentación de la bobina de mando (AC o DC). El autómatas deberá ser capaz de proporcionarla para poder manejar el relé.
 - **Potencia de empleo:** Voltaje y corriente máxima que puede dar de salida.
 - **Tiempos de accionamiento:** tiempos que tarda en abrir y cerrar el circuito. Típ. del orden de ms.
- ❑ Relés de estado sólido: Basado en silicio. Encapsulado. Optoacoplado (según figura). El LED se acciona por niveles lógicos y excita un transistor, tiristor o triac. Tiempos de respuesta menores.

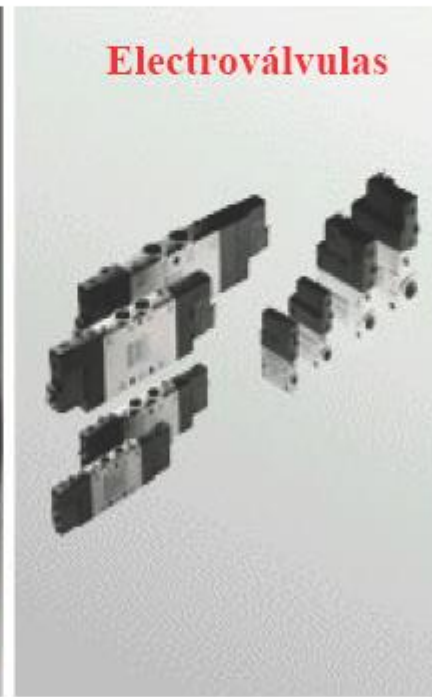


Motores Eléctricos:

- De corriente continua: Par de arranque alto. Desgaste de las escobillas.
- De corriente alterna: Ausencia de escobillas
 - Asíncronos: Deslizamiento entre rotor y estátor necesario para la generación de par. Accionados por variadores de frecuencia.
 - Síncronos: *Brushless* en la práctica. Alimentados con D.C. Campo magnético en el rotor generado por tierras raras. Campo magnético giratorio en el estátor generados mediante PWM.
- En la práctica el motor es accionado con un driver, con interfaz para el PLC.

Accionamientos Neumáticos e Hidráulicos:

- Se utilizan en operaciones que impliquen desplazamientos lineales cortos (Transferencias, marcajes, expulsiones)
- Se actúa sobre el cilindro neumático mediante electroválvulas conectadas a las salidas del autómatas.



Accionamientos Neumáticos e Hidráulicos:


□ *VENTAJAS:*

- Sencillez de los sistemas de mando: válvulas, cilindros, etc.
- Rapidez de respuesta del sistema neumático
- Economía de los sistemas neumáticos una vez instalados.

□ *INCONVENIENTES:*

- Instalaciones caras en general.
- El mantenimiento del aire en buenas condiciones es costoso.
- Esquemas complejos de modificar y depurar

Indice:

- Introducción
- Clasificación
- Sensores
 - Transductores de posición
 - Detectores de presencia
 - Medidores de posición
 - Transductores de pequeños desplazamientos/deformación
 - Transductores de velocidad
 - Acelerómetros
 - Medidas de temperatura
 - Finales de carrera, microinterruptores
- Actuadores
 - Neumáticos
 - Eléctricos
 - Hidráulicos
-  Elemento Final de Control

Elemento Final de Control:

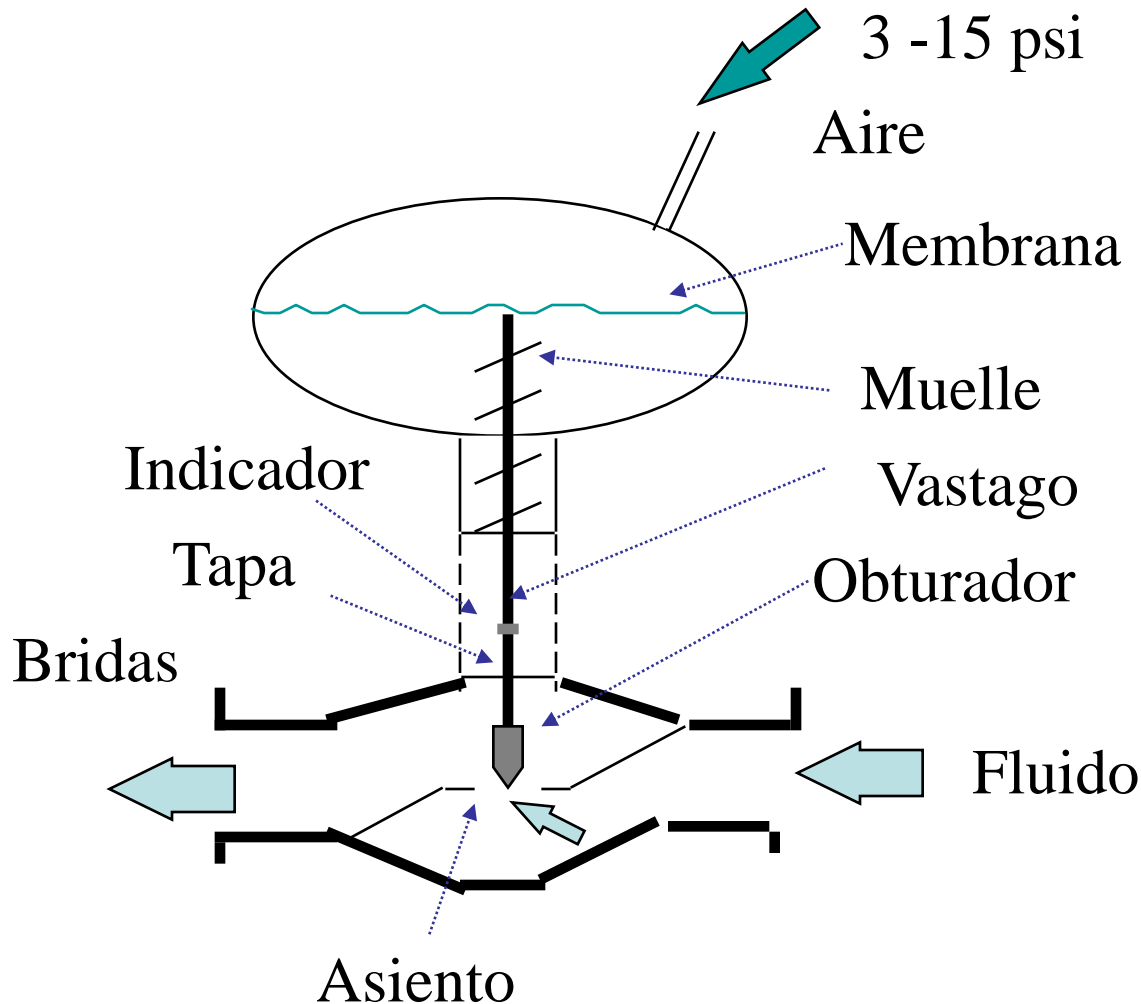
Válvulas

Dispositivo que permite variar el caudal que pasa por una conducción modificando la pérdida de carga en la misma mediante una obturación variable.

- »Cierre manual
- »Retención
- »Seguridad
- »On/Off
- »Regulación



Válvula neumática de asiento:



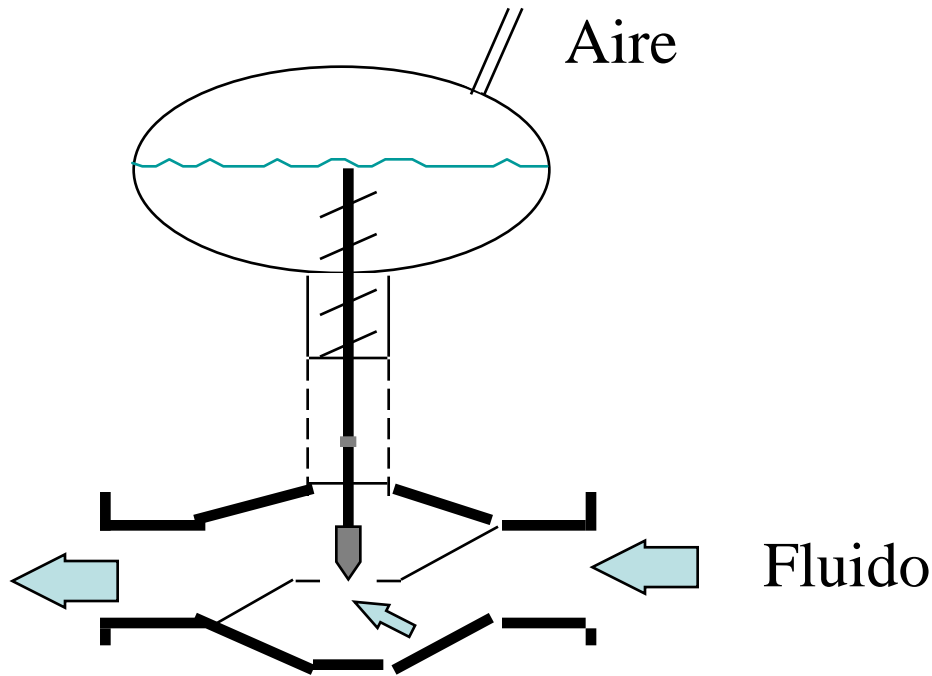
Servomotor

Neumático

Electrico

Cuerpo

Válvula de regulación:



- Asiento o globo
- Doble asiento
- Aguja
- Saunders
- Compuerta
- Mariposa
- Camflex II

- 2 -3 vias

- Estanqueidad
- Presión máxima
- Capacidad de caudal
- Tipo de fluido