

# SENSORES Y ACTUADORES

---

Ingeniería de Sistemas y  
Automática

UMH

ARVC <http://arvc.umh.es/>

Arturo Gil Aparicio

# Índice

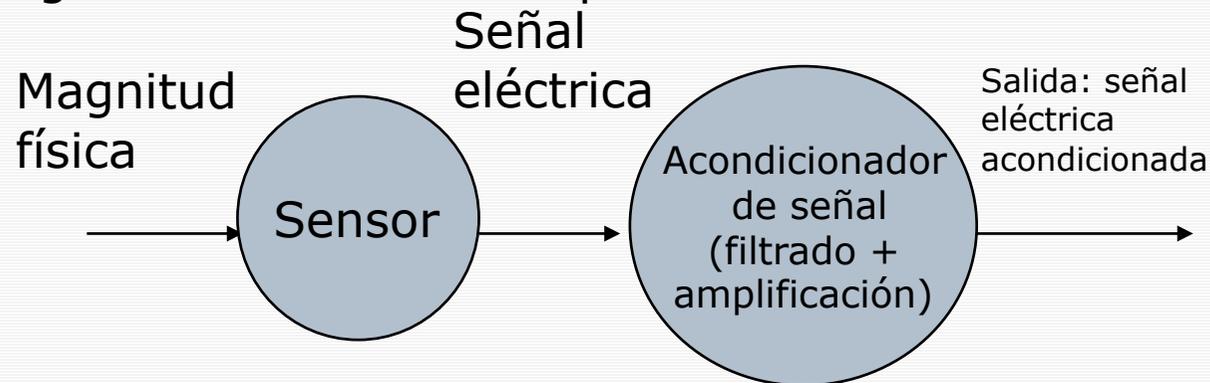
---

- 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, microrruptores
- Actuadores
  - Neumáticos
  - Eléctricos
  - Hidráulicos

# 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 física en 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 ttrura. Medida de caudal. Medida de posición/orientación.
  - Digitales: La salida toma dos valores únicamente a la salida:
    - 1 ó 0, todo/nada
    - 0-5V, 0-24V
    - Tren de pulsos
    - Otra codificación
    - Ejemplos:
      - Pulsador
      - Sonda lambda coches (medida mezcla rica/pobre).
      - Sensor de presencia (pieza/no pieza)
      - Final de carrera
- Según la naturaleza del sensor:
  - Resistivos
  - Piezoeléctricos
  - Termoeléctricos
  - Electromagnético

# Índice

---

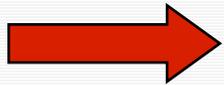
- Introducción
- Clasificación
- Sensores
  - Transductores de posición
    -   Detectores de presencia
    - Medidores de posición
    - Transductores de pequeños desplazamientos/deformación
  - Transductores de velocidad
  - Acelerómetros
  - Medidas de temperatura
  - Finales de carrera, microrruptores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

# Transductores de posición

---

- Vamos a estudiar:

- Detectores de presencia o proximidad: Típ. Respuesta todo/nada, tb analógica (distancia a la que se encuentra el objeto)



- Inductivos:

- Capacitivos

- Ópticos

- Medidores de posición/orientación

- Algunos de los anteriores

- Potenciómetros

- Encoders

- Transductores de pequeñas posiciones/deformaciones

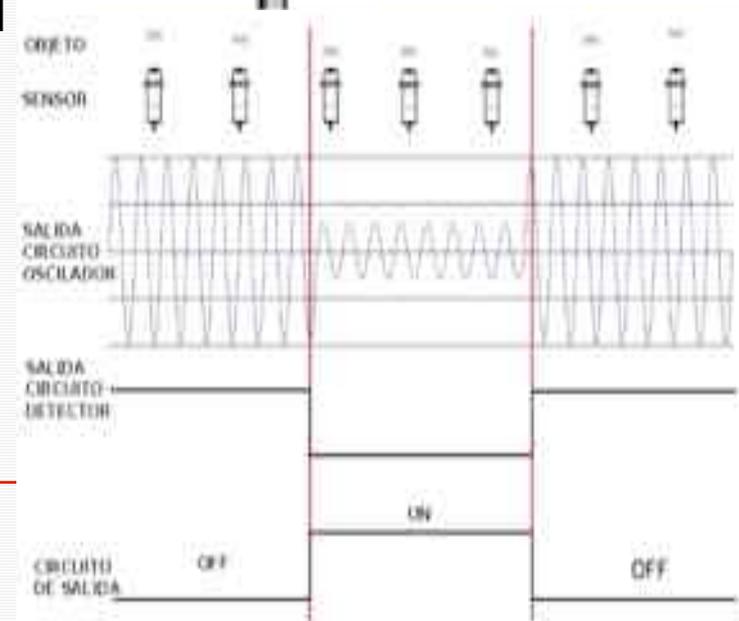
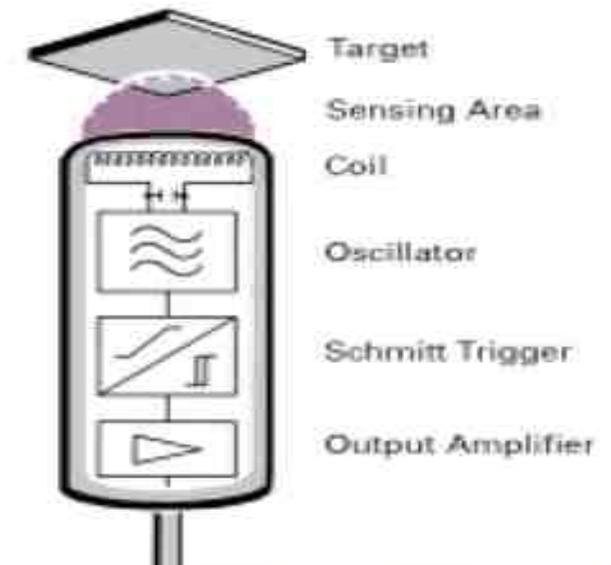
- LVDT

- 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 de la bobina, haciendo que la amplitud de la onda disminuya.
- La disminución de la amplitud activa el disparador Schmitt.
- Rango de detección 1-60 mm, típ.



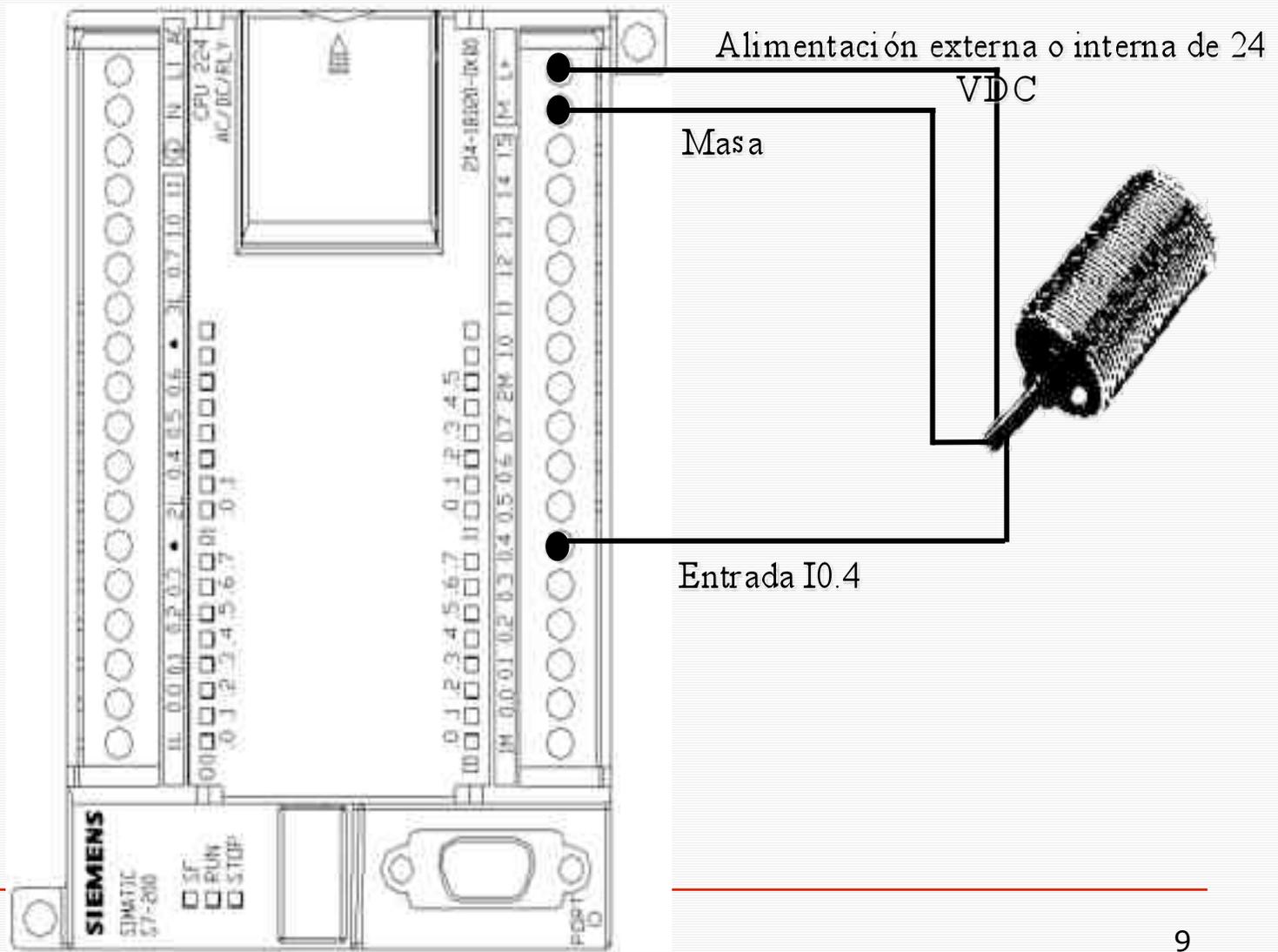
# Sensores de presencia inductivos

---

- 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).

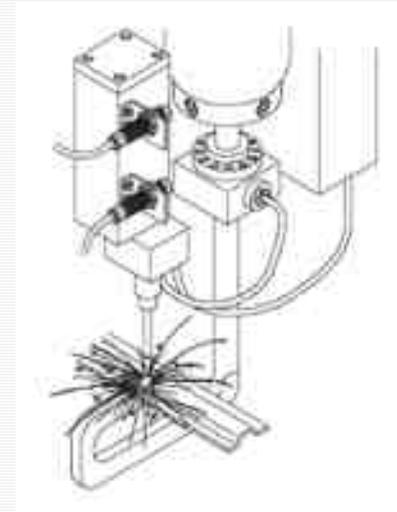
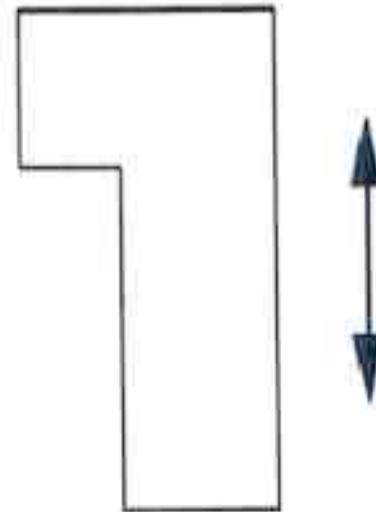
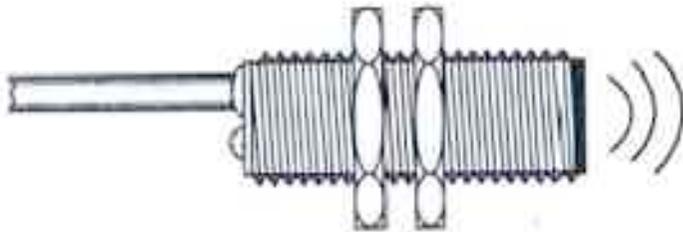


# Detectores inductivos



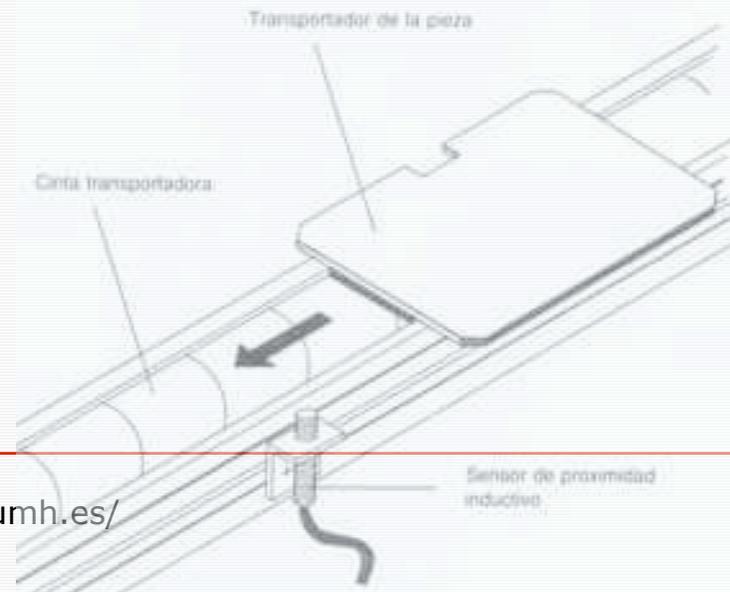
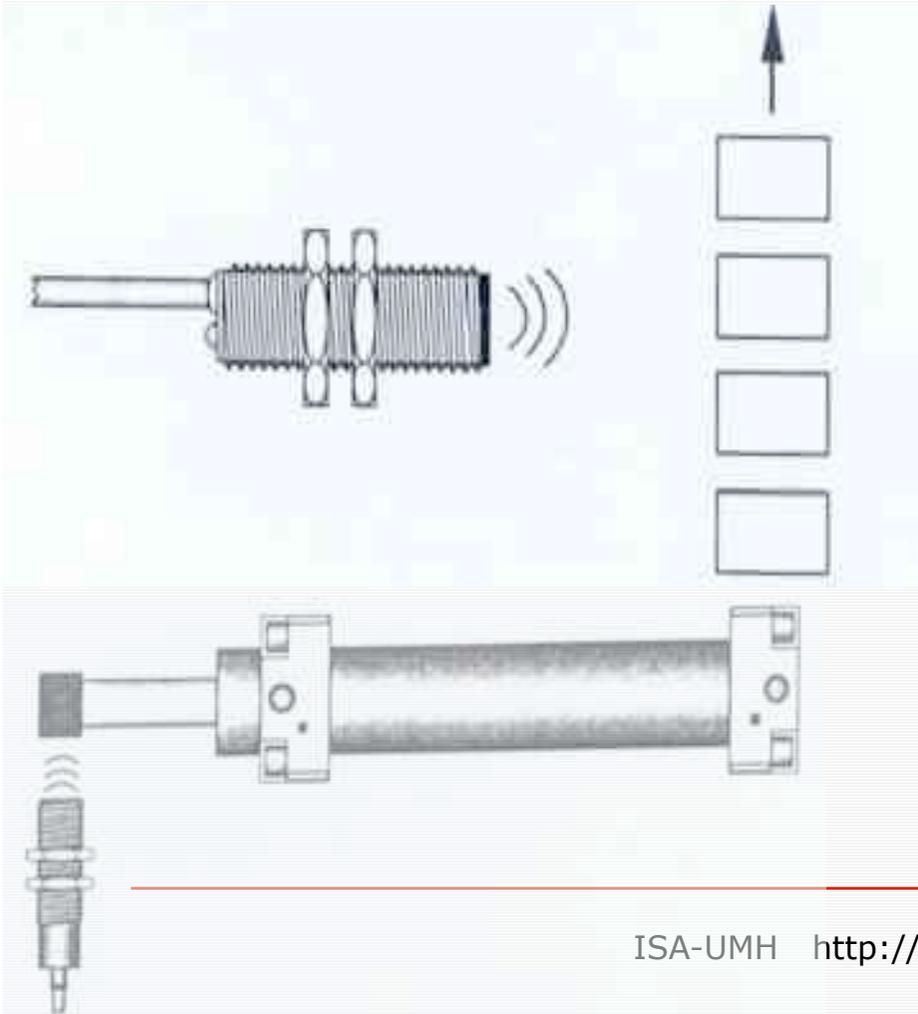
# Sensores de presencia inductivos

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



# Sensores de presencia inductivos

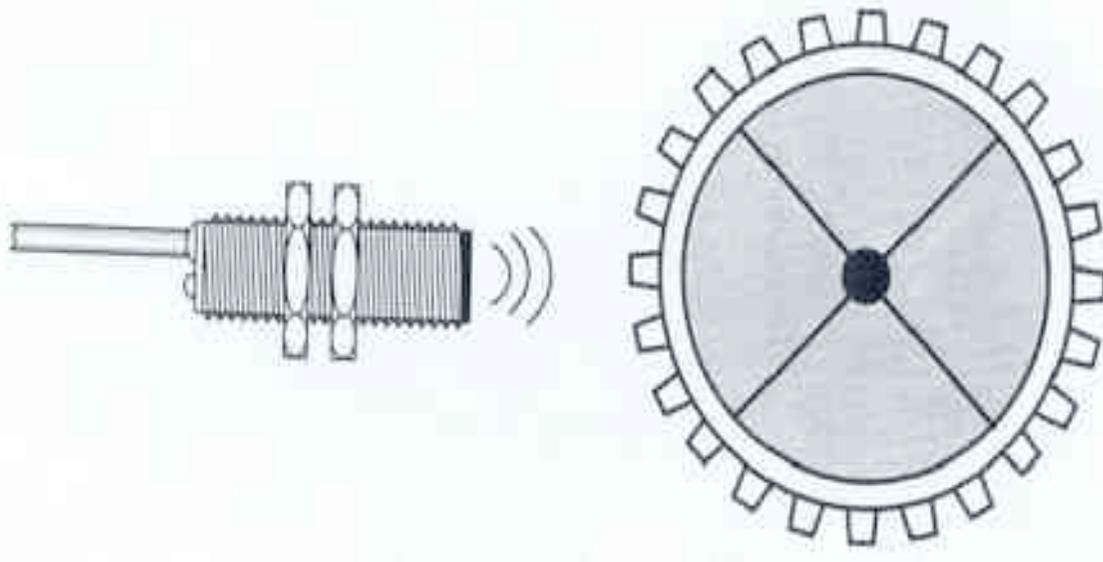
- Conteo de piezas y secuencias de movimiento
  - Cintas transportadoras, dispositivos de clasificación



# Sensores de presencia inductivos

---

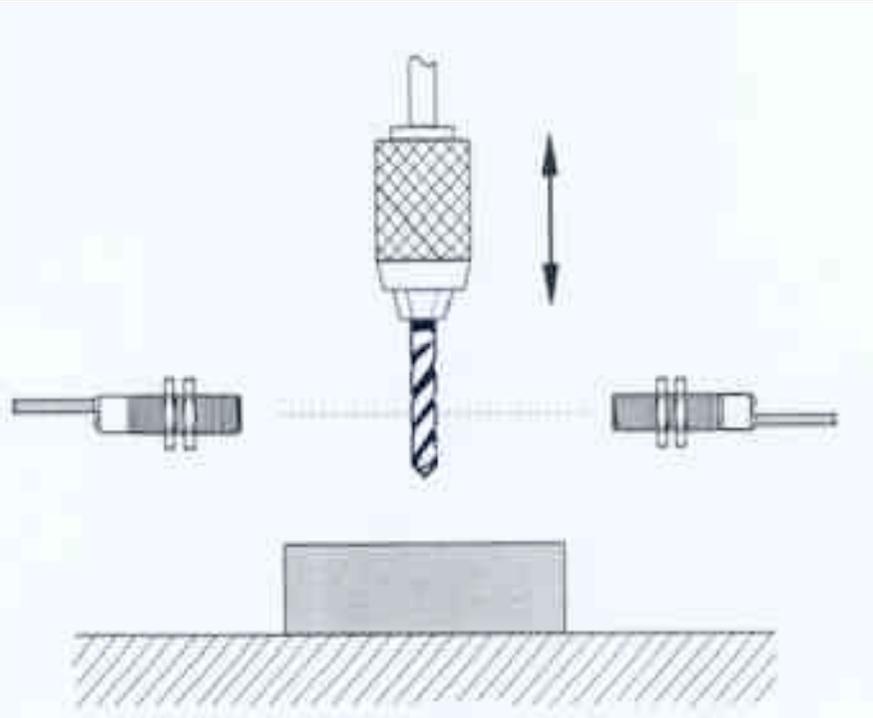
- Medición de velocidad de rotación
  - Engranajes, ....



# Sensores de presencia inductivos

---

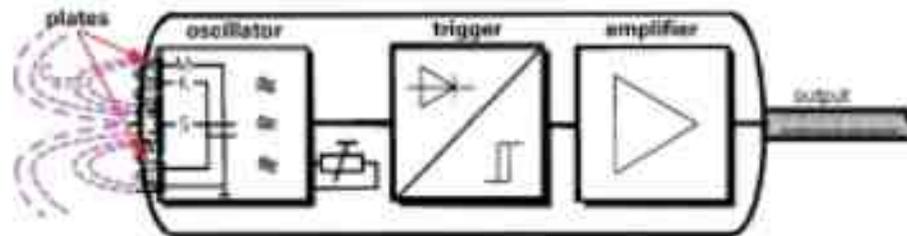
- Supervisión de herramientas
  - Verificación de rotura de una broca



# Sensores capacitivos

---

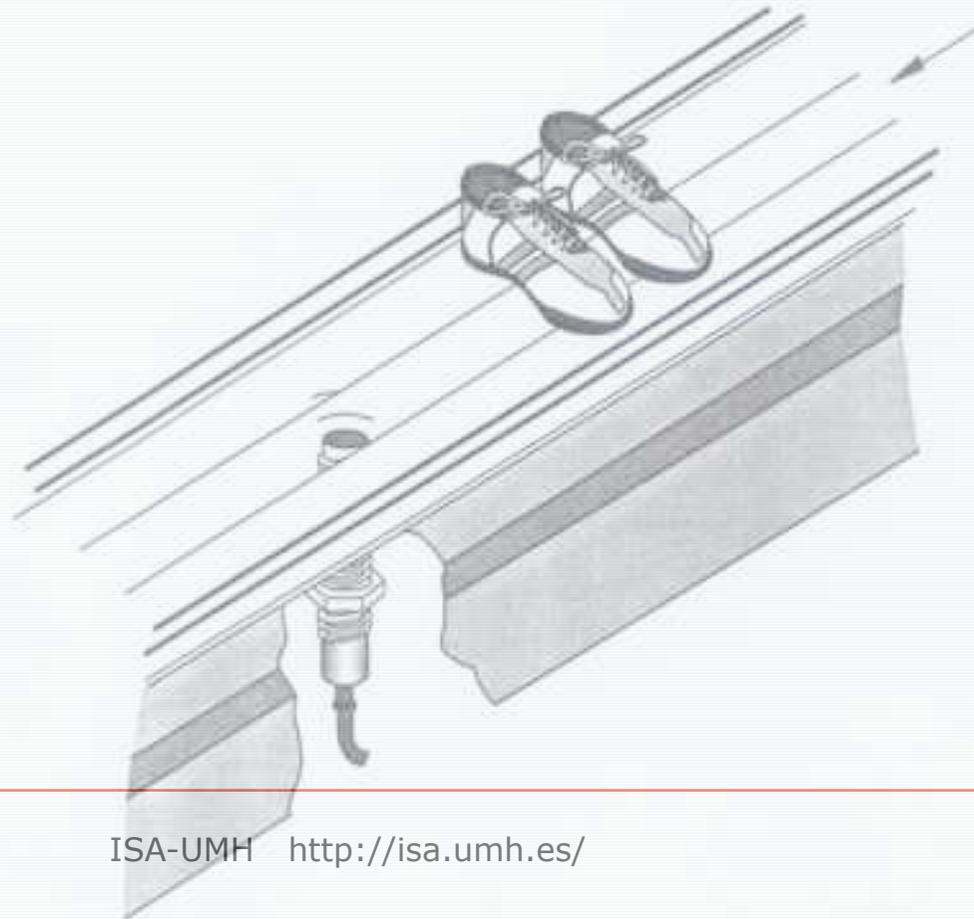
- Su medida se basa en el cambio de la capacitancia que experimenta un condensador al introducir un objeto en su cercanía.
- Permiten detectar materiales metálicos y no metálicos
  - Polvos, granulados
  - Líquidos
  - Sólidos
- En general son menos precisos que los sensores inductivos
- Aplicaciones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



# Sensores capacitivos

---

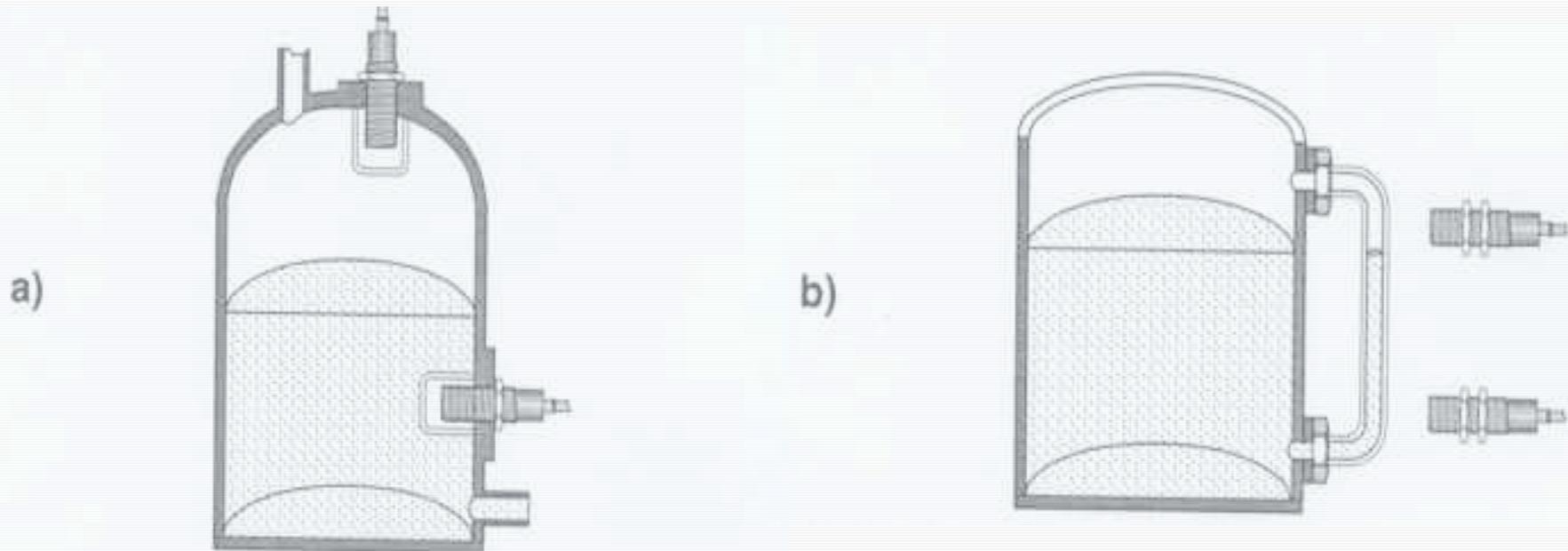
- Aplicaciones
  - Detección de suelas de goma negras



# 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



# Sensores ópticos (fotoeléctricos)

---

- 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, ascensores...).
  - **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) Medida de distancia**

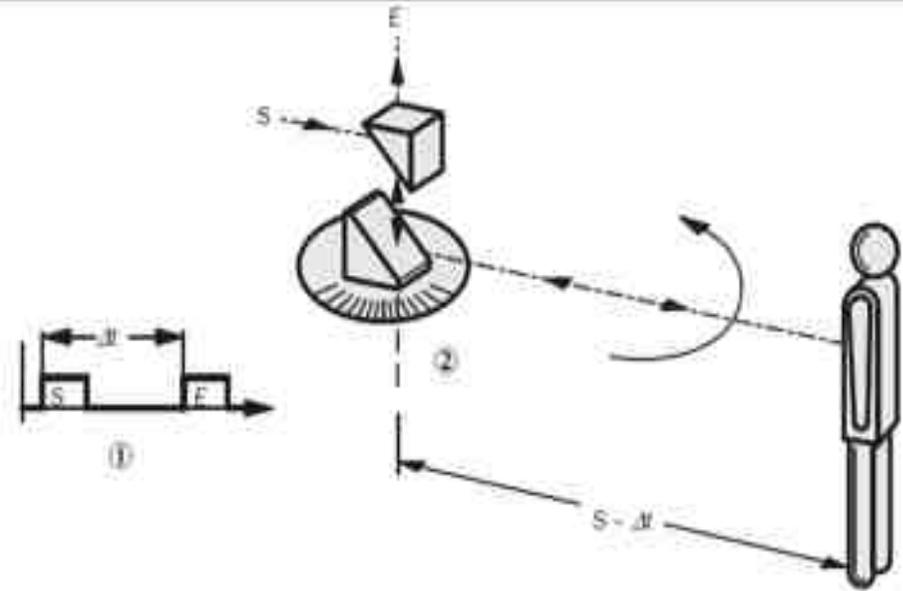
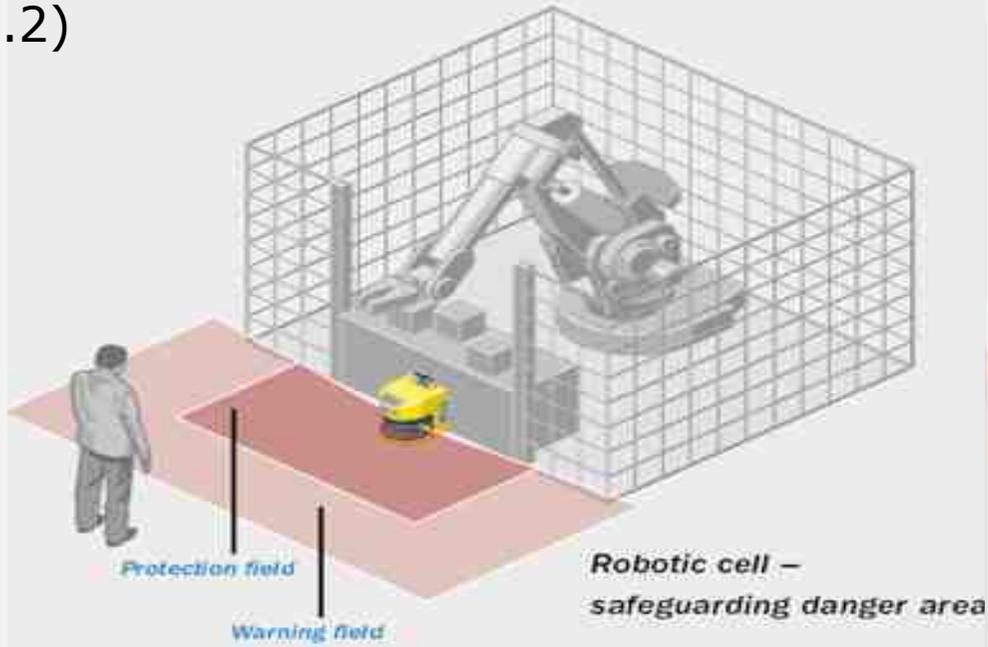
# Sensores ópticos (fotoeléctricos)

---

- Configuraciones:
  - **a) Emisor y receptor separados**
  - **b) Emisor y receptor juntos** (retro-reflectivos)
  - **c) Difusos**
  - **d) Medida de distancia:** Dos soluciones:
    - d.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.
    - d.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).



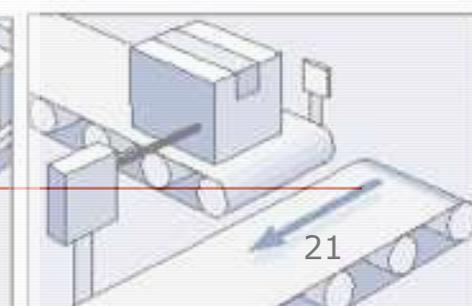
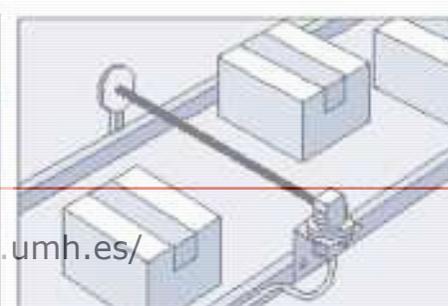
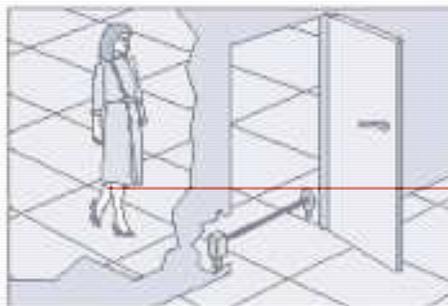
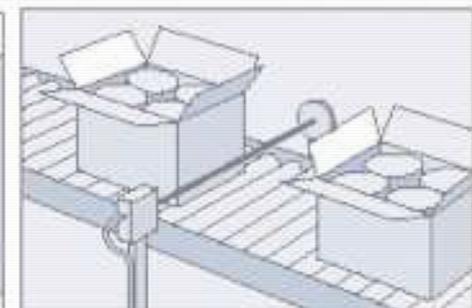
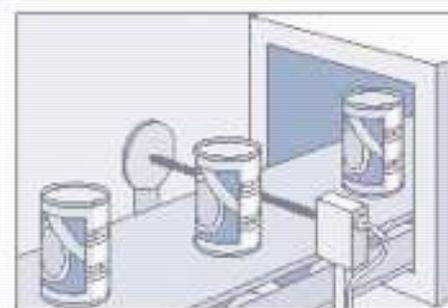
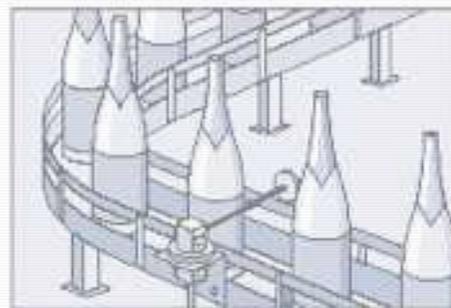
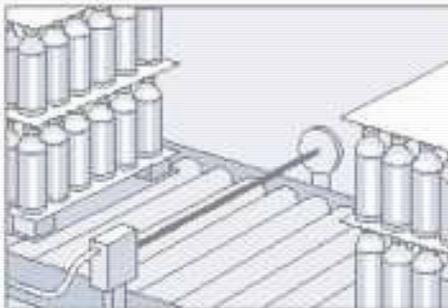
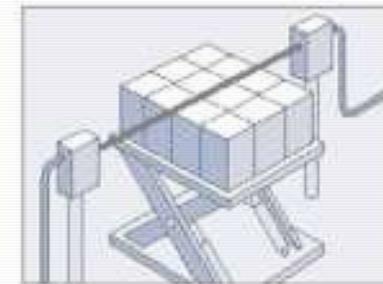
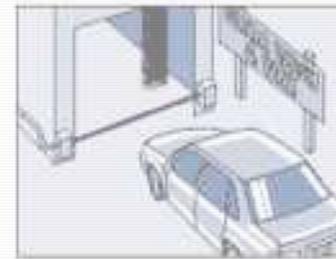
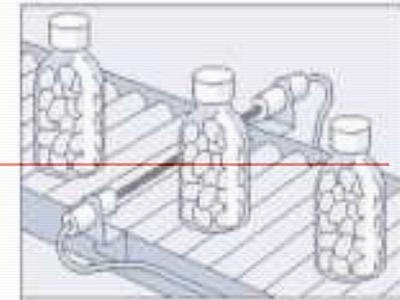
d.2)



# Sensores ópticos

## □ Aplicaciones

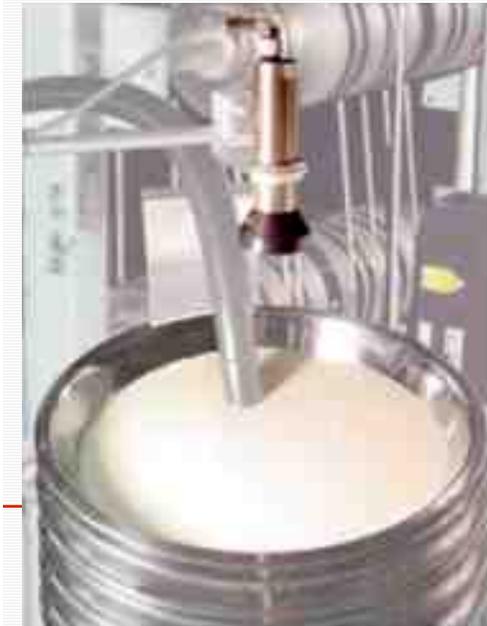
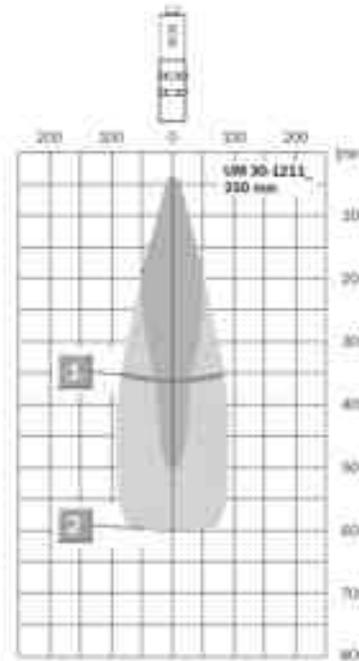
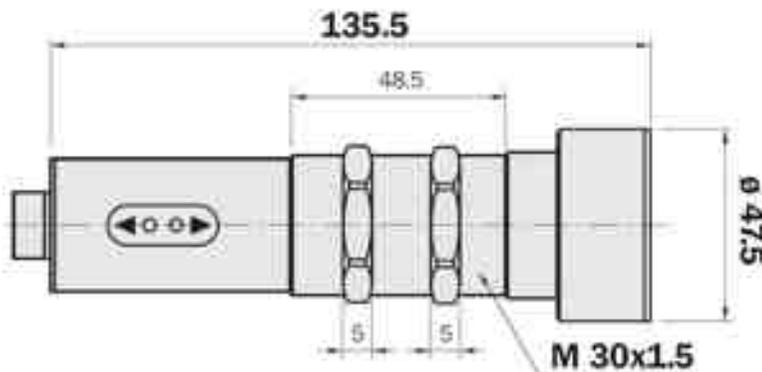
- Verificando objetos en envases transparentes
- Altura



# 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 del aire.
  - Llenado de tanques

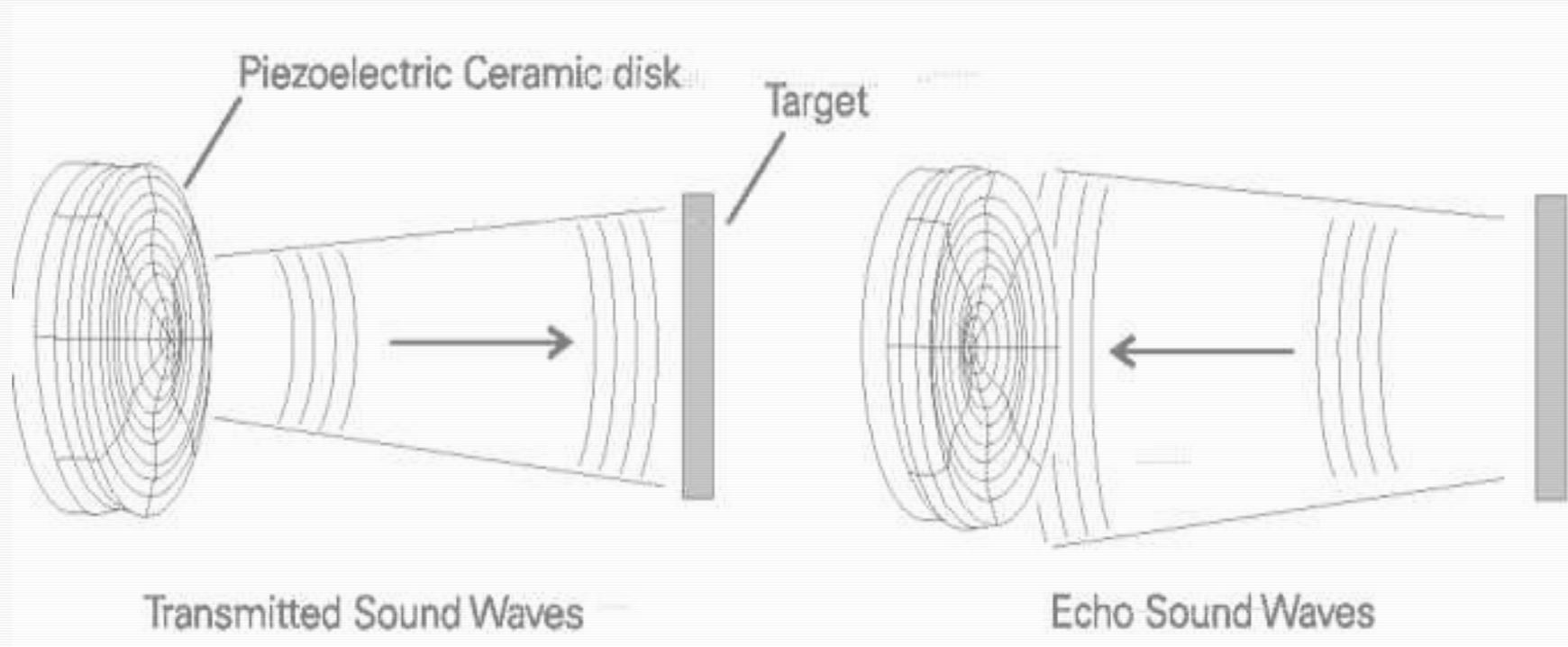
UM 30-14111



# Sensores acústicos

---

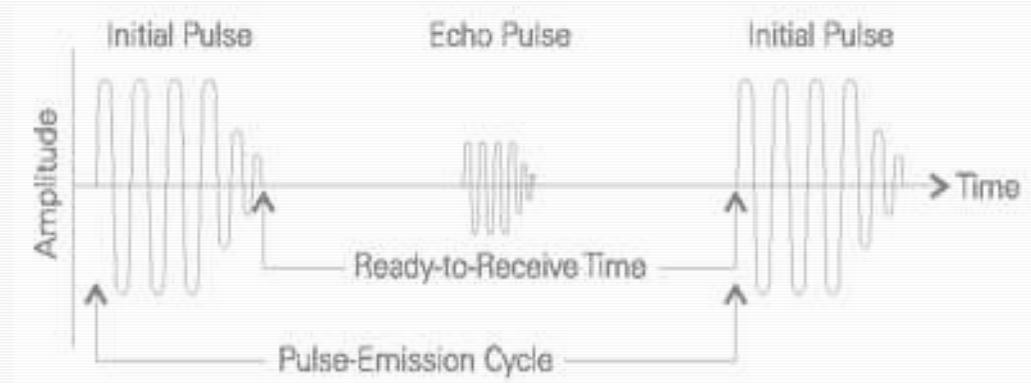
- Sensores de proximidad ultrasónicos
  - Emiten sonido en el rango inaudible a cualquier frecuencia
  - Recibe el eco



# Sensores acústicos

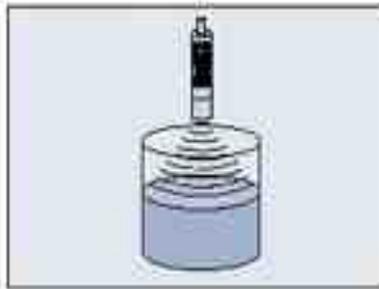
---

- La distancia máxima a medir esta limitada por la frecuencia de repetición de pulsos 1 Hz a 25 Hz



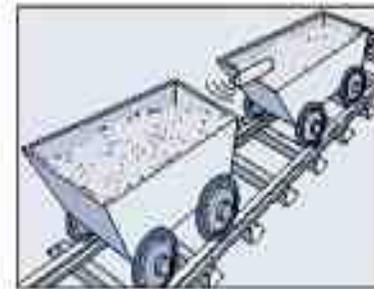
# Sensores acústicos

---



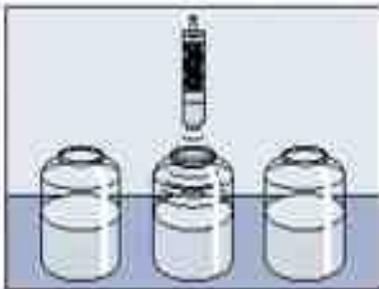
**Application**  
Level Measurement in  
Large Vessels (Tanks,  
Silos)

**Sensor**  
3RG61 13  
Compact Range III



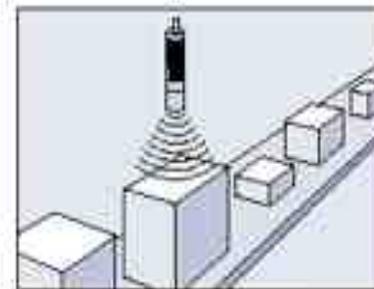
**Application**  
Anti-Collision

**Sensor**  
3RG60 14  
Compact Range I



**Application**  
Level Measurement in  
Small Bottles

**Sensor**  
3RG61 12  
Compact Range III

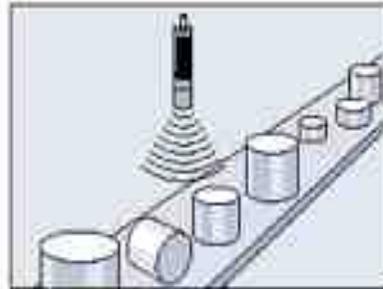


**Application**  
Height Sensing

**Sensor**  
3RG60 13  
Compact Range II

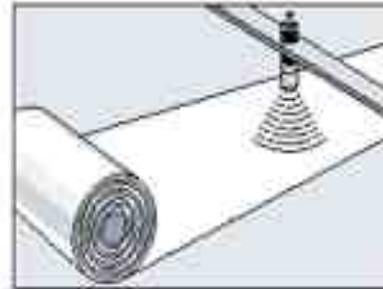
# Sensores acústicos

---



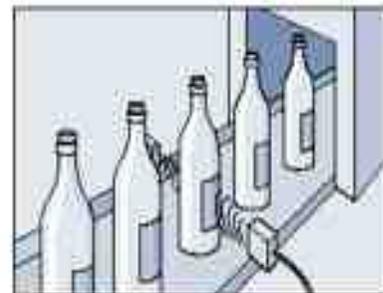
**Application**  
Quality Control

**Sensor**  
3RG61 12  
Compact Range III



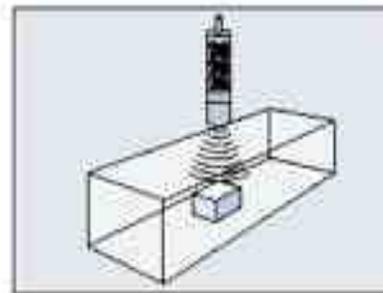
**Application**  
Breakage Sensing

**Sensor**  
3RG61 12  
Compact Range I



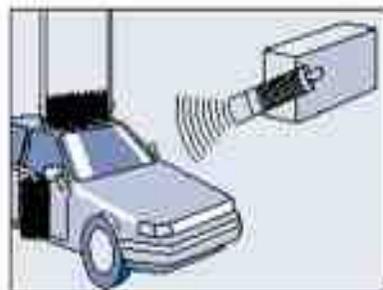
**Application**  
Bottle Counting

**Sensor**  
3RG62 43  
Thru Beam



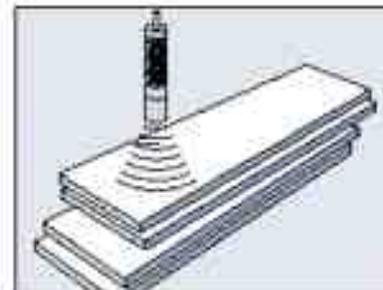
**Application**  
Object Sensing

**Sensor**  
3RG60 12  
Compact Range II



**Application**  
Vehicle Sensing and  
Positioning

**Sensor**  
3RG60 14  
Compact Range III



**Application**  
Stack Height Sensing

**Sensor**  
3RG60 13  
Compact Range II

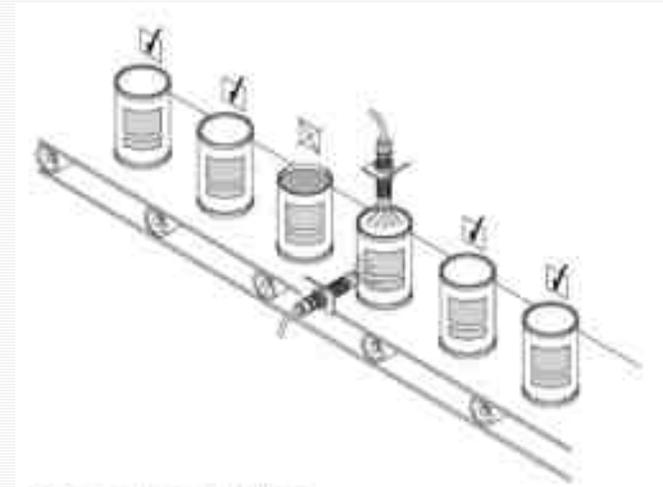
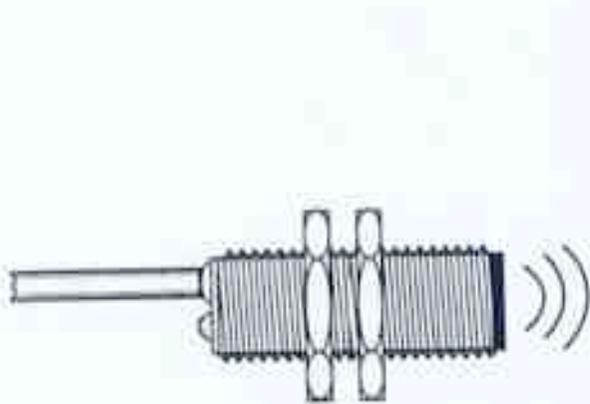
# Criterios de selección de detectores de proximidad. Resumen

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 ópticos

---

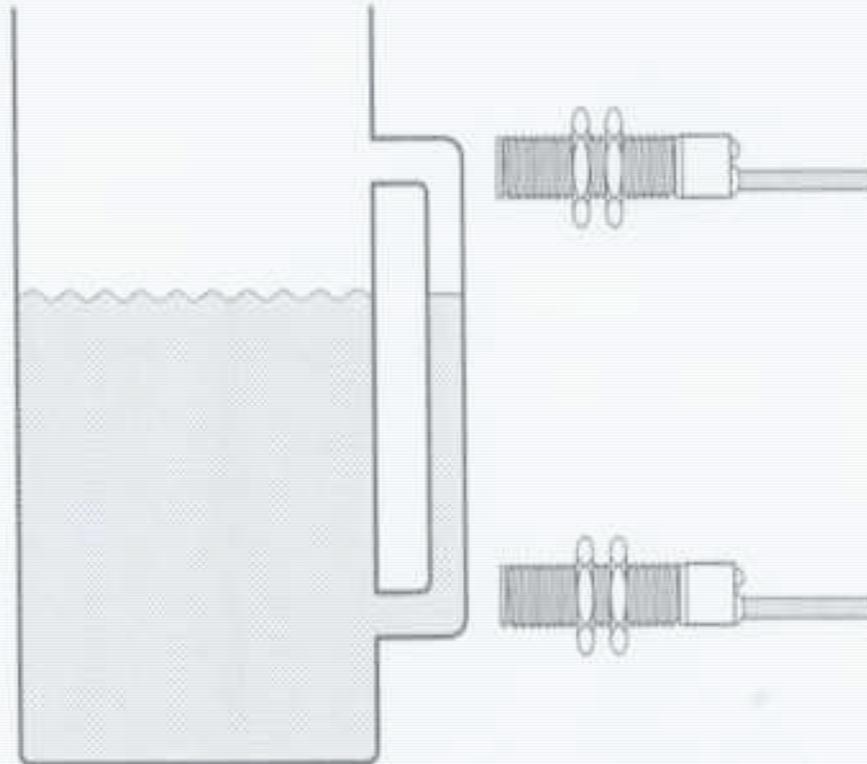
- Se pueden utilizar varios para la discriminación de materiales
  - Detección de material, para suministrar o clasificar material
  - Cada sensor dará respuestas diferentes en función de las características del material.



# Sensores capacitivos, inductivos y ópticos

---

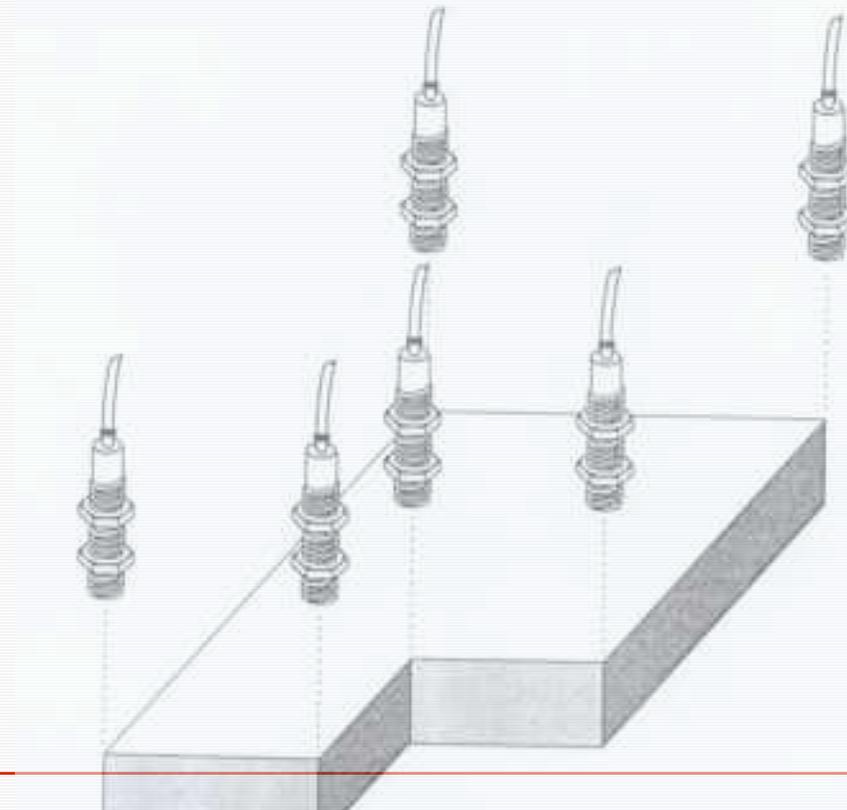
- Supervisión de niveles de llenado
  - Sensores ópticos, capacitivos o ultrasónicos



# Sensores capacitivos, inductivos y ópticos

---

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



# Índice

---

- 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, microrruptores
- Actuadores
  - Neumáticos
  - Eléctricos
  - Hidráulicos

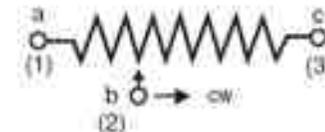
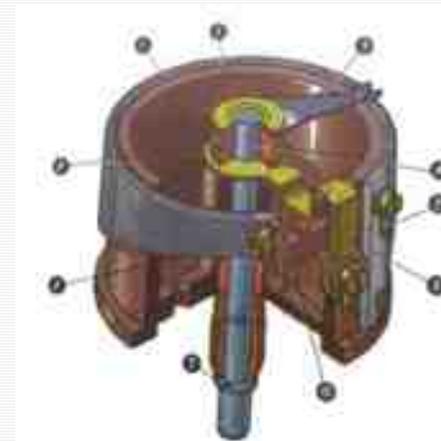
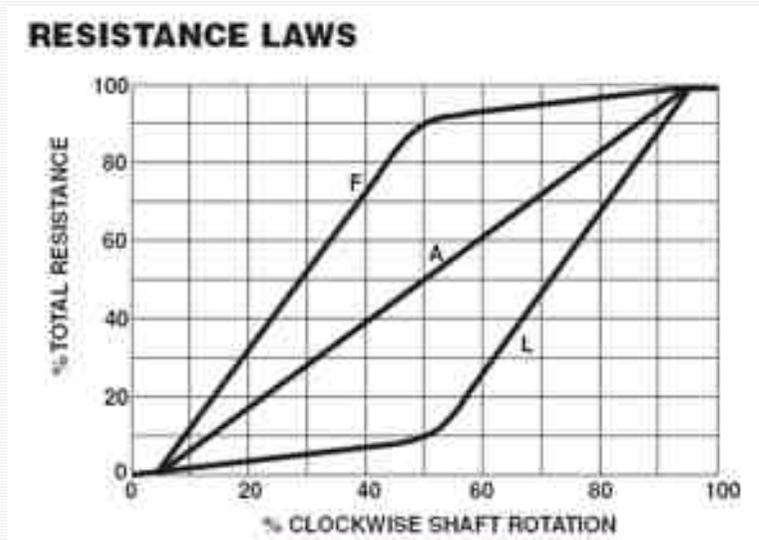
# Transductores de posición

---

- 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

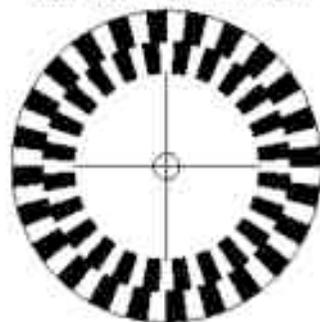
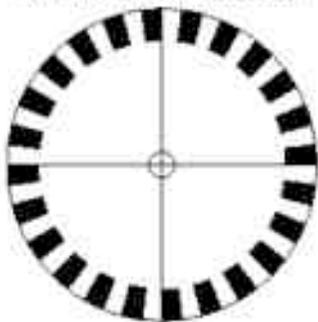
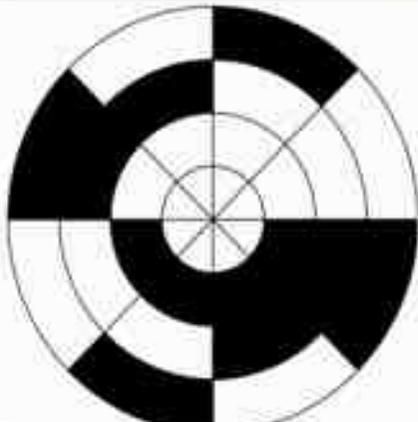
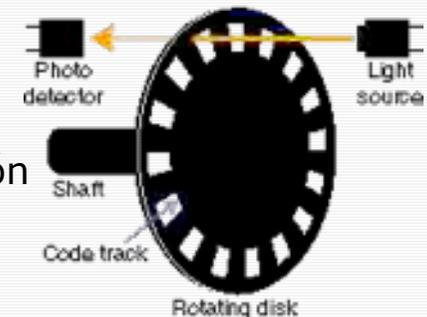
# Potenciómetros

- 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.



# 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

# Encoders

## □ Incrementales

### ■ Atendiendo a su salida se clasifican en:

#### □ Unidireccionales

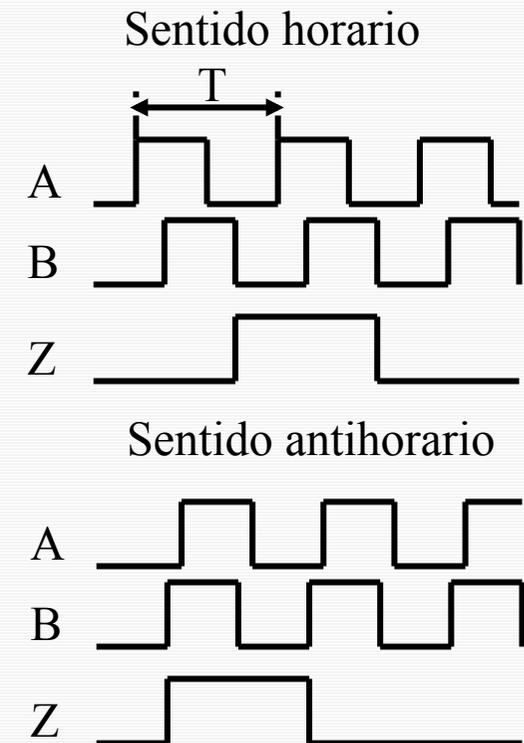
- Dan una sola salida A.
- No se puede determinar el sentido de giro.

#### □ Bidireccionales

- Dan dos salidas serie A y B.
- Se distingue el sentido de giro por la diferencia de fase.

#### □ Salida de paso por cero

- Un pulso por vuelta Z.



# Índice

---

- 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, microrruptores
- Actuadores
  - Neumáticos
  - Eléctricos
  - Hidráulicos

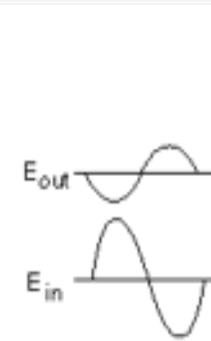
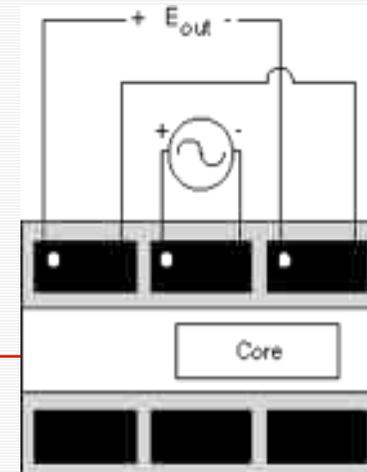
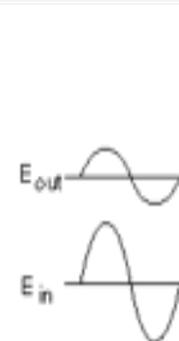
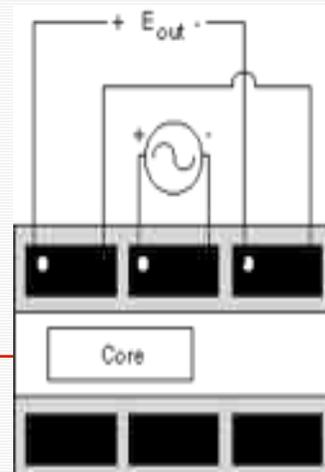
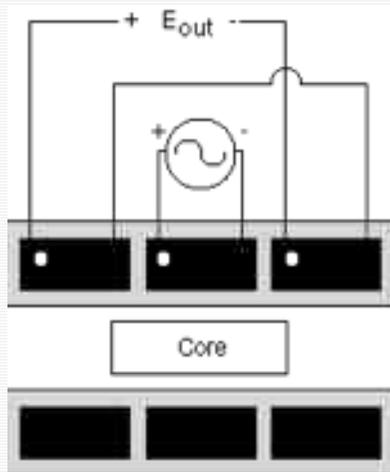
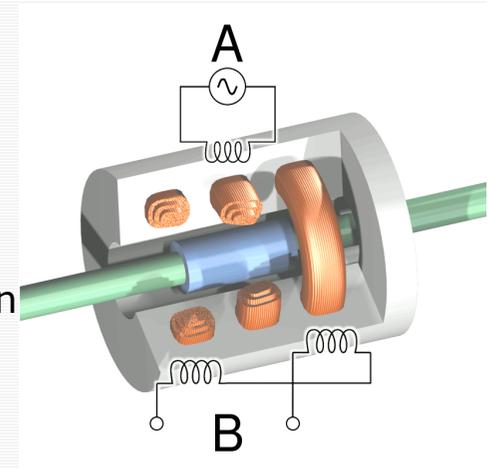
# Transductores de posición

---

- 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**

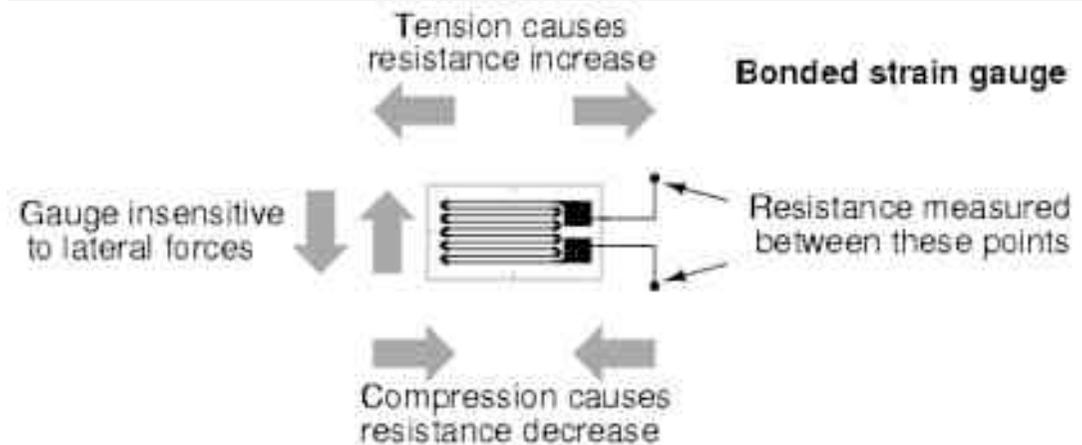
# LVDT: *Linear Variable Differential Transformer*

- ❑ Es, en esencia, un transformador.
- ❑ Un primario y dos secundarios acoplados mediante un núcleo móvil, solidario a un vástago.
- ❑ Se aplica un voltaje senoidal al primario.
- ❑ Se lee la amplitud de la tensión de salida en el secundario.
- ❑ El desplazamiento del vástago influye en la relación de transformación 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.



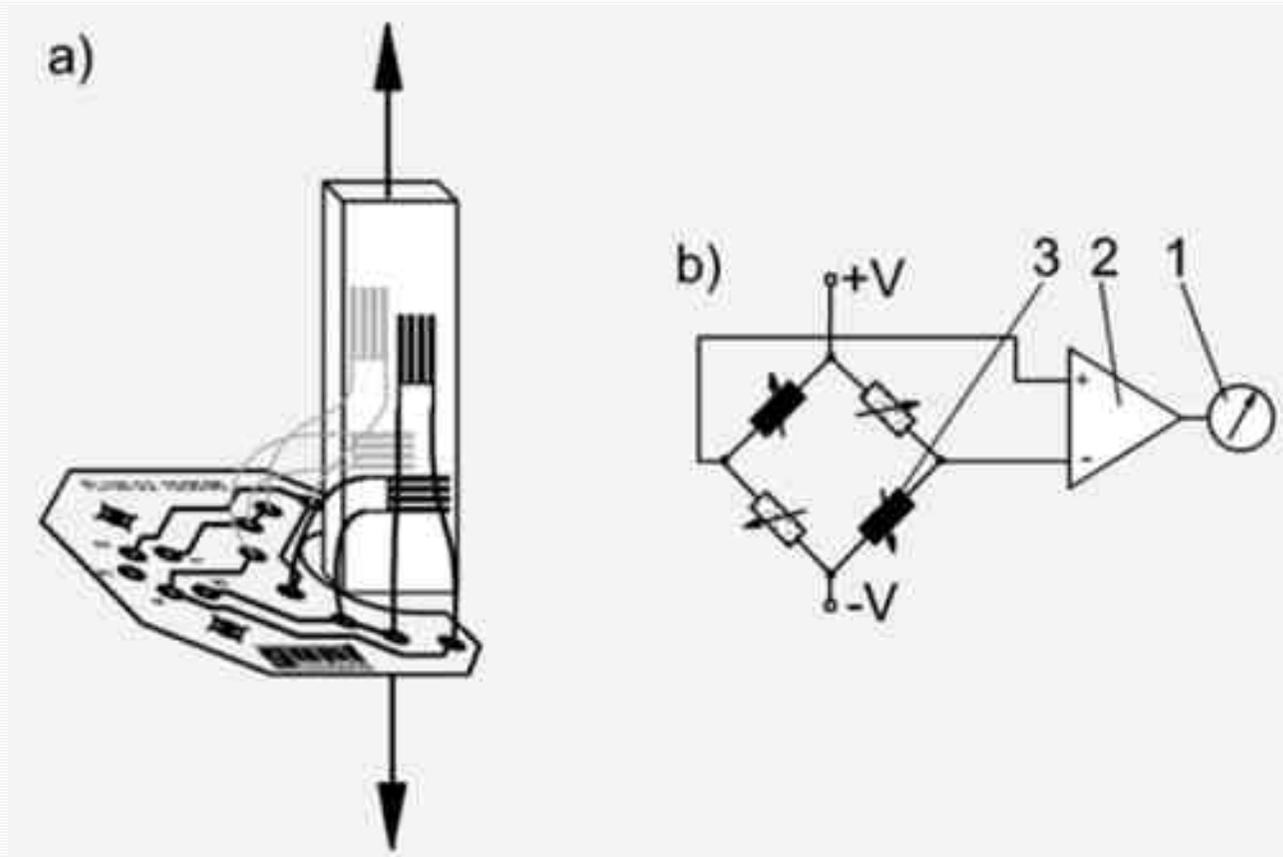
# Galgas extensométricas

- Su medida se basa en el cambio de resistencia experimentado al sufrir el material una deformación.
- Galga basada en semiconductores. Generalmente montaje en puente 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).



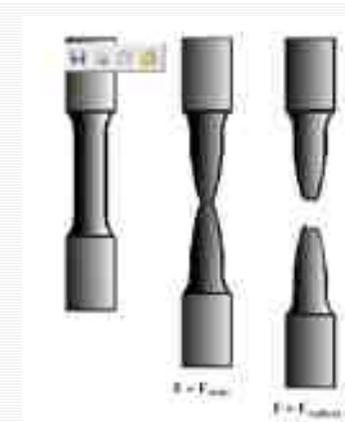
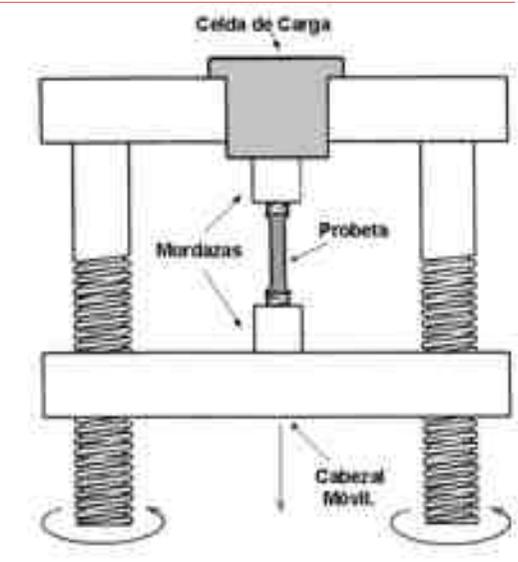
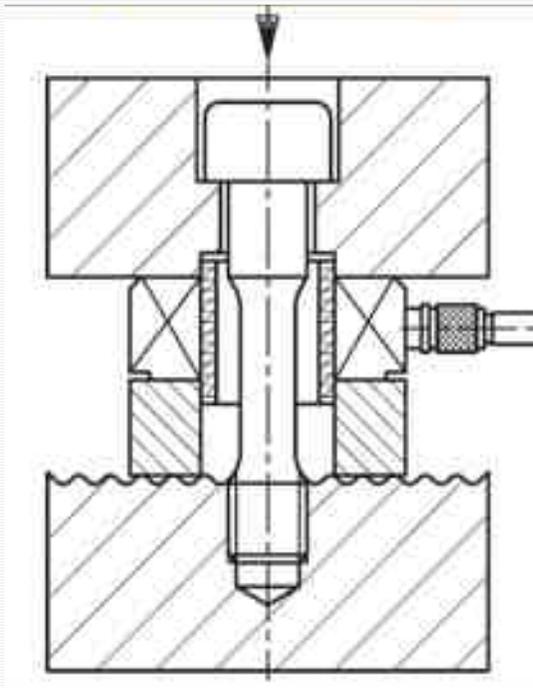
# Galgas extensométricas

---



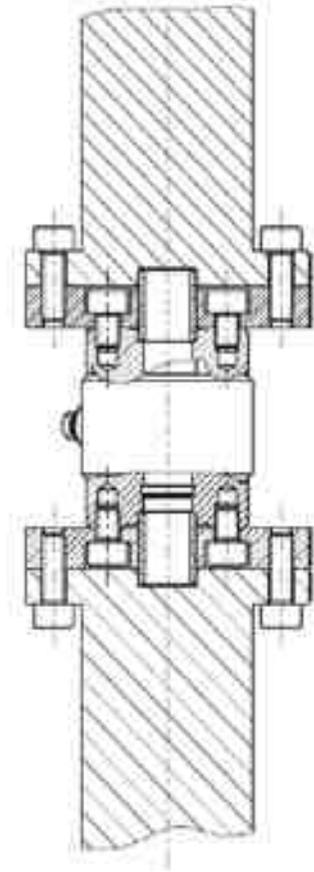
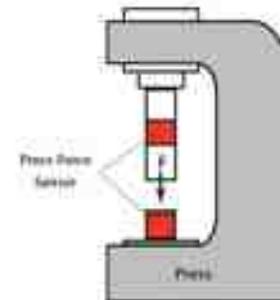
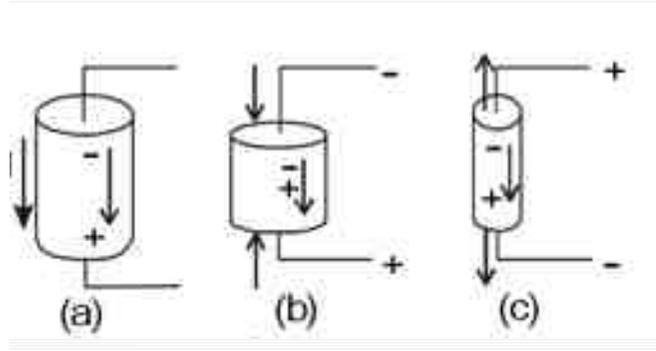
# Galgas extensométricas

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



# Sensores piezoeléctricos

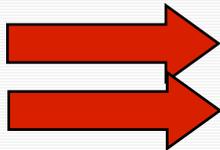
- ❑ Sensor basado en material piezoeléctrico (cuarzo)
- ❑ **Efecto piezoeléctrico:** El sensor genera una carga en respuesta a una deformación.
- ❑ Acoplados a una pieza "deformable". Se puede derivar una medida de fuerza a partir de la deformación.  $\text{Tip} = -4\text{pC/N}$ .
- ❑ Necesitan de un 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  $\text{drift} = 50\text{mN/s}$
- ❑ Medidas de fuerza muy rápidas: Impactos, vibraciones.
- ❑ Tracción y compresión con sensores precargados.



# Índice

---

- 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



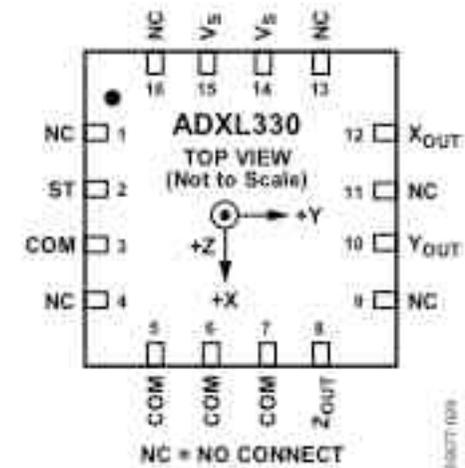
# Sensores de velocidad y aceleración

---

- 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.

# Sensores de velocidad y aceleración

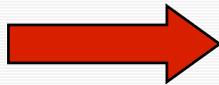
□ Wii:



# Índice

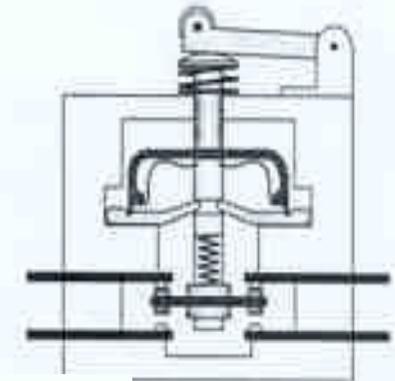
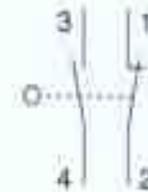
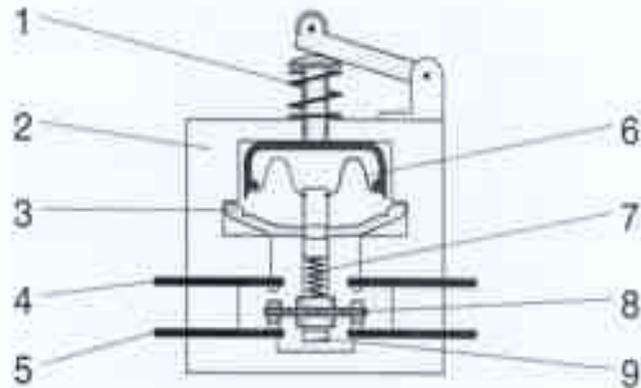
---

- 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, microrruptores
- Actuadores
  - Neumáticos
  - Eléctricos
  - Hidráulicos



# 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.

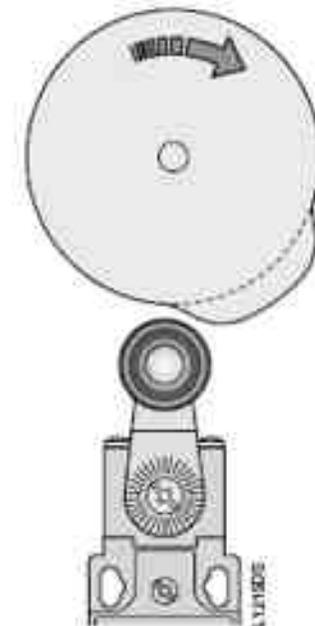
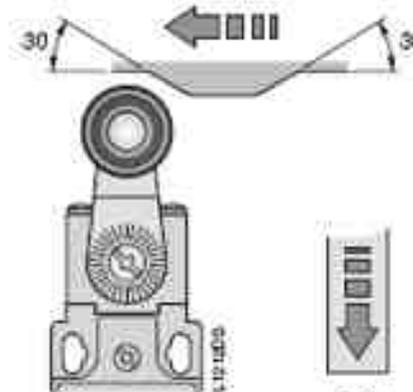


1 Muelle de compresión  
2 Caja  
3 Disco de retención  
4 Contactos normalmente abiertos  
5 Contactos normalmente cerrados

6 Muelle arqueado  
7 Muelle de presión de contactos  
8 Lámina de contacto  
9 Perno de guía

# Microrruptores, finales de carrera

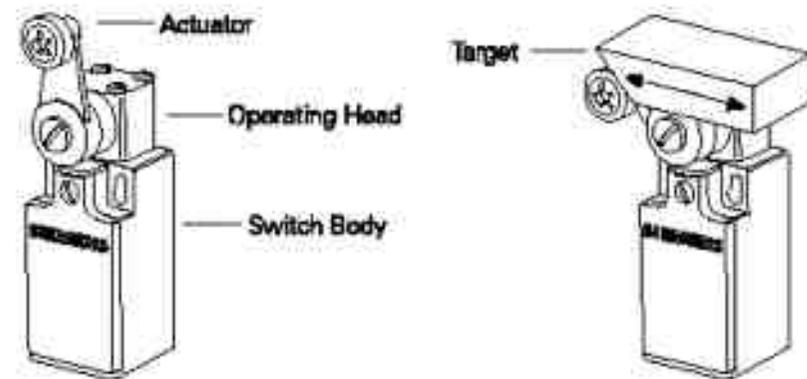
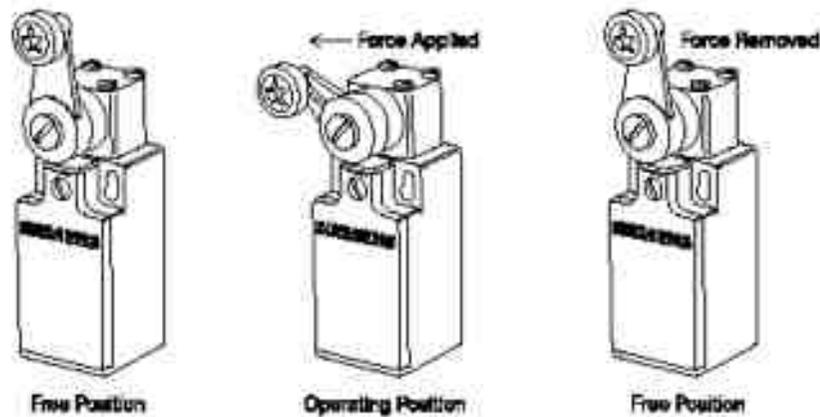
- Detectan el final de carrera por contacto. Una barra basculante mueve directamente un interruptor. Vuelve a la posición anterior por medio de un muelle.
- Aplicaciones:
  - Detección de 2 o más posiciones en la parte de una máquina.
  - Detección de un objeto al final de una cinta transportadora.
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



# Microrruptores, finales de carrera

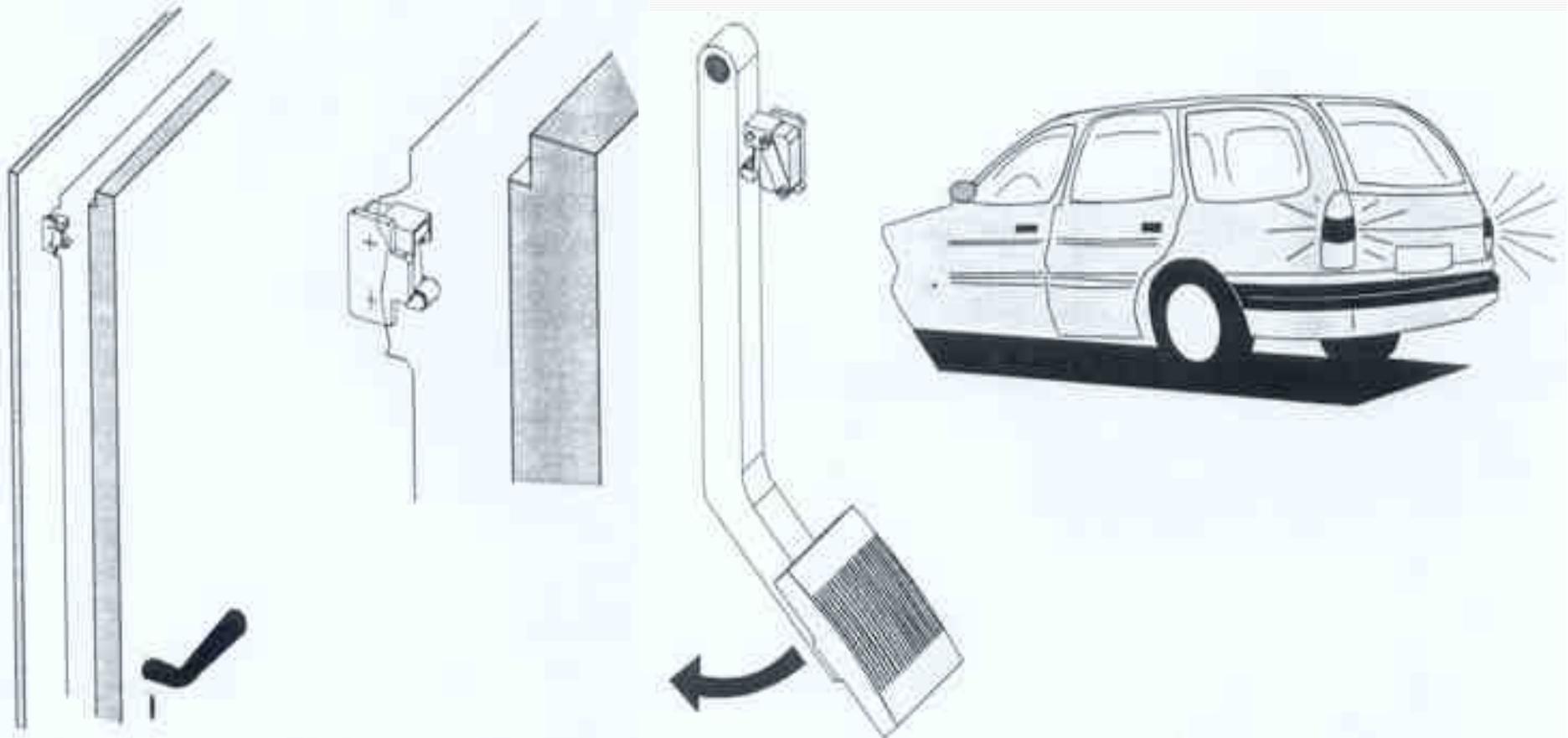
---

- Más ejemplos:



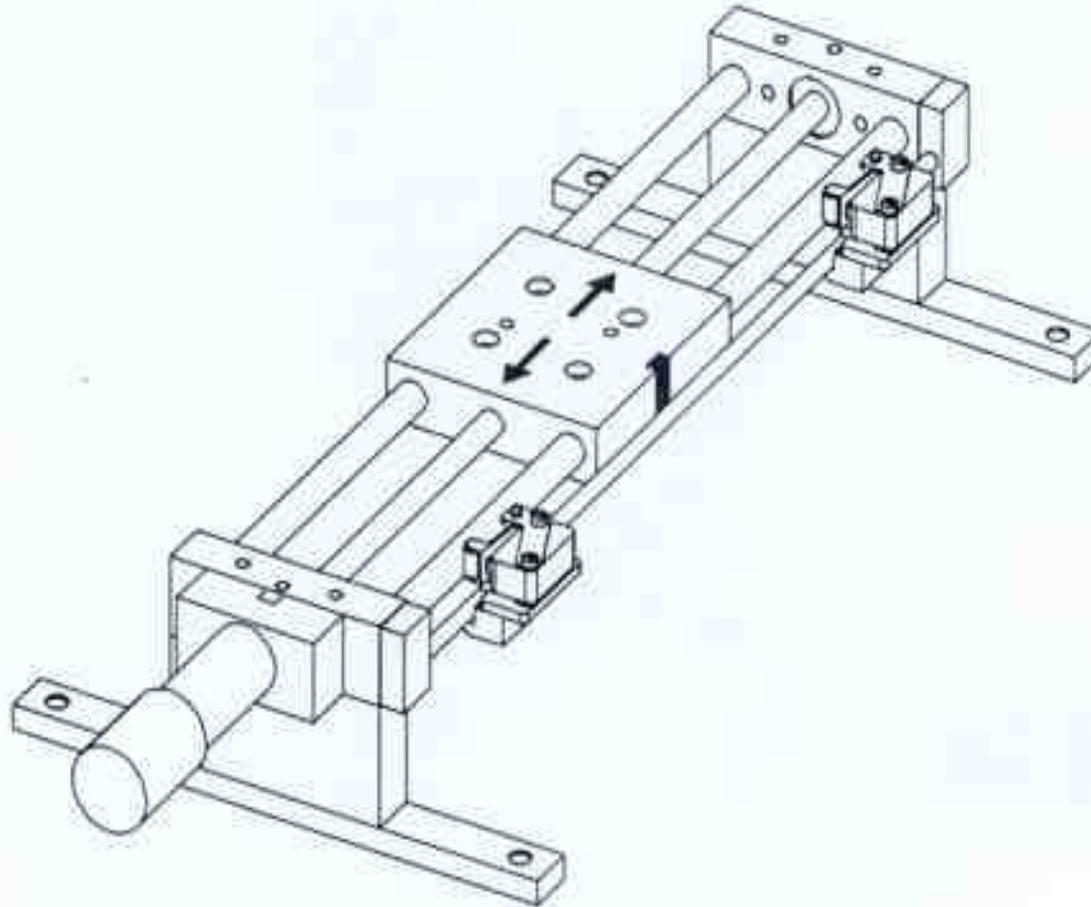
# Microrruptores, finales de carrera

- Ejemplos de uso de interruptores electromecánicos

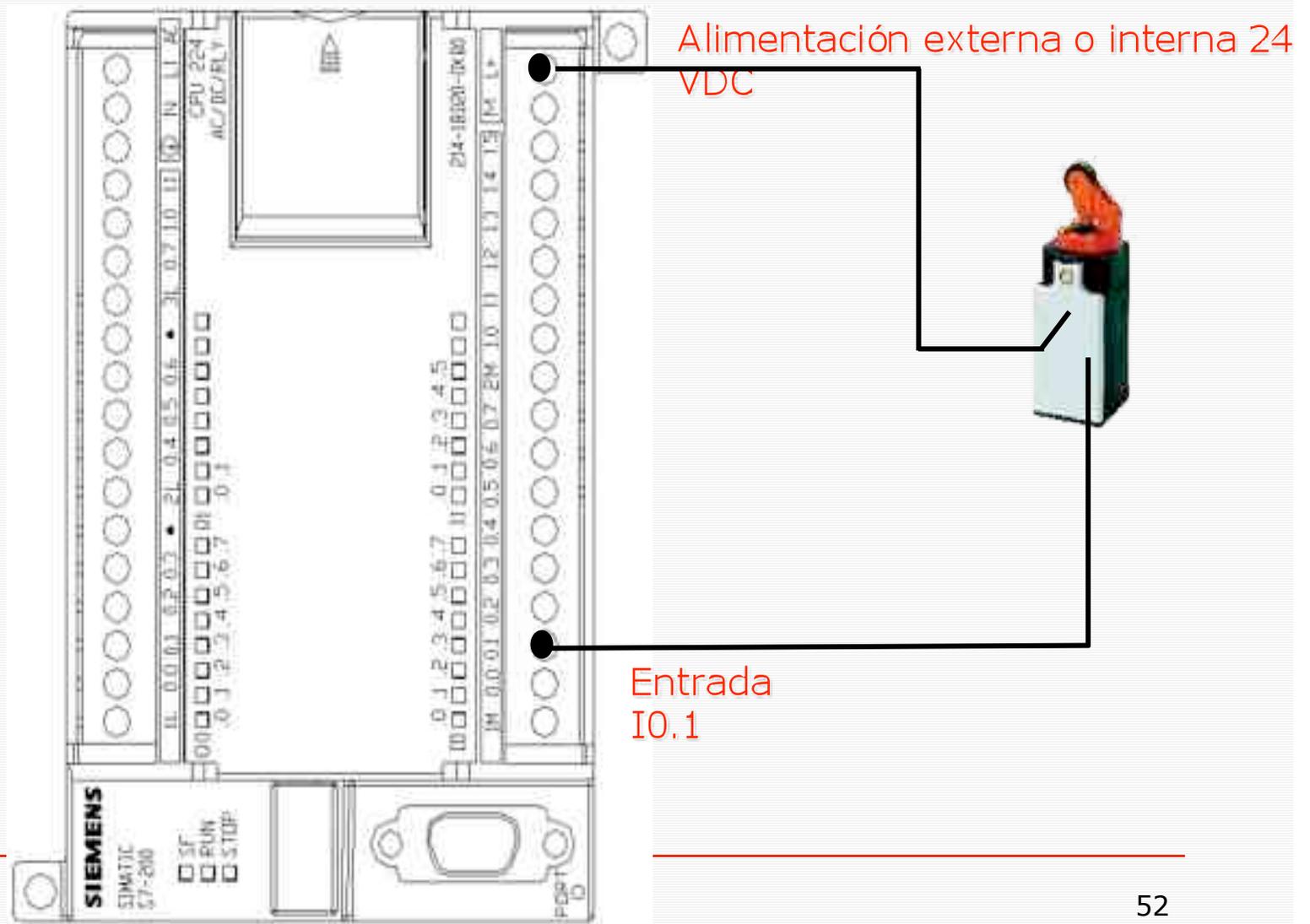


# Microrruptores, finales de carrera

---



# Conexión de sensores o captadores

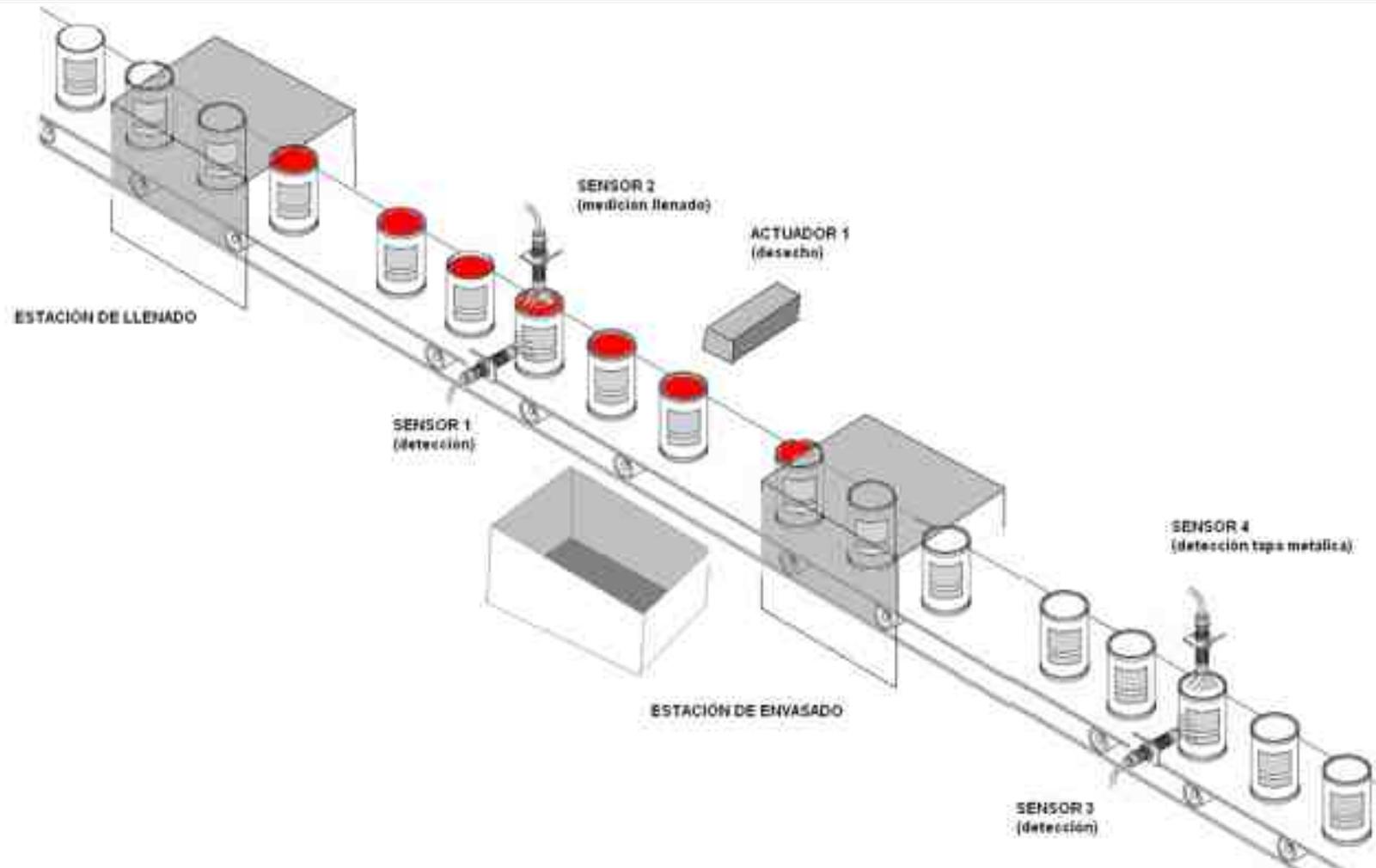


# EJEMPLO SELECCIÓN SENSORES

---

- Ascensor:
  - Detección de objetos o personas entre las puertas.
    - Óptico:
      - Emisor y receptor separados.
      - Emisor y receptor juntos (más común)
  - Sensor puertas abiertas/cerradas
    - Inductivo
    - Final de carrera.
  - Sensor en cada planta: Detección de que la cabina se encuentra en esa planta.
    - Inductivo (sin contacto)
    - Final de carrera.
  - Medida de peso. Protección contra sobrecargas en el aparato.
    - Galga extensométrica (con sistema de seguridad)
  - Pulsadores...

# EJEMPLO SELECCIÓN SENSORES



# EJEMPLO SELECCIÓN SENSORES

---

- ❑ Aplicación de envasado de tomate frito.
- ❑ La estación de llenado, introduce una cantidad fija de tomate en cada envase.
- ❑ El sensor 1 controla la presencia del envase (lata metálica)
- ❑ El sensor 2 mide el nivel de llenado de la lata.
- ❑ El actuador 1 se encarga de eliminar las latas con un llenado deficiente.
- ❑ La estación de envasado coloca el cierre superior a cada una de las latas.
- ❑ El sensor 3 controla la presencia de la lata.
- ❑ El sensor 4 detecta la presencia de la tapa superior metálica.
- ❑ El actuador 2 elimina las latas defectuosas.

# EJEMPLO SELECCIÓN SENSORES

---

- Ejercicio:
  - Seleccionar los sensores para la aplicación comentada (4 sensores).
    - Modelo concreto de cada sensor y fabricante.
    - Conectar correctamente los sensores elegidos al S7-200.
  
  - A tener en cuenta:
    - Alimentación (todos los sensores alimentados a la misma tensión).
    - Tipo de sensor correcto para cada tarea (inductivo, capacitivo..., justificar la decisión).
    - Rango de trabajo del sensor (distancia de trabajo, justificar por qué funcionaría bien).
    - Frecuencia de conmutación del sensor (suponed 3 latas/segundo).
    - Otros parámetros, p.e. protección frente a líquidos.

# Índice

---

- 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, microrruptores
-   Actuadores
  - Neumáticos
  - Eléctricos
  - Hidráulicos

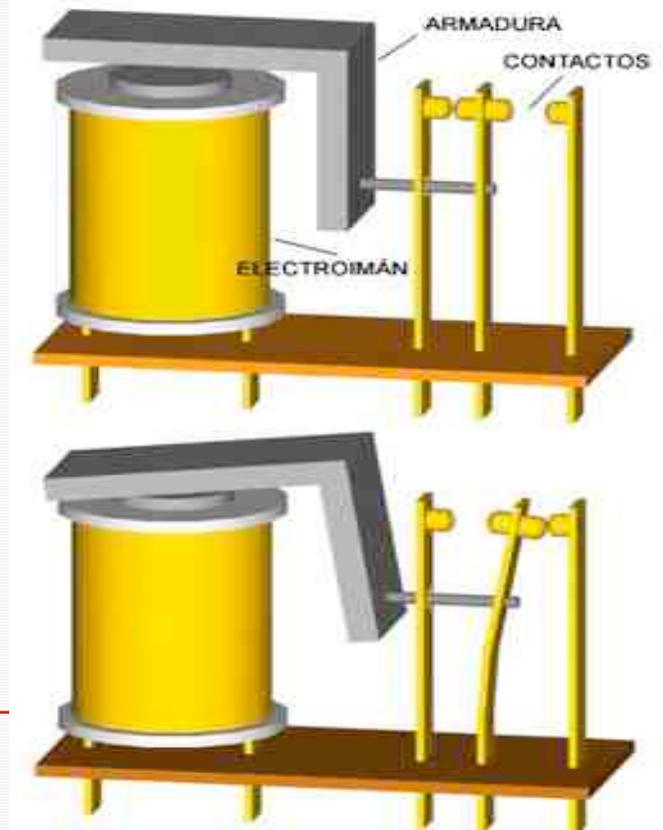
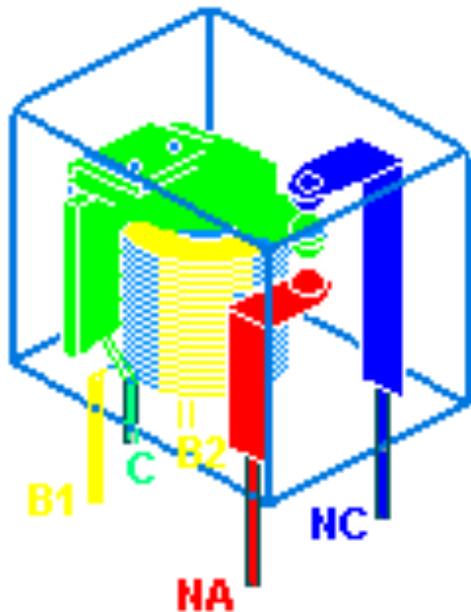
# Actuadores

---

- **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.

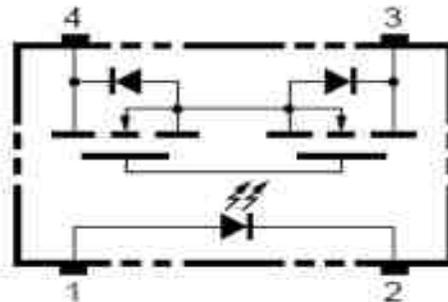
# Accionamientos eléctricos

- ❑ **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

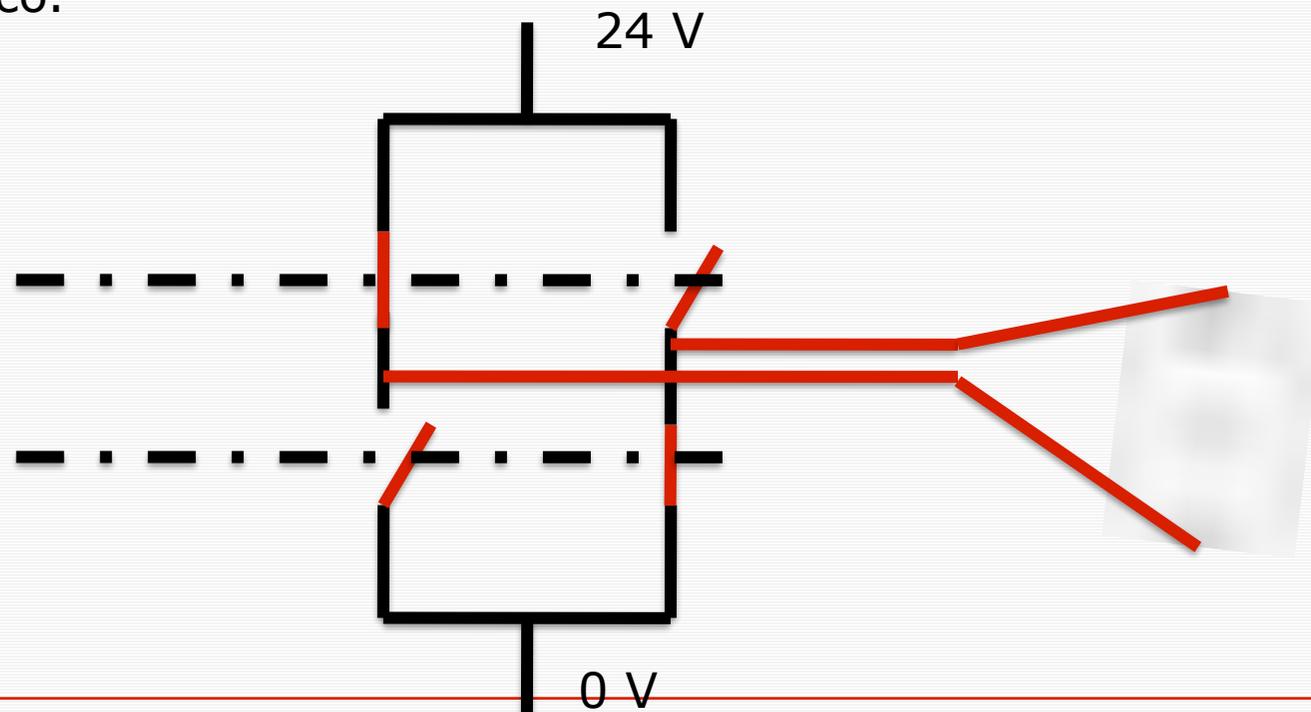
- Permiten al autómeta accionar potencias mayores. El relé necesita de poca potencia para ser accionado y es capaz de conducir gran cantidad de corriente (motores, máquinas).
- Proporcionan una separación eléctrica entre el autómeta y el circuito que se gobierna.
- Características:
  - **Tensión de mando y corriente de mando:** Tensión y corriente de alimentación de la bobina de mando (AC o DC). El autómeta 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:** Basados en silicio. Encapsulado. Optoacoplado (según figura). El LED se acciona por niveles lógicos y excita un transistor, tiristor o triac. Tiempos de respuesta menores.



# Contactores

---

- ❑ Varios contactos eléctricos accionados típicamente mediante relé: **contactor**.
- ❑ Utilidad: P.e. Para invertir el sentido de giro de un motor eléctrico.

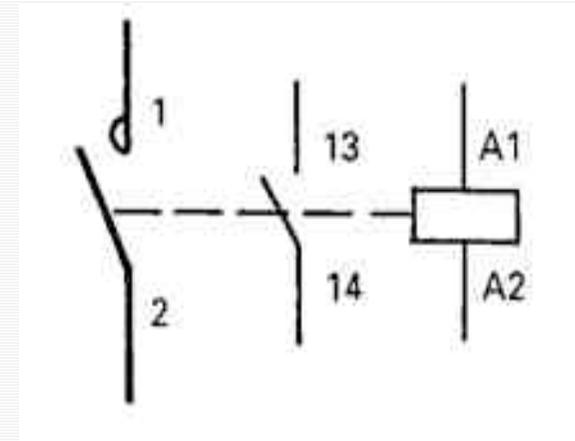
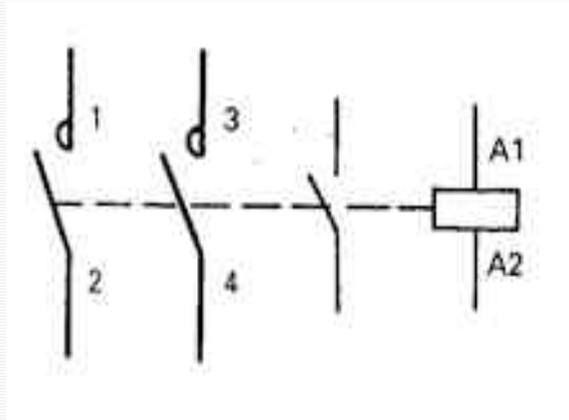


# Contactores

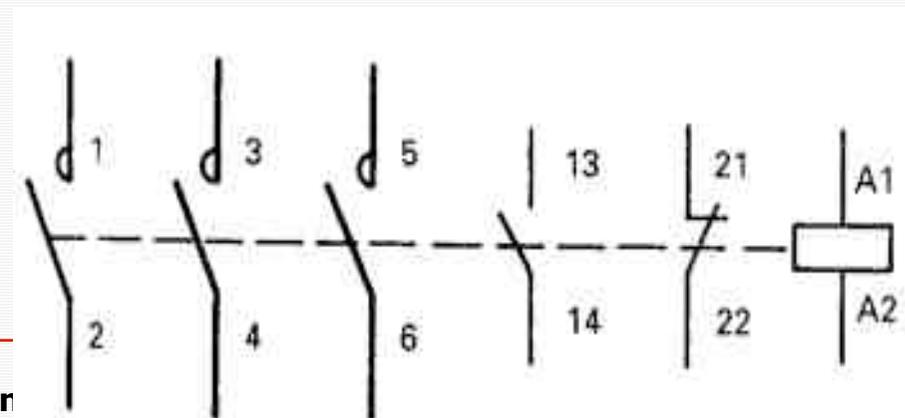
## □ Tipos de contactores

□ Contactor unipolar NA, con contacto auxiliar NA

□ Contactor bipolar NA, con contacto auxiliar NA

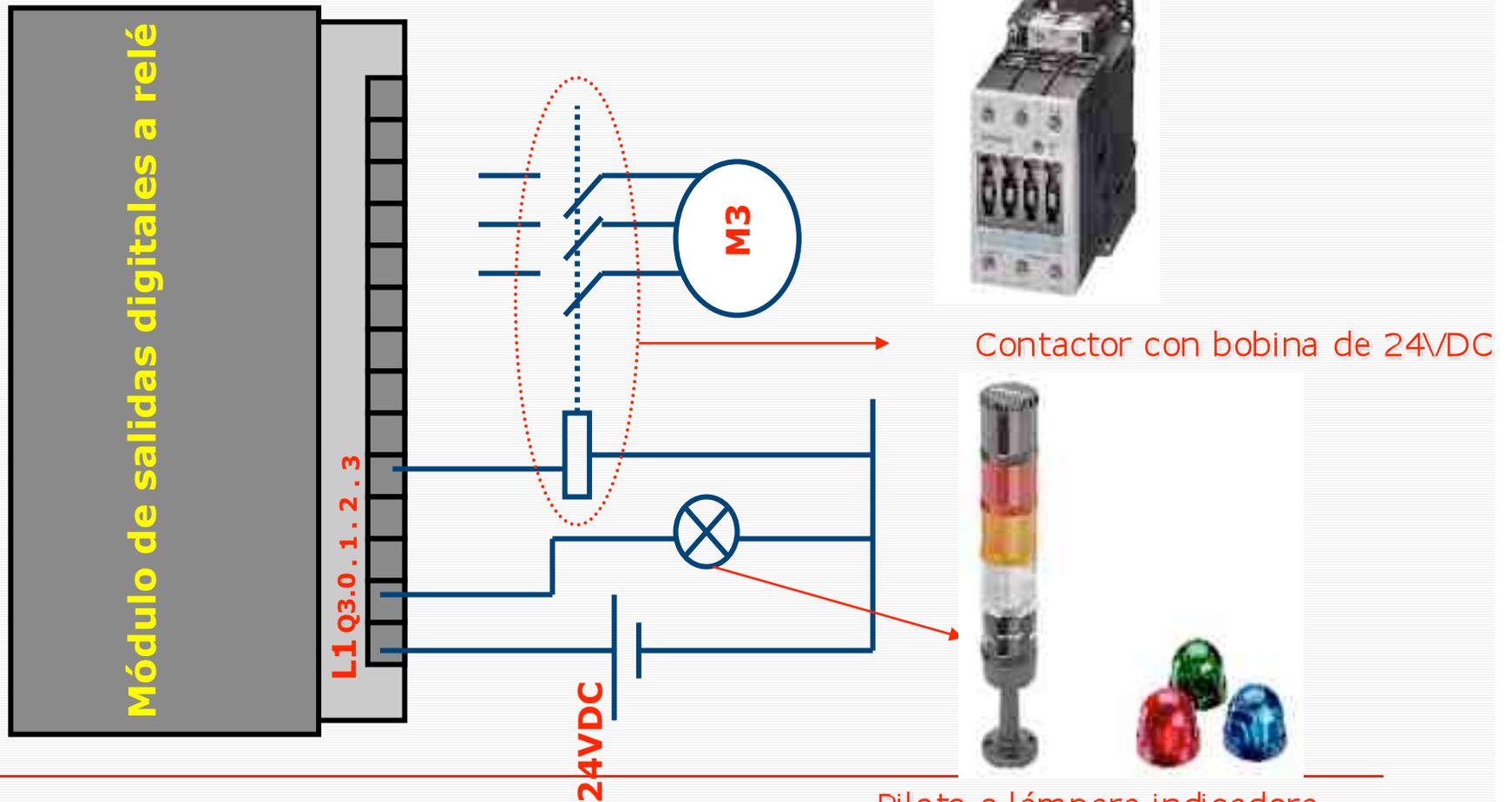


□ Contactor tripolar NA, con contactos auxiliares NA y NC



# Contactores: Conexión

- Módulo de salidas a relé



Autómatas Programables

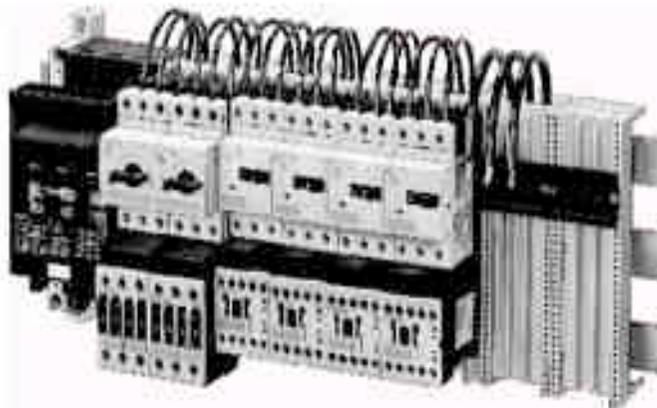
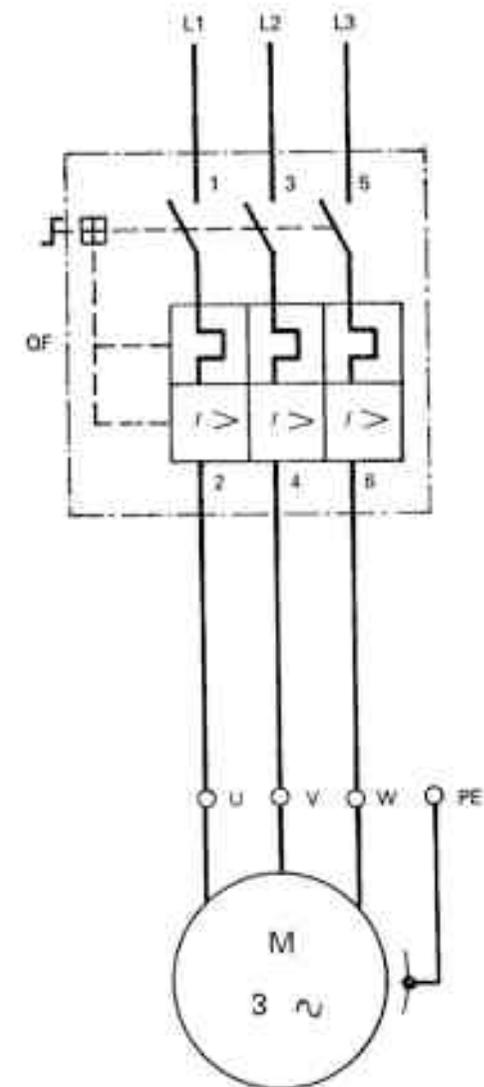
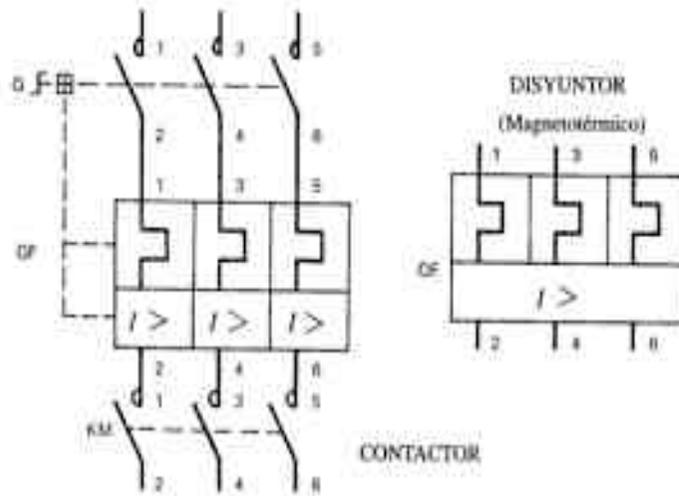
ISA-UMH © TDOC-2001

Piloto o lámpara indicadora



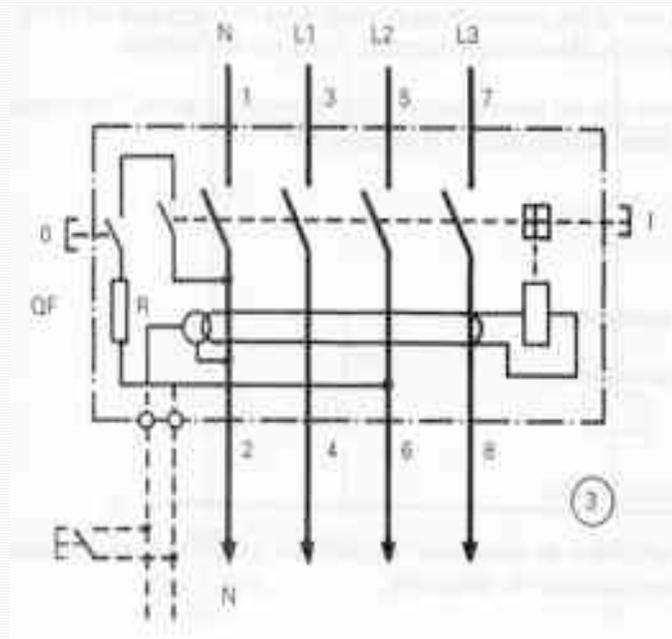
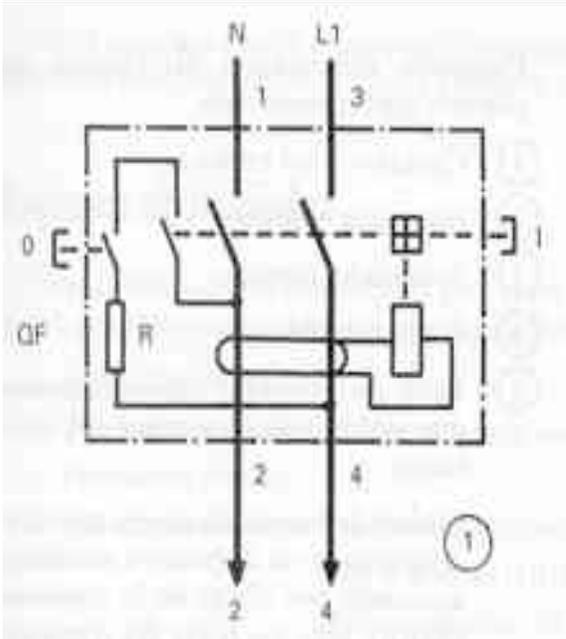
# Relés de protección

- Relé magnetotérmico (automático)



# Interrupidores diferenciales

- Su funcionamiento se basa en la diferencia de corriente entre ambos conductores. P.e. Puesta a masa.



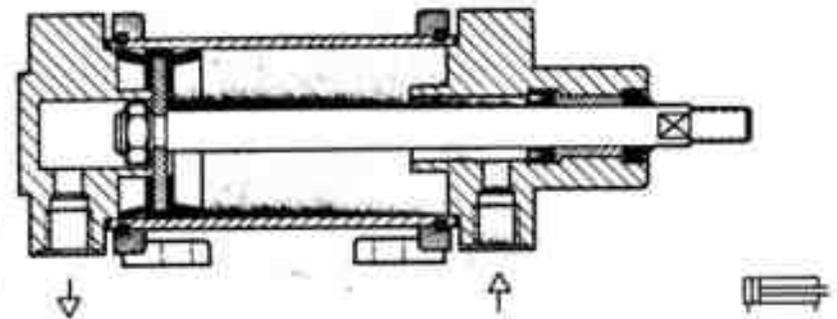
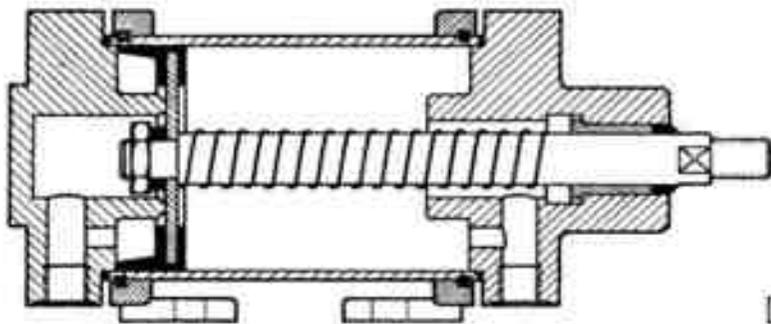
# Motores eléctricos

---

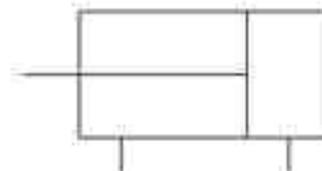
- De corriente continua:
  - Pro: Par de arranque alto.
  - Contra: Desgaste de las escobillas.
- De corriente alterna: Ausencia de escobillas
  - **Asíncronos:** Deslizamiento entre rotor y estátor necesario para la generación de par. Accionados por variadores de frecuencia.
  - **Síncronos:** *Brushless* 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/hidráulicos

- La energía se transforma en movimiento rectilíneo (cilindros) o rotatorio (motores neumáticos).
- Cilindros:
  - **De simple efecto:** Entrada de aire por un único punto del cilindro. Realizan trabajo en un único sentido. El vástago retorna a la posición original mediante muelle de retorno. Carrera de hasta 0.1m
  - **De doble efecto:** Movimiento de translación en ambos sentidos.
- **Pandeo del vástago:** No aplicar cargas laterales. Cilindros de doble vástago.



Cilindro de efecto simple,  
vástago simple,  
carrera de retroceso por resorte



Cilindro de doble efecto,  
vástago simple

# Accionamientos neumáticos/hidráulicos

---

- Se utilizan en operaciones que impliquen desplazamientos lineales cortos  
Se actúa sobre el cilindro neumático mediante electroválvulas conectadas a las salidas del autómeta.

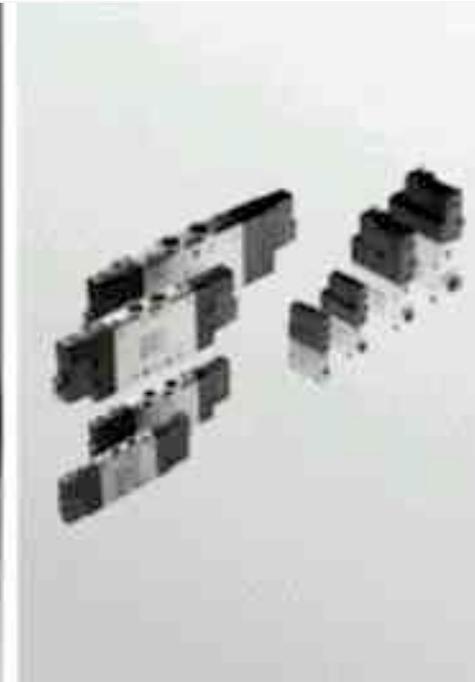
**Cilindros neumáticos**



**Manipuladores**

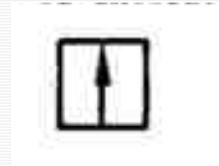
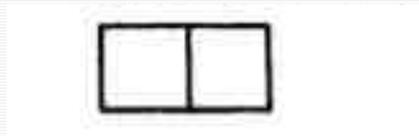
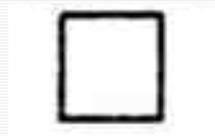


**Electroválvulas**

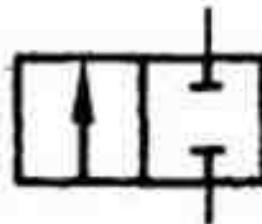


# Válvulas distribuidoras

- Permiten el accionamiento del cilindro eléctricamente (autómata).
  - **Válvulas:** Activadas mediante relé.
  - **Servoválvulas:** Regulación de presión o caudal proporcional. Gobernado con salida analógica. Permiten mantener un cilindro en una posición intermedia.
- Símbolos utilizados:
  - Número de posiciones de la válvula = n° cuadrados = N° estados de la válvula
  - Líneas: Representan la conexión y el recorrido del fluido.

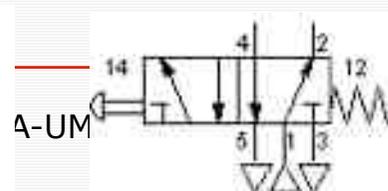
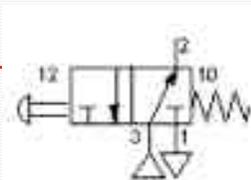
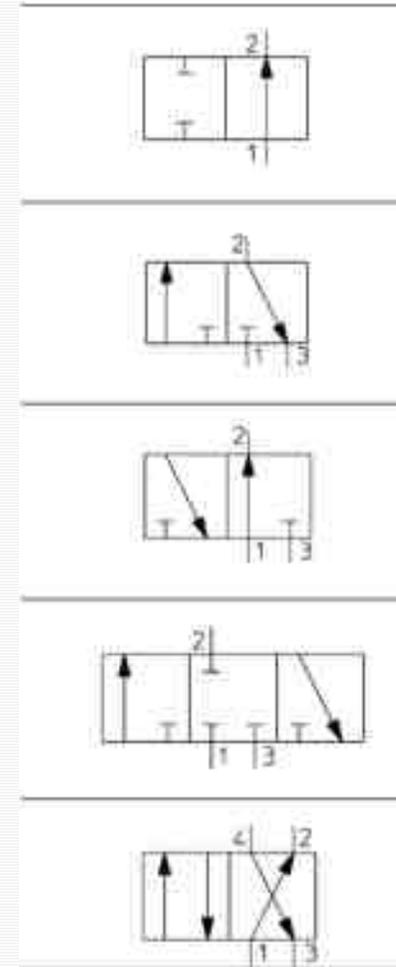


- Conexiones con el exterior
- El funcionamiento se representa desplazando lateralmente los cuadrados hasta que las conexiones coincidan.
  - Ejemplo: Posición de reposo cerrada. Al desplazarse, abierta.
  - Entradas/salidas: representadas con líneas saliendo del cuadrado.



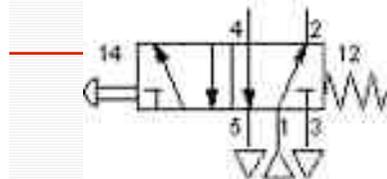
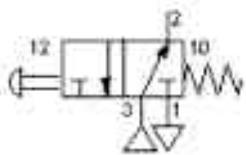
# Válvulas distribuidoras

- Más ejemplos:
  - Pasa el aire de 1 a 2 en reposo. Al accionarse la válvula, cambia de posición y se cierra el paso del aire.
  - Pasa el aire de 2 a 3. Cambia y pasa de 1 a 2.
  - 1 a 2 → 2 a 3
  - Tres posiciones!
  - 2 posiciones, 4 vías (puertos)
  - Se indica la manera en que se acciona la válvula: p.e. mediante un pulsador
  - El muelle indica que vuelve a la posición de reposo
- Denominación:
  - N° de vías/n° de posiciones



# Válvulas distribuidoras

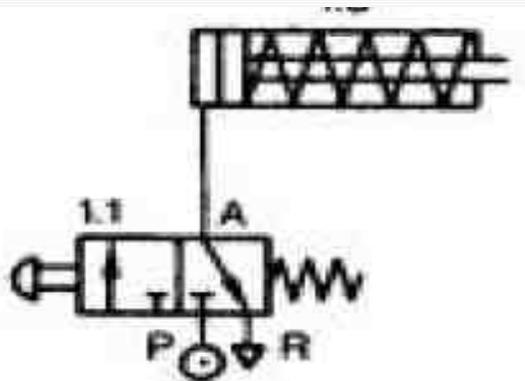
- Tipos básicos:
  - 2/2 vías: 2 posiciones, 2 vías  
Cerrada en posición normal (arriba).  
Abierta en posición normal (abajo).
  - 3/2 vías: 2 posiciones, 3 vías (conductos)
    - (Arriba) En pos normal, entrada cerrada y salida a escape. En segunda posición entrada conectada a trabajo. P.e. conexión a un cilindro de simple efecto
    - (Abajo) Al revés.
  - 3/3 vías: 3 posiciones, 3 vías
    - P.e. conectado a un cilindro de simple efecto, se puede mantener la posición del cilindro.
  - 4/2 vías: 2 posiciones, 4 vías
    - Para accionamiento de cilindros de doble efecto.



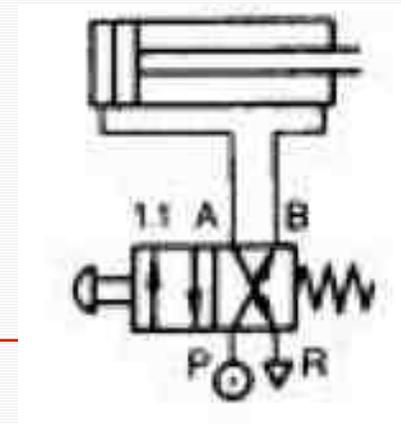
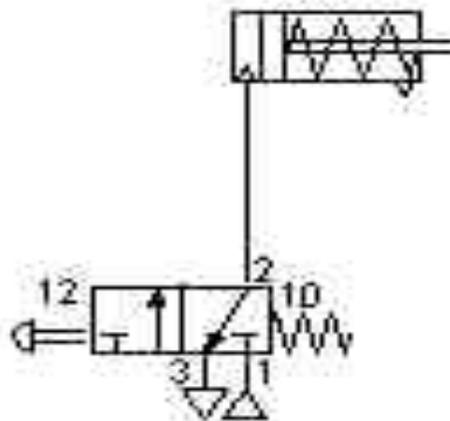
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, cerrada posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, abierta posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías,

# Conexiones típicas

- Control de un cilindro de simple efecto
  - Con válvula 3/2.
  - Accionada por pulsador, retorno mecánico por muelle.
  - Al pulsar se conecta la entrada de aire a presión con la entrada del cilindro.
  - En reposo se conecta la cámara del pistón a la salida, liberando el aire.
- Control de un cilindro de doble efecto.
  - Con válvula 4/2
  - El cilindro trabaja a presión en los dos recorridos.

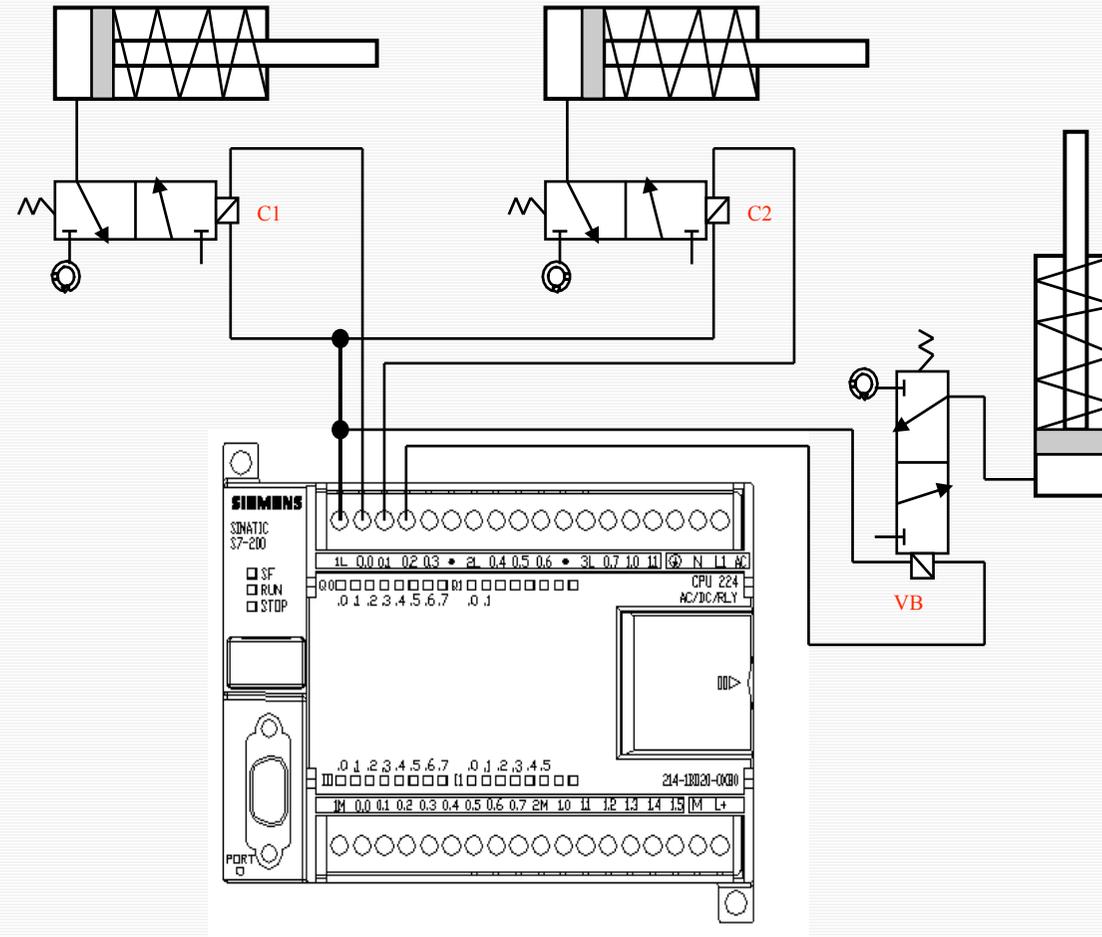


ISA



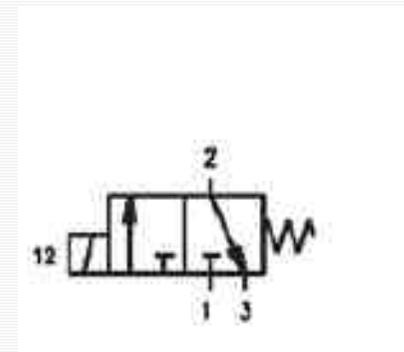
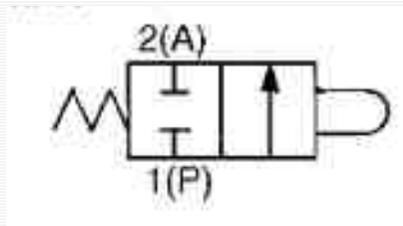
73

# Accionamientos neumáticos



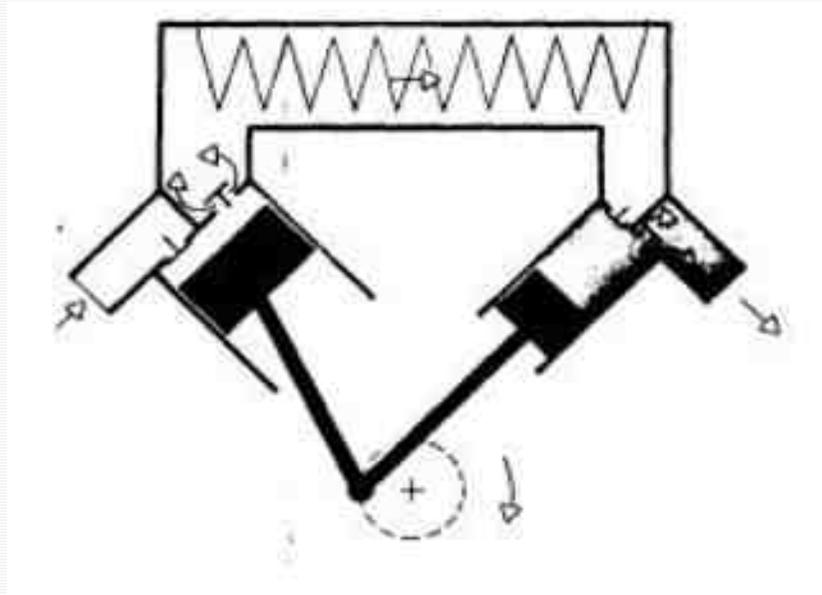
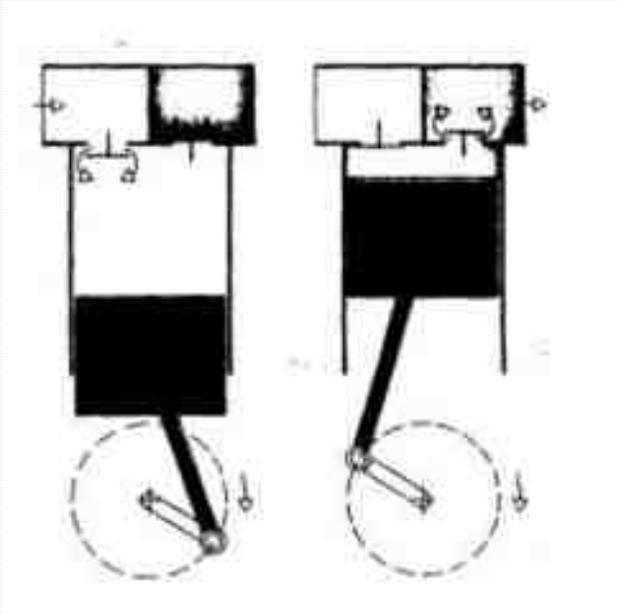
# Accionamientos neumáticos

- En general, pueden estar actuadas de forma mecánica o eléctricamente



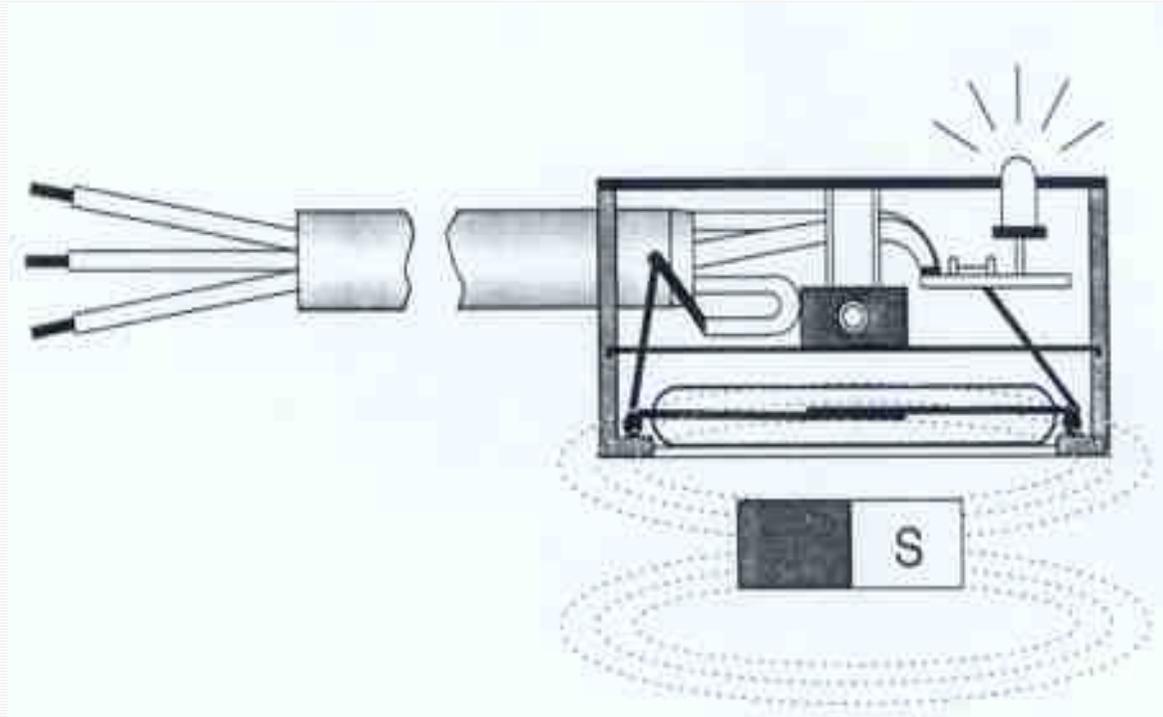
# Abastecimiento de aire a presión

- En estas instalaciones la energía se transmite mediante el aire a presión.
- El compresor es el elemento encargado de esta tarea.
- El aire se suele almacenar en un acumulador, que actúa de depósito para abastecer los picos de demanda.
- Compresores de pistón, de una y dos etapas.



# Sensores magnéticos (Reed)

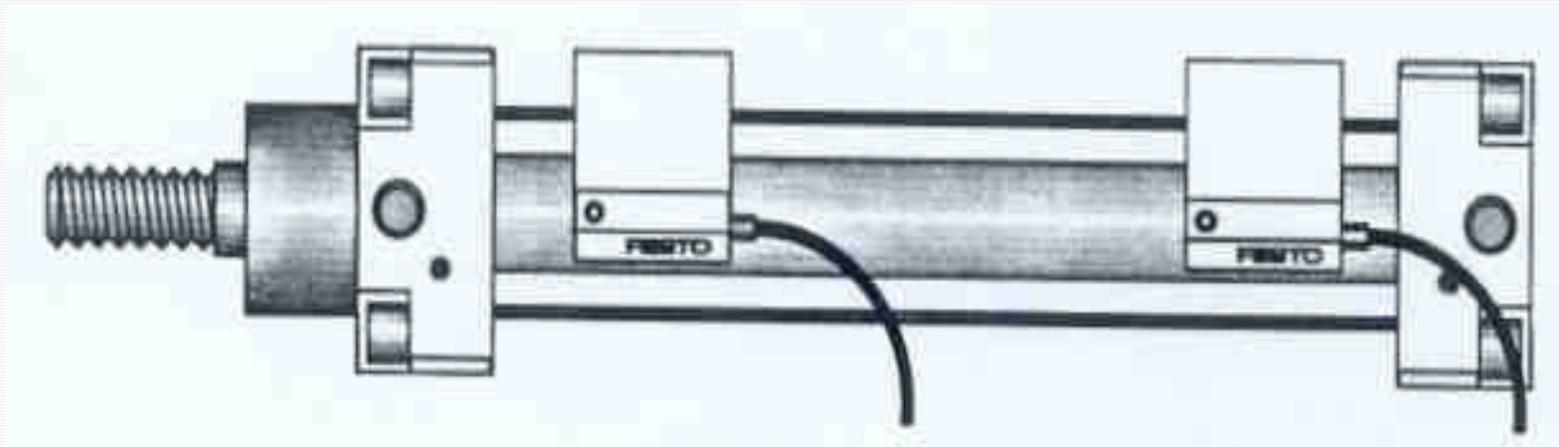
- Sensores de proximidad magnéticos (Sensores de proximidad Reed)
  - Reaccionan ante los campos magnéticos de imanes permanentes y de electroimanes.



# Sensores magnéticos (Reed)

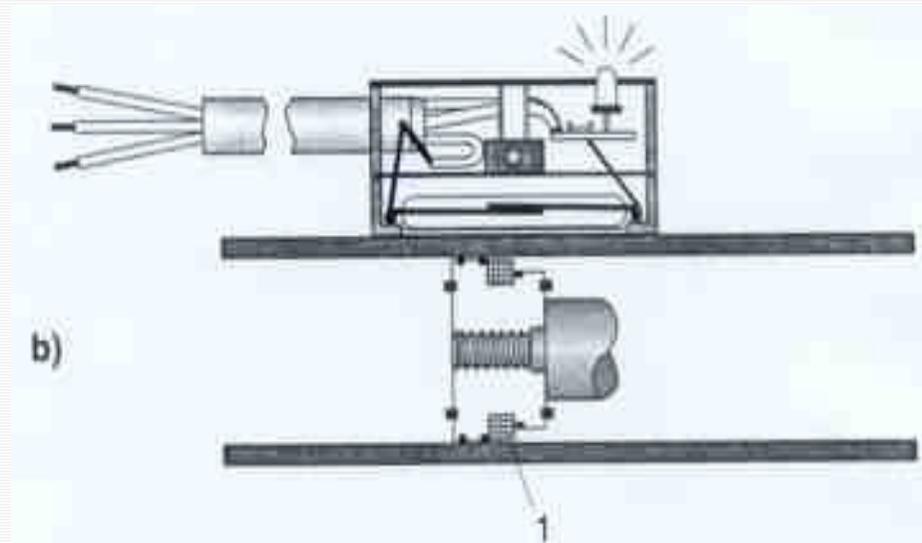
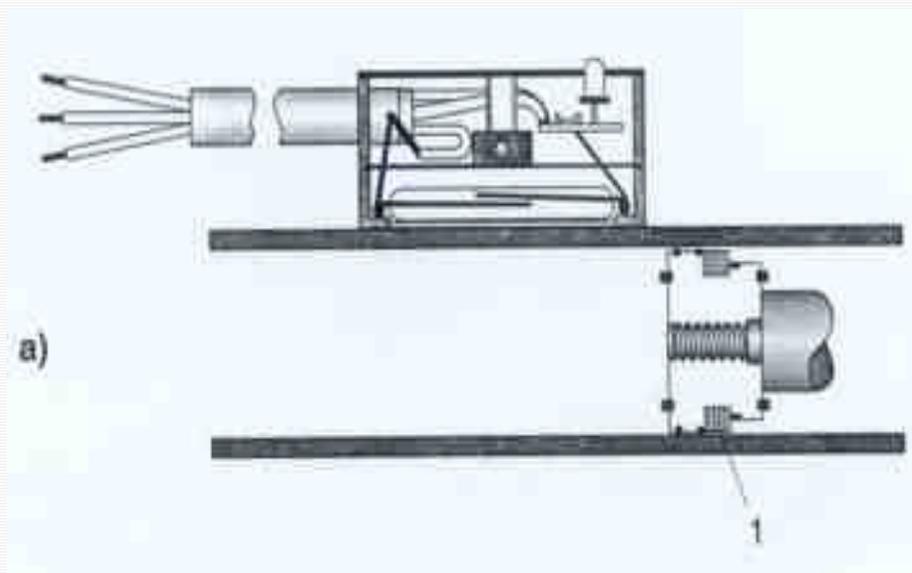
---

- Ejemplos de aplicación
  - Detectores de posición de cilindros



# Sensores magnéticos (Reed)

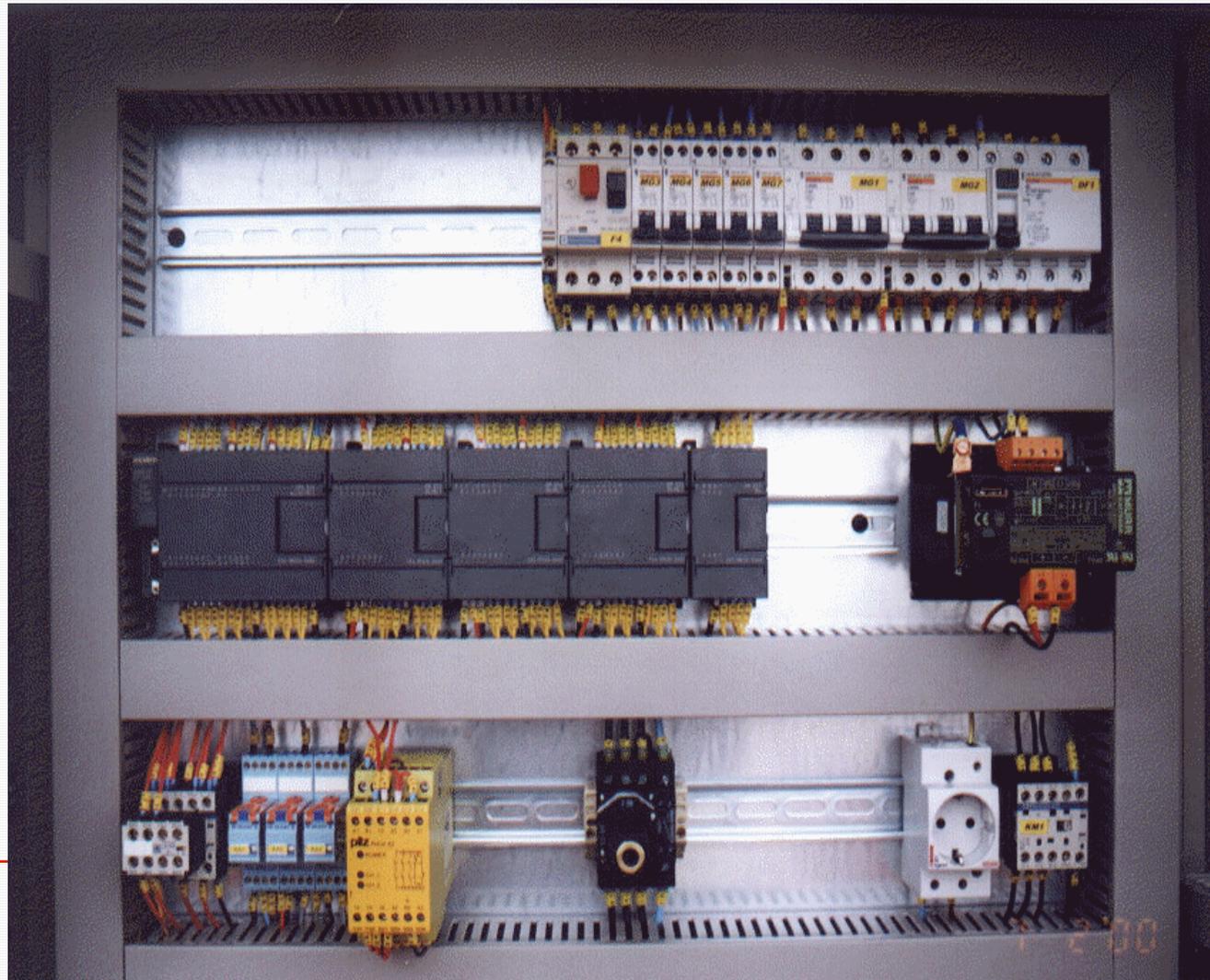
- Detectores de posición de un cilindro



# Cuadros eléctricos

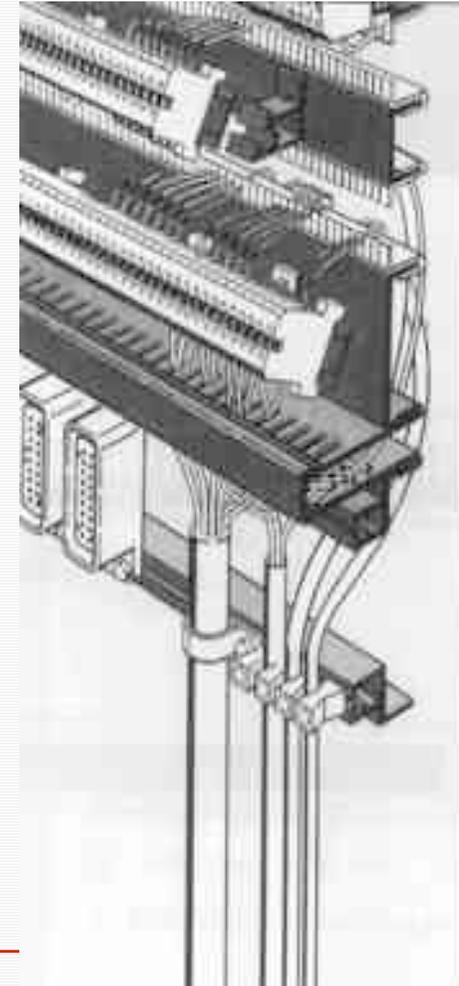
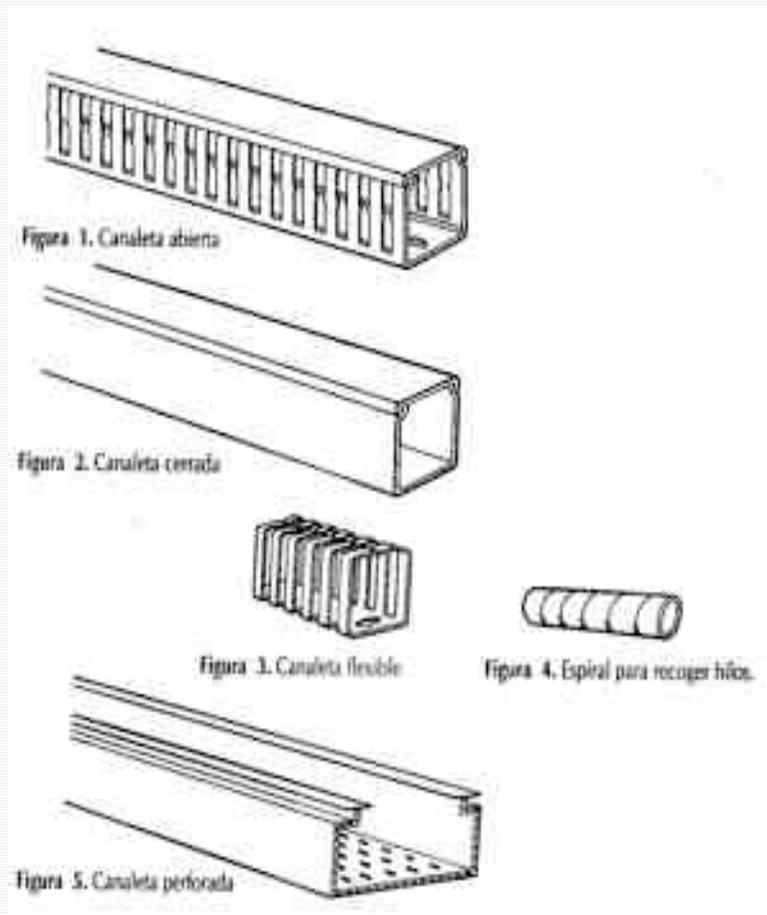
---

- Cuadro de control



# Cableado

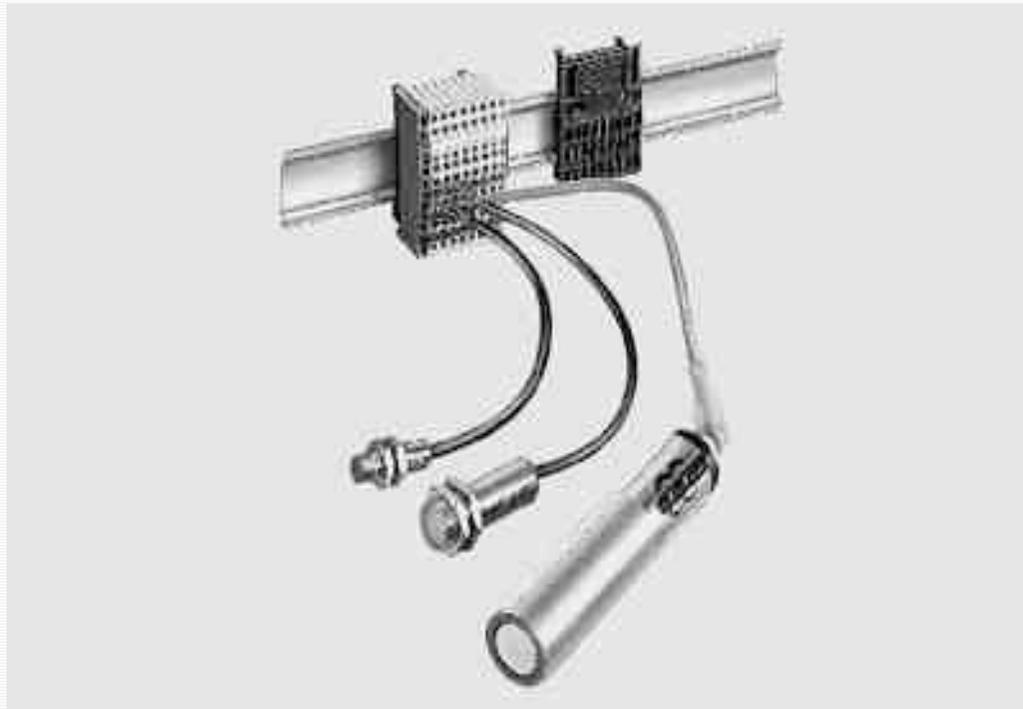
## □ Canaletas



# Cableado

---

- Bornas iniciador-actuador (Siemens)
  - Conexión de sensores al PLC
  - Borna de alimentación y 8 o 17 bornas iniciador-actuador



# Instalaciones distribuidas

- ❑ Multitud de sensores,... complicado cablear todo...
- ❑ Sistema distribuido

