



# AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA


## CURSO 2021/2022

### Tema 2. Sensores

1



## Tema 2. Sensores

- Definición de sensor. Características.
  - Clasificación general.
  - Sensores digitales.
  - Sensores numéricos.
  - Sensores analógicos.
- 

2



# DEFINICIÓN DE SENSOR. CARACTERÍSTICAS

3



## Definición de sensor

- **Sensor:** 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:
    - ✓ 0-10V.
    - ✓ 4-20 mA.
  - Digitales:
    - ✓ Pulsos (duración proporcional a la magnitud).
    - ✓ Número codificado en binario.
    - ✓ Todo-Nada (1-0).

4

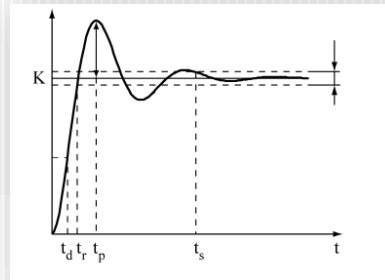
## Características

- **Descriptores estáticos:**

- Rango. Valores mínimos y máximos para las variables de entrada y salida.
- Resolución. Cantidad de incremento de medida más pequeña detectable.
- Error. Diferencia entre el valor medido por el sensor y el valor real.
- Sensibilidad. Razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada.
- Excitación. Cantidad de corriente requerida para el funcionamiento del sensor.

- **Descriptores dinámicos:**

- Tiempo de respuesta.
- Régimen permanente/estacionario.



# CLASIFICACIÓN GENERAL



## Clasificación general

- La lista de sensores para diferentes variables físicas es muy larga. Aquí se van a ver los más comunes en un proceso de automatización industrial.
- **Según la señal de salida que dan pueden ser:**
  - Digitales. Su salida actúa como un conmutador (cerrado o abierto). Se conectan a entradas lógicas o digitales del PLC.
  - Numéricos. Dan un código como varias señales digitales o como trenes de pulsos. Para conectar a entradas especiales: entradas de pulsos o de contadores rápidos (módulo específico del PLC).
  - Analógicos. Dan una señal analógica de tensión o corriente, o modulación de pulso. Se deben conectar a entradas analógicas (ADC) del PLC.

7



Ingeniería Informática



# SENSORES DIGITALES

8

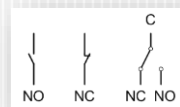
## Sensores digitales

- Sensores de proximidad o detectores
  - Sensores de proximidad con contacto (finales de carrera).
  - Sensores de proximidad sin contacto.
    - ✓ Sensores magnéticos.
    - ✓ Sensores capacitivos.
    - ✓ Sensores fotoeléctricos.
    - ✓ Sensores ultrasónicos.

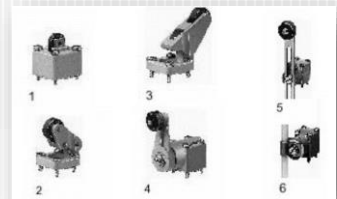
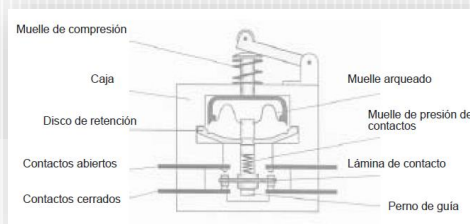
9

## Sensores digitales

- Sensores de proximidad con contacto.
  - Sensores electromecánicos sencillos y baratos.
  - Al ser mecánicos y trabajar por contacto, solo tienen garantizado un número máximo de maniobras. (aprox. 10 millones de ciclos).
  - Cierran (NO) o abren (NC) un contacto eléctrico.
  - Tiempo de conmutación entre 1 y 10 ms.
  - Cuando se emplean para operaciones de conteo, se deben tener en cuenta los rebotes de los contactos.



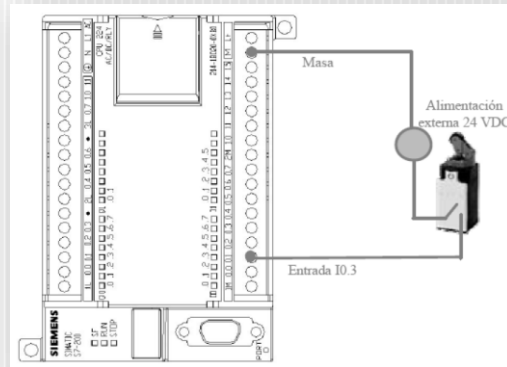
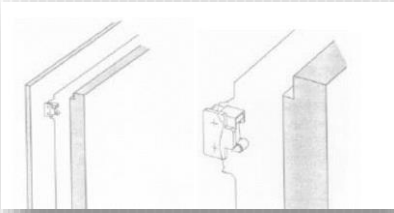
Omron  
industrial.omron.es



10

## Sensores digitales

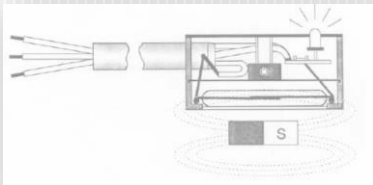
- Sensores de proximidad con contacto.
  - Ejemplos.



11

## Sensores digitales

- Sensores de proximidad sin contacto.
  - Sensores Magnéticos (efecto "Reed").
    - Reaccionan antes los campos magnéticos de imanes permanentes y de electroimanes.



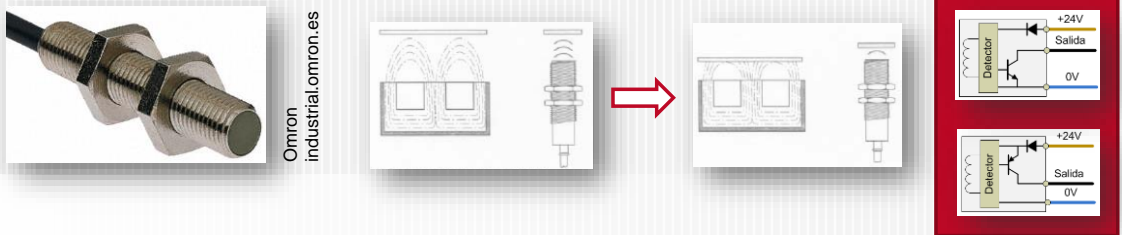
12

## Sensores digitales

### ➤ Sensores de proximidad sin contacto.

#### • Sensores Inductivos.

- Detectan elementos metálicos a distancia de hasta 20mm de media (pueden llegar hasta 75 mm), según el modelo.
- Funcionan aplicando una señal de alta frecuencia a una bobina, cuya inductancia cambia al acercarse un elemento metálico.
- Robustos: no hay piezas mecánicas y no se desgastan. Resistentes a ambientes agresivos
- Los hay con salida de lógica positiva (PNP) y salida lógica negativa (NPN).



13

## Sensores digitales

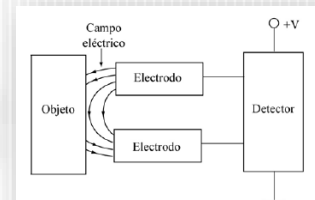
### ➤ Sensores de proximidad sin contacto.

#### • Sensores Capacitivos.

- Detectan elementos de materiales conductores y no conductores sin contacto (máximo de 1m a 2m). Aplicaciones en materiales no metálicos como vidrio, cerámica, plástico, madera, agua, aceite, cartón, etc.
- Funcionan mediante un condensador abierto cuyo campo eléctrico cambia al colocar delante materiales que actúan como dieléctricos (según su constante dieléctrica  $\epsilon$ ).
- Su sensibilidad se ve muy afectada por el tipo de material y el por el grado de humedad en el ambiente.
- Modo de operación similar a los inductivos. No hay piezas mecánicas y no se desgastan. PNP y NPN.



$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

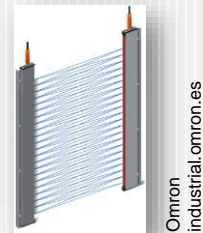


14

## Sensores digitales

### ➤ Sensores de proximidad sin contacto.

- Sensores Fotoeléctricos (fotocélulas).
  - Se componen de dos elementos:
    - Emisor de luz (infrarrojo o laser)
    - Receptor de luz, que detecta luz u oscuridad.
  - Detección sin contacto de objetos, y de todo tipo de materiales (en función del modelo). Respuesta rápida (microsegundos).

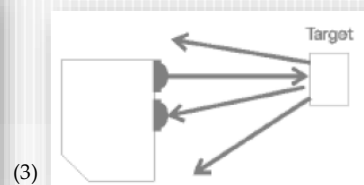
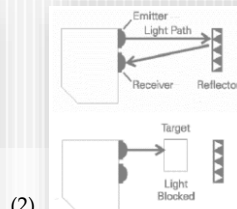
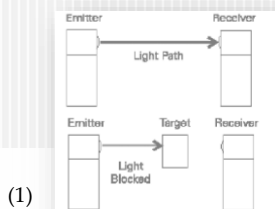


15

## Sensores digitales

### ➤ Sensores de proximidad sin contacto.

- Sensores Fotoeléctricos (fotocélulas).
  - De barrera (1):
    - Se componen de un emisor y de un receptor. El emisor se coloca de forma que el haz de luz incida sobre el receptor.
    - Una interrupción del haz de luz origina una conexión de la salida.
  - De retro – reflexión (2): elemento reflector.
  - De reflexión directa (3): la luz del emisor da en un objeto y refleja sobre un receptor



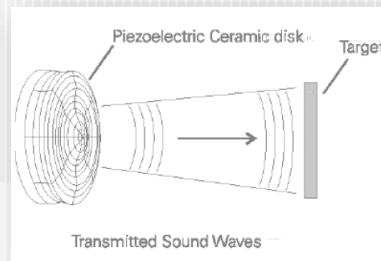
16



## Sensores digitales

### ➤ Sensores de proximidad sin contacto.

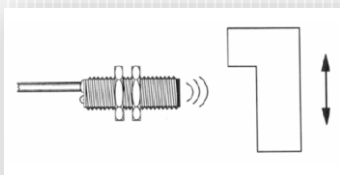
- Sensores Ultrasónicos.
  - Emiten sonido en el rango inaudible a cualquier frecuencia y reciben el eco.
  - Rango de distancia relativamente alto.
  - Detección de objetos transparentes e independientes del color y material.
  - Poco sensible a la humedad y polvo.
  - Objetos con superficies inclinadas, el eco se puede desviar.



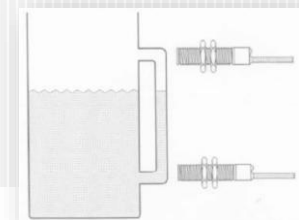
17

## Sensores digitales

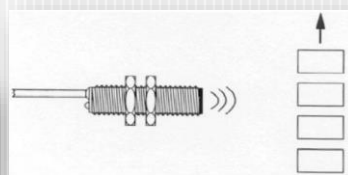
### ➤ Aplicaciones



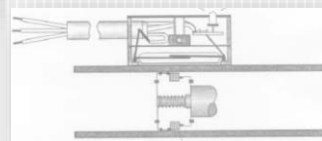
Centros de mecanizado  
Cilindros neumáticos



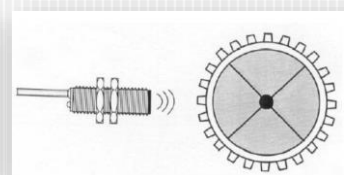
Supervisión niveles de llenado  
(sensores capacitivos, ultrasónicos)



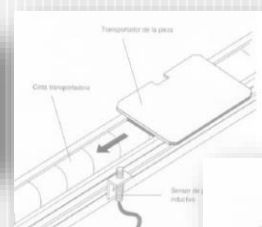
Cintas transportadoras



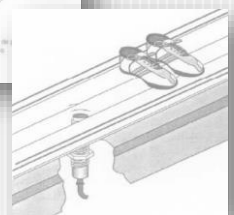
Detección posición  
de cilindros



Engranajes



Detección de objetos en  
cintas transportadoras



18



# SENSORES NUMÉRICOS

19

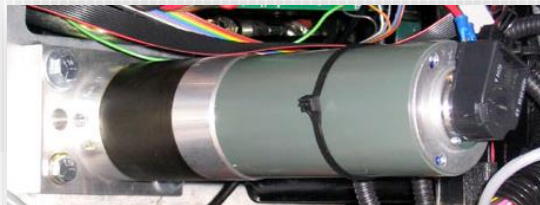


## Sensores numéricos

### ➤ Encoders.

- Generar señales digitales que permiten determinar la posición y velocidad de un eje normalmente giratorio.
- Dos tipos:
  - ✓ *Absolutos*. La salida es un conjunto de señales con un código que representa una posición.
  - ✓ *Incrementales*: Su salida es una o varias señales de pulsos que permiten conocer un desplazamiento relativo.

Motor CC con encoder



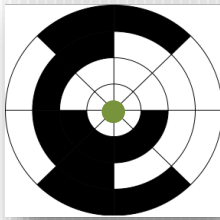
Magnus Manske  
commons.wikimedia.org

20

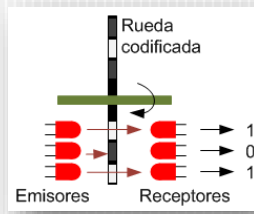
## Sensores numéricos

### ➤ Encoders absolutos.

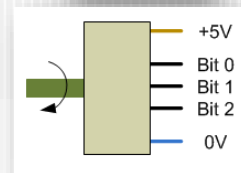
- Utilizan una rueda codificada con secciones opacas y transparentes, que son leídas por fotodiodos.
- Para N bits de salida: resolución de  $360^\circ / 2^N$ .
- Suelen usar codificación Gray para evitar errores de lectura de las secciones.



Maksim  
commons.wikimedia.org



Omron E6C  
industrial.omron.es

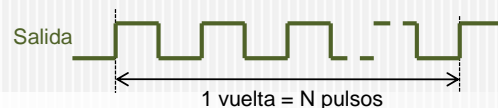


21

## Sensores numéricos

### ➤ Encoders incrementales.

- Las salidas del encoder deben conectarse a un módulo contador para llevar la cuenta de la posición.
- Los hay con 1, 2, ó 3 salidas de pulsos o canales.
- Un canal, con un pulso cada  $x^\circ$ .
  - ✓ Salida con  $N=360^\circ/x$  pulsos por vuelta.
  - ✓ No permiten determinar el sentido de giro por si solos.



22

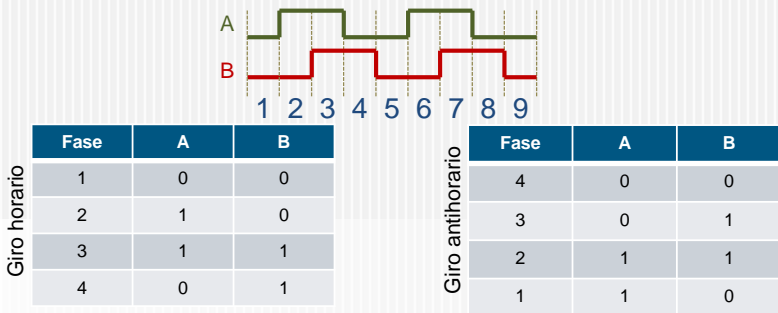
## Sensores numéricos

### ➤ Encoders incrementales.

- 2 canales (A y B) o de cuadratura. Cada canal genera un pulso cada x grados, pero están desfasados.
- Con un módulo contador adecuado se puede determinar el sentido de giro analizando la evolución de las señales.
- $360^\circ/x$  pulsos por vuelta, y con una frecuencia máxima.



Omron E6A2  
industrial.omron.es

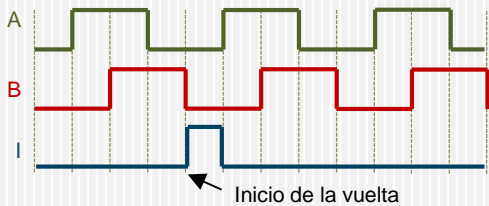


23

## Sensores numéricos

### ➤ Encoders incrementales.

- 3 canales: A, B + I (ó Z). Además de A y B dan una señal de índice (I ó Z) con un pulso por vuelta.
- El índice permite tener una referencia absoluta, que se suele usar para reiniciar el módulo contador.

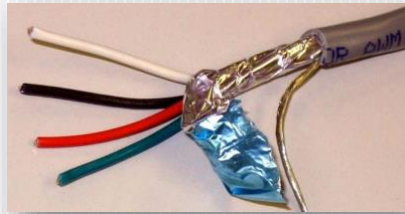


24

## Sensores numéricos

### ➤ Encoders.

- En una planta, las interferencias electromagnéticas pueden afectar a las señales procedentes del sensor. Con encoders, esto puede equivocar al contador de posición.
- Se requiere un cableado inmune a las interferencias:
  - ✓ Cables blindados.



Pavel.skrbek  
commons.wikimedia.org

25

Ingeniería Informática

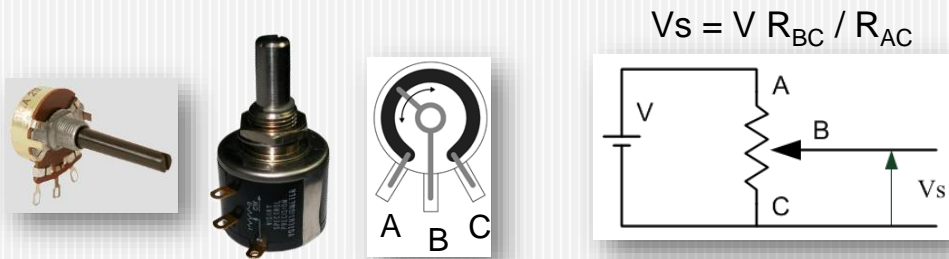


# SENSORES ANALÓGICOS

26

## Potenciómetro

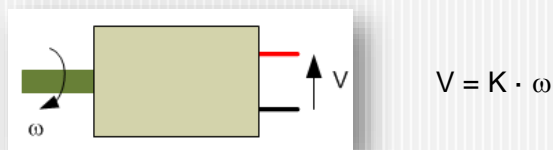
- La resistencia entre sus terminales varía en función de la posición de un mando lineal o rotativo.
- Es un elemento sencillo y barato. Pero que sufre desgaste y suciedad que alteran su funcionamiento.



27

## Tacómetro

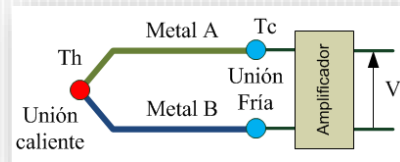
- Al girar un bobinado en un campo magnético (o al revés) se genera una corriente que proporciona una diferencia de potencial de salida.
- La diferencia de potencial (voltaje) de salida es proporcional de la velocidad angular de giro.
- Hoy en día se usan más los encoders numéricos para medir velocidad, además de posición.



28

## Termopar

- Sensores basados en el efecto Seebeck: al calentar el punto que une dos piezas de metales distintos, manteniendo los otros extremos a una temperatura inferior, se obtiene una diferencia de potencial entre los metales.
- La diferencia de potencial (voltaje) de salida es proporcional a la temperatura.
- Según los metales usados, hay diferentes tipos.



29

## Distancia por láser

- Con un haz láser se determina la distancia a un objeto mediante análisis de interferencias o triangulación.
- Son caros, pero rápidos (0,2ms) y de alta precisión:
  - Resolución de 0.1  $\mu\text{m}$  para distancias de 4mm.
  - Resolución de 200  $\mu\text{m}$  para distancias de 300mm.
- Suelen ser reconfigurables, y proporcionan a su salida un rango de tensión (-5 a 5V) o corriente (4-20mA).



Omron ZX  
industrial.omron.es

30



Ingeniería Informática



# AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA

## CURSO 2021/2022

Tema 2. Sensores