



# Fotocélulas



## Formación



# Índice



- [Definición](#)
- [Composición](#)
- [Método de detección](#)
- [Emisores](#)
- [Receptores](#)
- [Características de control](#)
- [Etapas de salida](#)
- [Curvas Características](#)
- [Normas y protección](#)
- [Fibra óptica](#)
- [Precauciones](#)
- [Aplicaciones](#)



# Definición

---



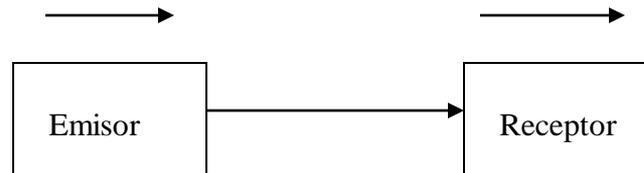
Una célula fotoeléctrica puede definirse como un dispositivo capaz de detectar la presencia o ausencia de un objeto, o cualquier cambio en sus características físicas (posición, color, tamaño, etc.) utilizando únicamente luz y sin necesidad de contacto físico con el objeto.



# Composición



- Emisor
- Receptor
- Etapa de tratamiento
  - Amplificador: Incorporado o separado
  - Circuito de control
- Etapa de salida





# Método de Detección

---

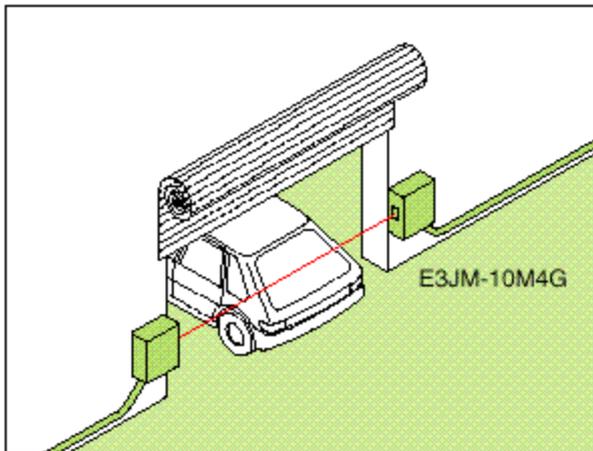


- **Barrera**
- **Reflex**
  - Reflexión Polarizada.
- **Reflexión Difusa**
  - Con supresión de plano posterior BGS.
  - Con supresión de plano anterior FGS.
  - Posición de objeto PSD.
  - Fotocromáticas.
    - Detección de marcas.
    - Detección de color.

# Fotocélulas de Barrera



- Consta de un Emisor y un Receptor separados en distintos encapsulados.

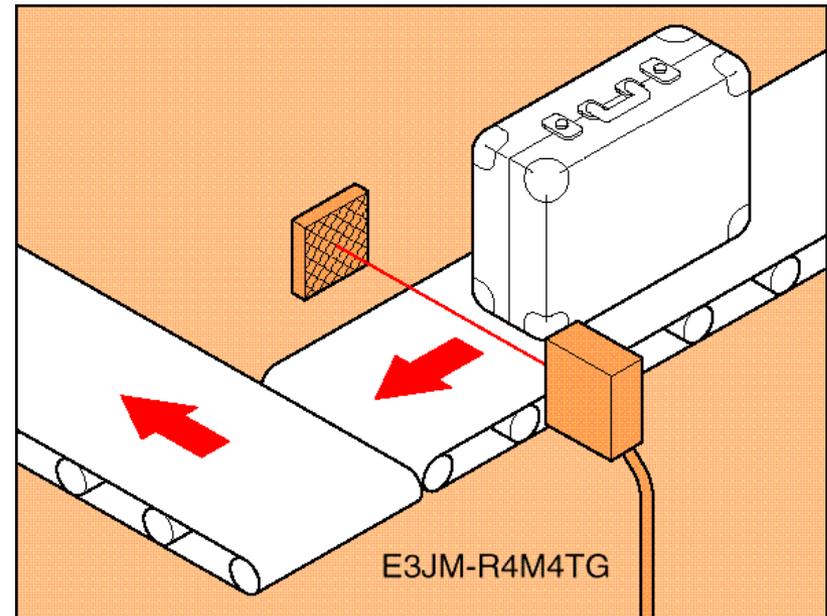


- Largo alcance.
- Gran selectividad respecto al tamaño del objeto.
- Alta resistencia a ambientes difíciles.
  - Detecta objetos opacos.
  - Doble cableado: Emisor y receptor.

# Reflex con espejo (1)



- Emisor y receptor en el mismo encapsulado.
- El haz de luz es reflejado hasta el receptor por el espejo.
- El objeto es detectado al interrumpir el haz.
- Alcanzan hasta 10 m.
- Fácil instalación.
- Pueden detectar objetos transparentes (FAO).





# Reflex con espejo (2)

---

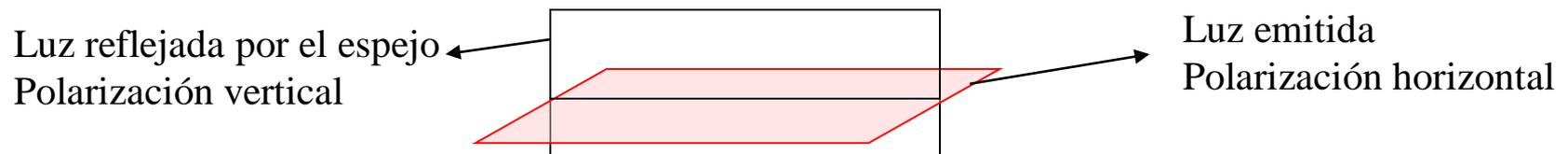


- La posición y el tamaño del espejo influyen en la zona de detección.
- El espejo debe ser más pequeño que el objeto a detectar.
- Para detectar objetos brillantes usa luz polarizada.

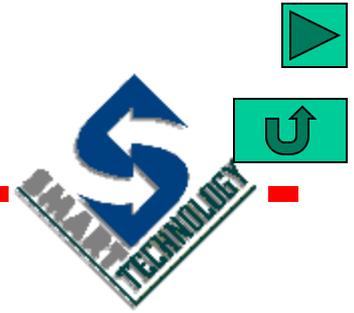
# Reflexión polarizada con espejo



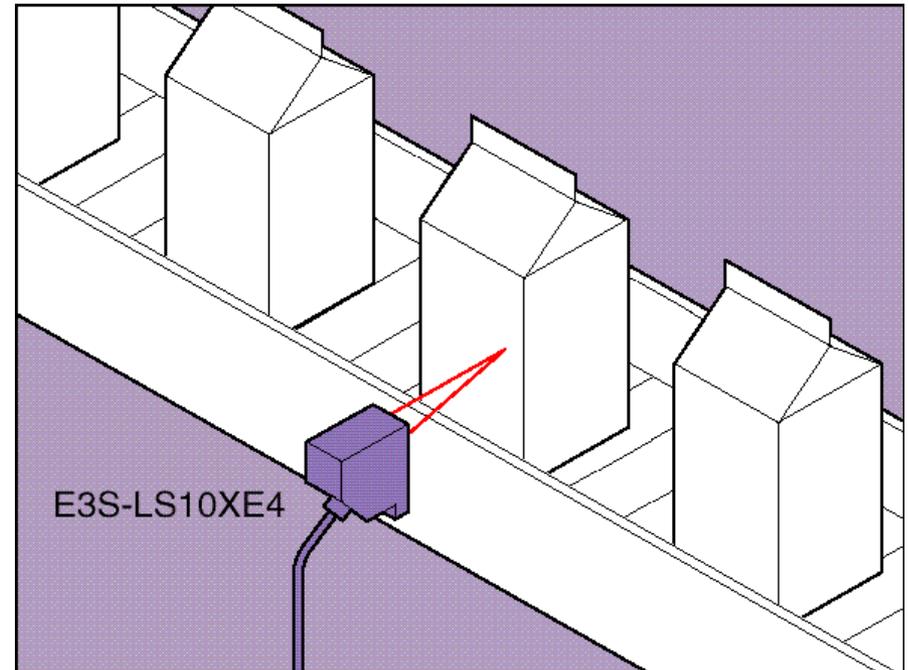
- Luz polarizada es la que vibra en un único plano.
- El emisor polariza la luz en horizontal y el receptor filtra la luz que le llega con polarización vertical.
- El espejo reflector es capaz de modificar la luz polarizada horizontal en vertical gracias a su construcción triédrica.
- Un objeto brillante no cambia la polaridad del haz emitido por lo que al receptor no le llega luz adecuadamente polarizada.



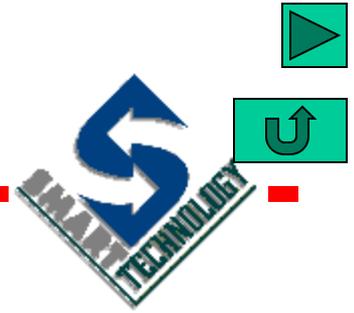
# Reflexión difusa (1)



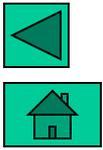
- Reflexión difusa:  
Energía reflejada.
- BGS/FGS: Geometría  
del haz de luz.
- Marcas de color:  
Intensidad de luz.
- Sensores de color:  
Longitud de onda.



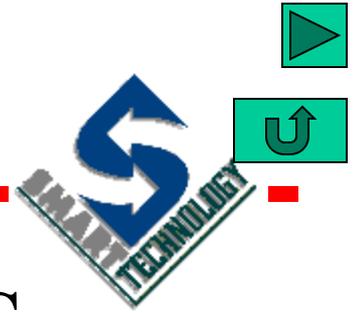
# Reflexión difusa (2)



- No necesita espejo, el objeto refleja la luz hacia el receptor. Ideales para las aplicaciones que sólo tienen un lado accesible.
- La cantidad de luz reflejada depende del objeto de su material, forma y color; con lo que varía la distancia de detección con los objetos negros, que reflejan poca luz.
- Este efecto se puede contrarrestar con el ajuste de sensibilidad de la fotocélula.



# BGS/FGS 1



## Reflexión Difusa

- Detecta energía reflejada.
- Depende fuertemente de las características del objeto (error blanco/negro).
- Punto de detección indeterminado.

## BGS/FGS

- Detecta posición del haz reflejado.
- Débil dependencia de las características del objeto (pequeño error blanco/negro).
- Distancia de detección claramente definida.

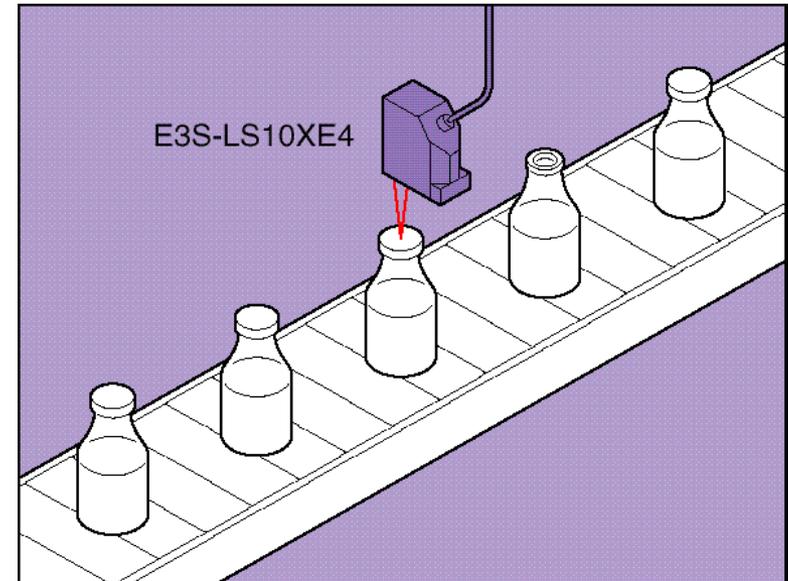


# BGS/FGS 2



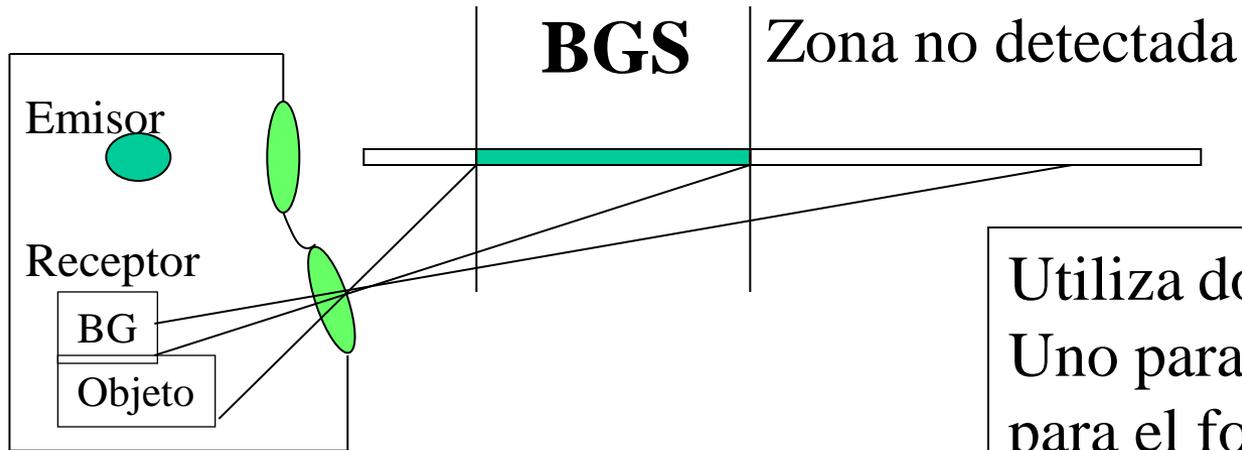
Cambio de distancia de detección:

- Ranuras.
- Obturador en el receptor.
- Mecánica.
- Utilizando dos elementos receptores.
- Receptor PSD (Position Sensing Device).

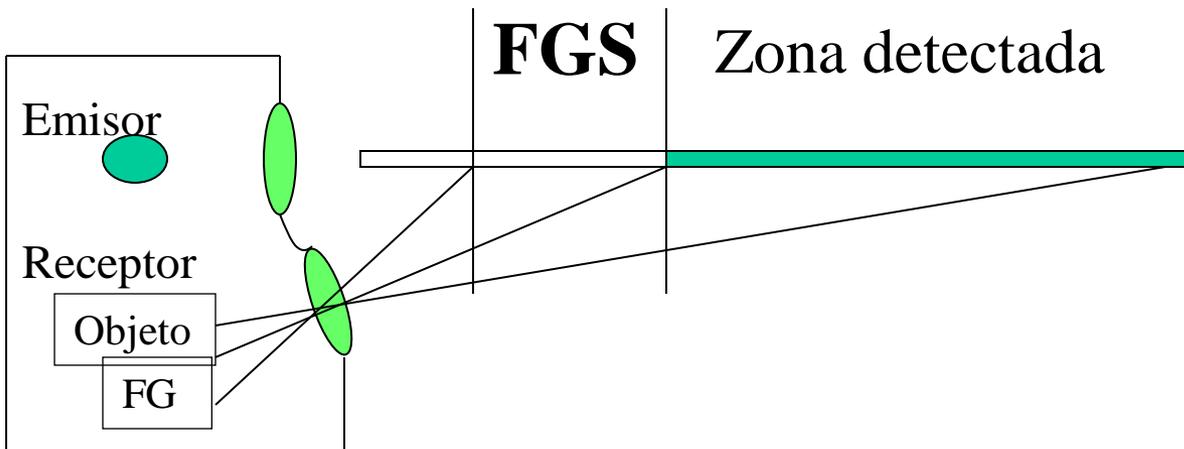




# BGS/FGS 3



Utiliza dos receptores.  
Uno para el objeto y otro  
para el fondo.

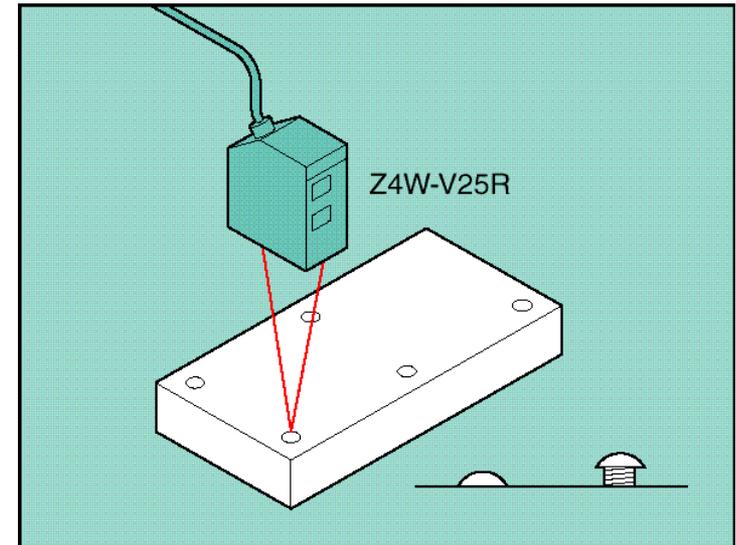




# Sensor de posición PSD (1)



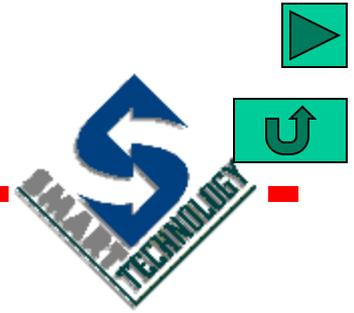
- Medidores laser o LED
- Utiliza el receptor PSD (Position Sensing Device).
- Tienen salida analógica 4÷20mA ó 0÷10V.
- Llegan a una precisión del orden de 0.5 micras.





# Sensor de posición PSD (2)

---



- Receptor de 2 fotodiodos
  - Histéresis baja.
  - Necesidad de partes mecánicas.
  - Difícil reducción del coste de fabricación.
- Receptor PSD
  - Posibilidad de reducir el tamaño.
  - Posibilidad de salida analógica.
  - Indicador de nivel de detección.
  - Teaching con CPU.



# Fotocromáticas (1)

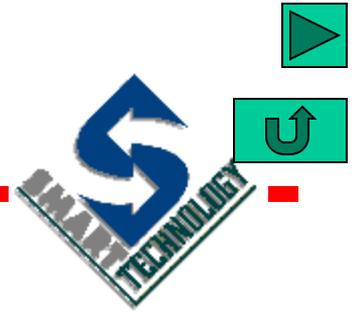
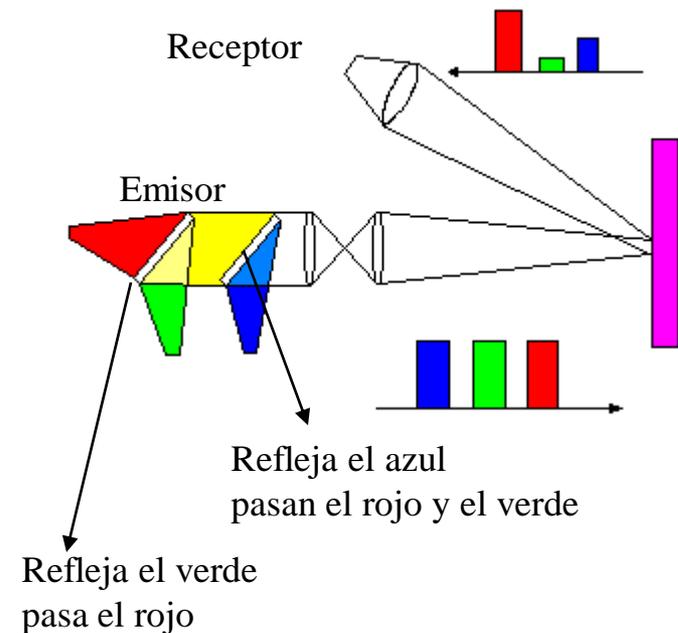
---



- Detectan el color, la longitud de onda de la luz reflejada en el objeto (marca o fondo).
- La sensibilidad influenciada por la fuente de luz:
  - roja, más distancia pero menos sensible al color
  - verde, menor distancia y mayor sensibilidad.
- Se basa en la descomposición de la luz en sus colores básicos, de los cuales se queda con el rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue). El resto de los colores se consideran como combinaciones de estos.

# Fotocromáticas (2)

- El emisor envía los tres colores RGB secuenciados en el tiempo, de tal modo que el receptor sabe el nivel de R que le llega, el de G y el de B.
- El emisor tiene espejos filtrantes semitransparentes, que dejan pasar unos colores y reflejan otros.
- Se puede trabajar en
  - modo C: Se mide el valor de los colores RGB. Se corrigen errores en la distancia de detección.
  - Modo I: Se mide la intensidad de luz. Más sensibilidad entre tonalidades del mismo color. Dependen de la posición del objeto.





# Emisores

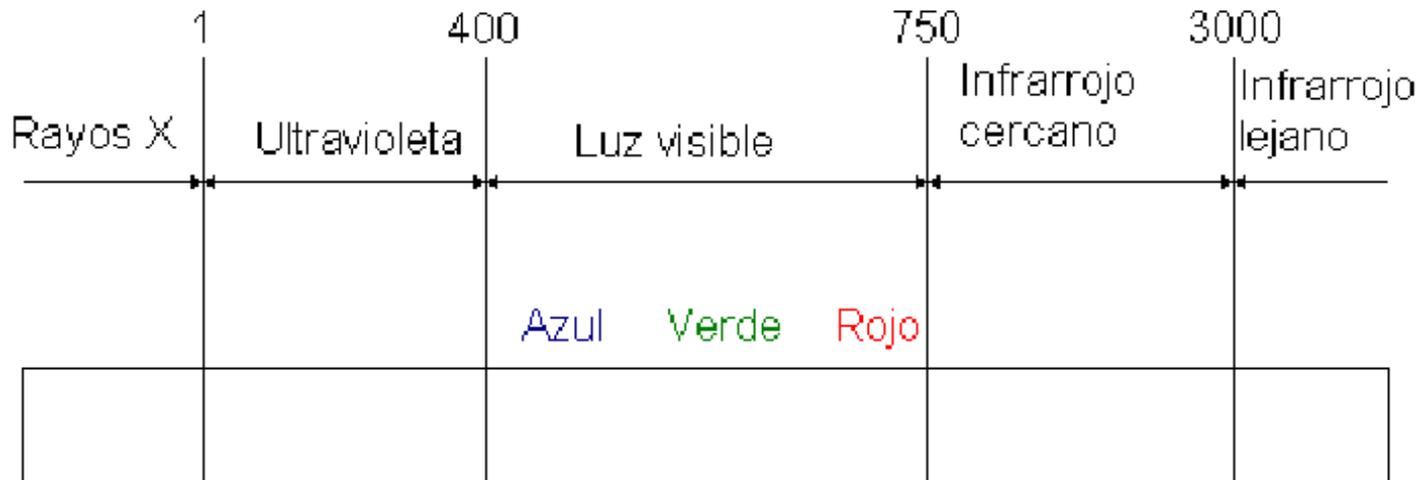


- Focales
  - Pueden variar su distancia focal: enfocan.
- Distancia definida
  - Tienen la distancia focal fija.

# Espectro luminoso



Los sensores más empleados utilizan luz infrarroja, o bien luz visible roja o verde.



\* Las medidas están expresadas en nm.



# Radiometría y Fotometría

---



## RADIOMETRÍA

- Energía (julio J)
- Potencia (vatio W)
- Irradiancia ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
- Intensidad  
( $\text{W}/\text{sterorad}$ )
- Radiancia ( $\text{W}/\text{sterorad}$   
 $\text{m}^2$ )

## FOTOMETRÍA

- Energía (lumen seg)
- Potencia (lumen)
- Iluminancia (lux)
- Intensidad  
( $\text{lumen}/\text{sterorad}$ )
- Luminancia (candela  
 $\text{m}^2$ )

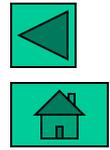


# Tipos de Fuente de Luz

---



- Lámparas incandescentes / fluorescentes ( en desuso ).
- Semiconductores luminiscentes: Diodos LED.
- Láser (Light Amplification by Stimuleted Emission of Radiation).



# Receptor: Transductores

---



- Efecto fotoemisivo (Intensidad)
  - Tubo fotoeléctrico/fototransmisor (no se usan)
- Efecto fotoconductor (Resistencia)
  - Células CdS
  - Fototransistores / Fotodiodos
- Efecto fotovoltaico (Tensión)
  - Células de silicio



# Interferencias mutuas

---



Las fotocélulas pueden provocar interferencias a las que tienen en las cercanías. Para evitar este efecto se puede:

- Separar las fotocélulas.
- Cambiar las posiciones de emisor y receptor alternándolos (barrera).
- Utilizar filtros atenuadores (polarizados).
- Modulación en frecuencia del haz de luz.



# Modulación de luz (1)

---



## Funciones principales

- Evitar interferencias de las fotocélulas próximas.
- Evitar ruido ambiental.
- Emitir entre cada interferencia de luz.

Mediante lógica fuzzy se estiman las frecuencias de modulación más adecuadas.

# Modulación de luz (2)



Quando el riesgo es bajo:

Espera a que no haya interferencia para emitir.



Quando el riesgo es alto:

Emite entre cada interferencia de luz.





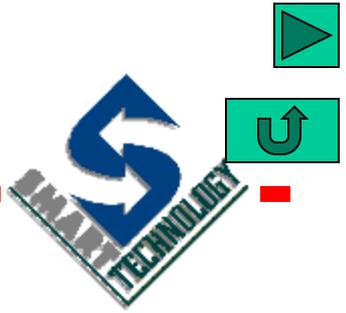
# Características de Control

---

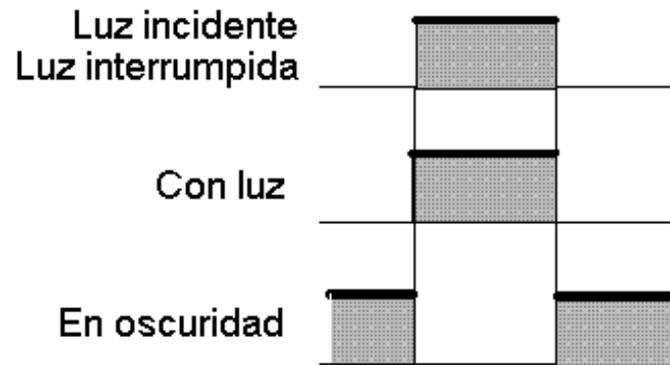


- Modos de operación
- Temporización de la salida
- Indicadores de Señalización
- Teaching
- Función autodiagnóstico
- Distancia de detección e histéresis
- Ajustes manuales

# Modos de operación



- Con Luz
  - La salida se activa cuando el receptor recibe el haz del emisor.
  - Típico para reflexión sobre objeto.
- En Oscuridad
  - La salida se activa cuando el haz de luz está interrumpido, el receptor no recibe luz.
  - Típico para barrera y reflex sobre espejo.

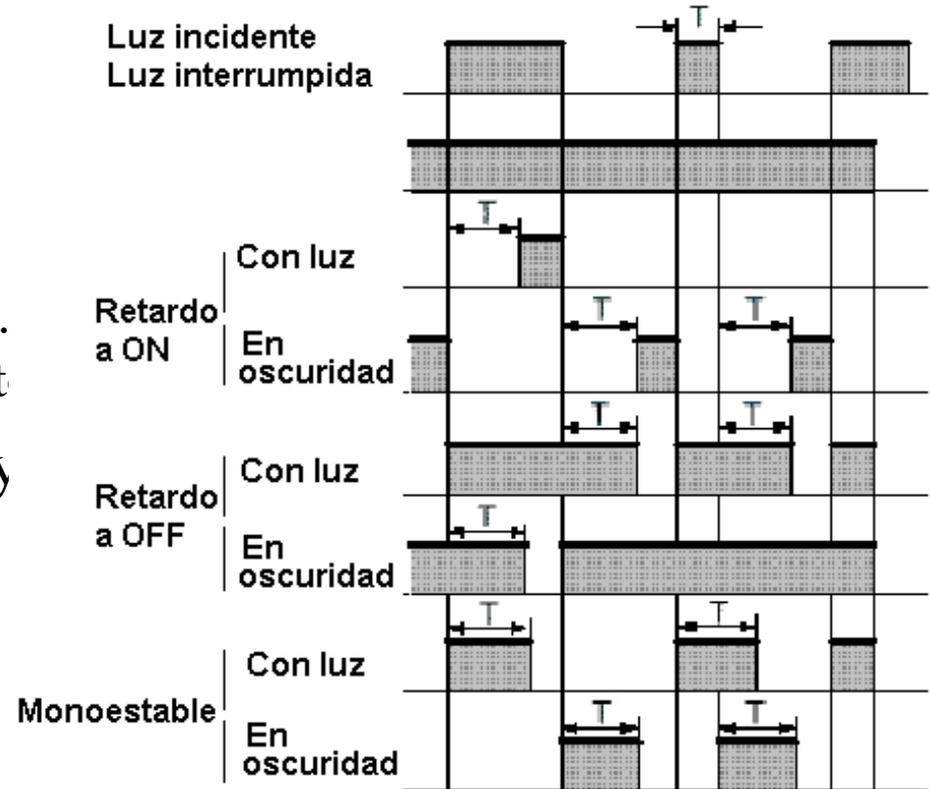




# Temporización de la salida



- Monoestable (O.S.D.)
  - La salida es un pulso de duración prefijada.
- Retardo a ON (ON delay)
  - La salida no se activa hasta pasado un tiempo prefijado. Se desactiva inmediatamente
- Retardo a OFF (OFF delay)
  - La salida se activa inmediatamente y no se desactiva hasta pasado un tiempo prefijado.





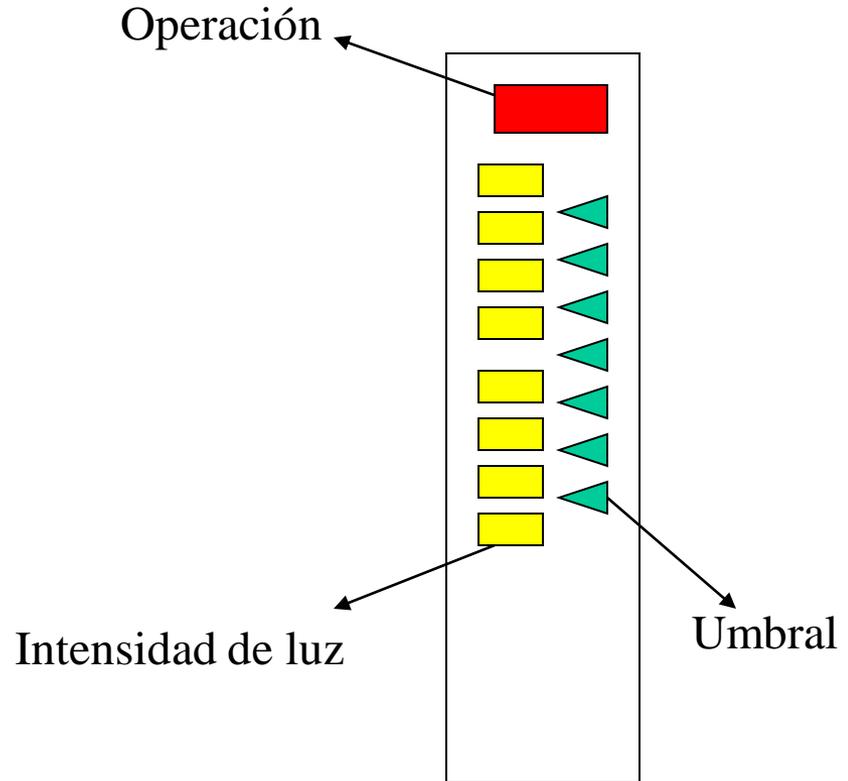
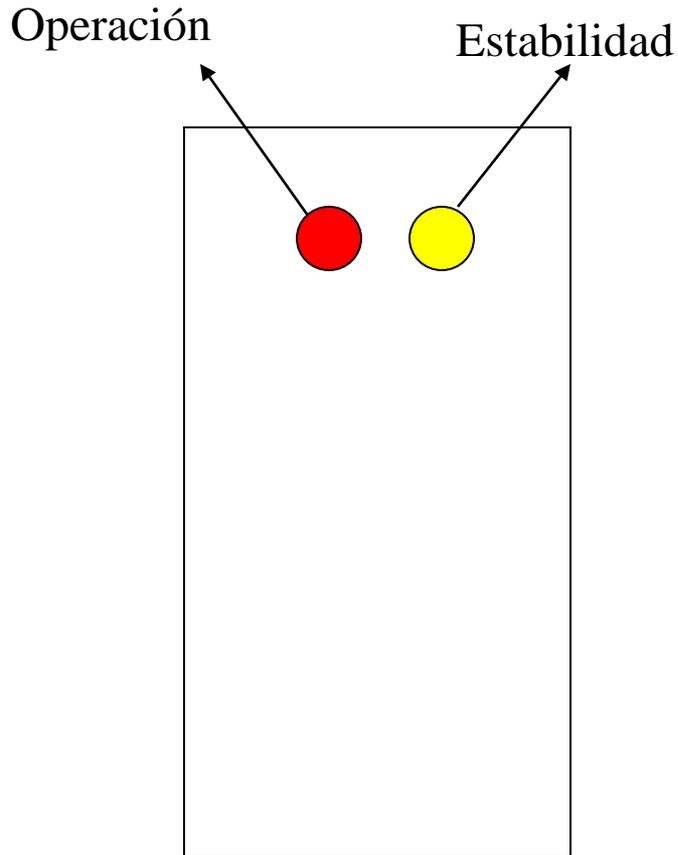
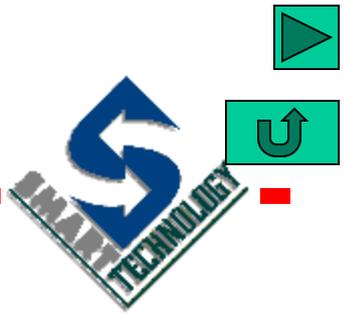
# Indicadores de señalización (1)

---



- Estabilidad
  - Indica que está trabajando en condiciones estables de luz u oscuridad.
- Operación
  - Indica que la salida está activa (sin tener en cuenta las temporizaciones).
- Arrays de LEDs
  - Teaching: Nuevo sistema de indicación de nivel, sensibilidad, ...

# Indicadores de señalización (2)





# Teaching (1)



- Una nueva forma cómoda y sencilla de hacer el ajuste de sensibilidad. Pulsar un botón.
- Incorpora un autoajuste del nivel de operación del  $\pm 10\%$ , para corregir los cambios ambientales.
- Permite la función de teaching remoto (autoteaching), que recoge 5 muestras para calcular la sensibilidad y nivel de operación.
- Facilita tres formas de hacer el teaching: 1 punto, 2 puntos y autoteaching.



# Teaching (2)



- Teaching de 1 punto.
  - Para objetos sobre fondo de diferente brillo.
  - 1 Colocar el objeto delante del sensor y pulsar el botón de teaching.
- Teaching de 2 puntos.
  - Para objetos con pequeña variación de brillo respecto al fondo.
  - 1 Igual que para un punto. Con el objeto presente.
  - 2 Quitar el objeto y volver a pulsar el botón de teaching, para que reconozca el fondo.



# Teaching (3)



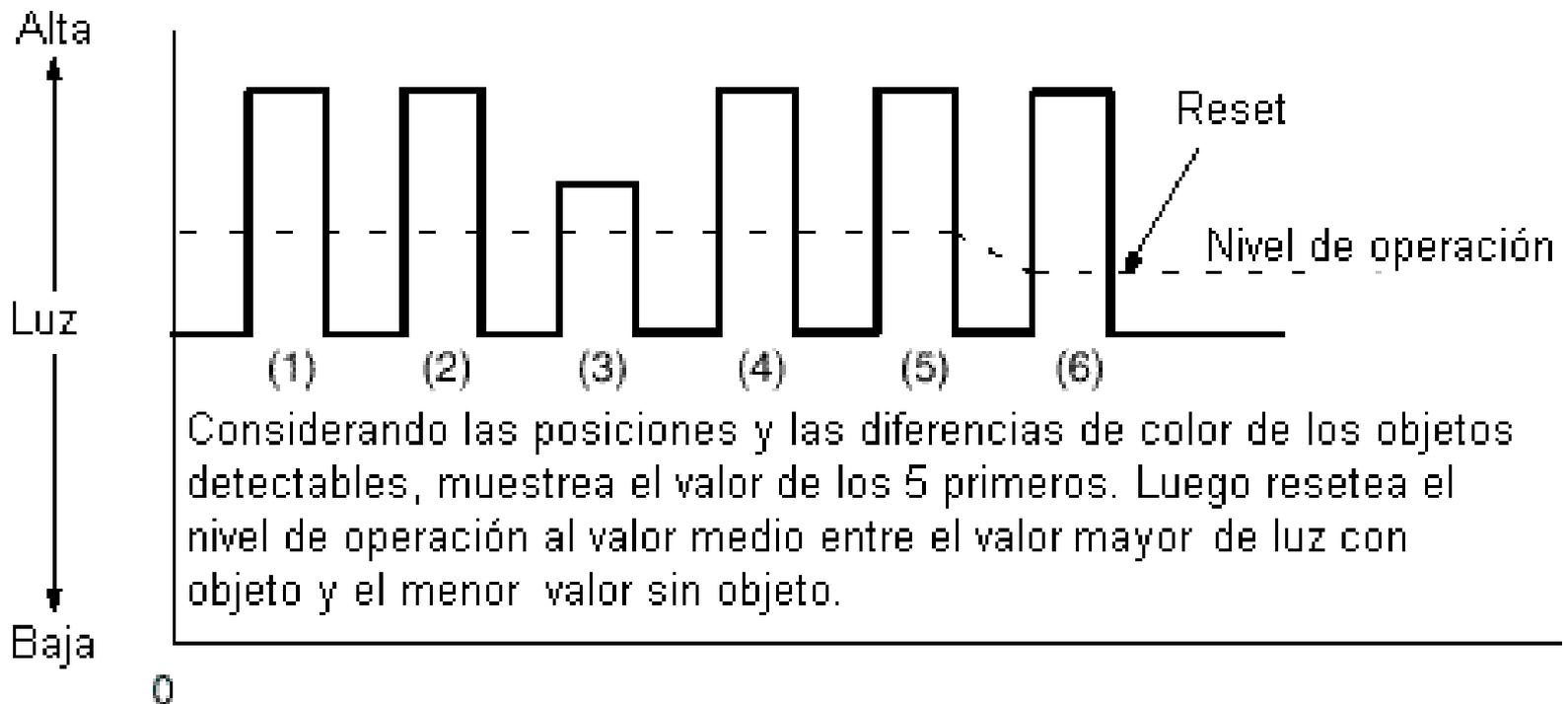
- Teaching remoto.
  - Mediante entrada externa, según la duración del pulso o tren de pulsos.
  - 1 punto
  - 2 puntos
  - autoteaching



# Teaching (4)



Autoteaching: Ajuste automático de los parámetros.

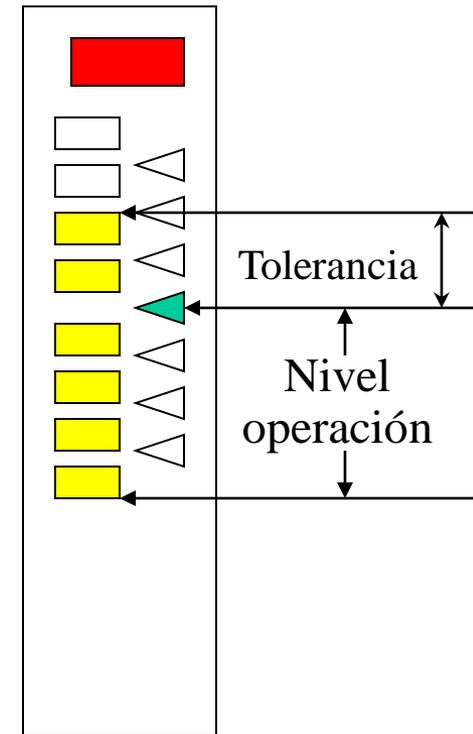




# Teaching (5)



- Las fotocélulas de detección de marcas o de color, incorporan un array de LEDs para visualizar
  - la intensidad de luz (rectángulos)
  - el umbral de operación (triángulos)
  - indicador de salida activa.



# Función Autodiagnóstico



- Esta función comprueba los cambios ambientales (especialmente los cambios de posicionamiento, suciedad) y diagnostica para contrarrestar estos cambios.
- El resultado se muestra mediante los indicadores (estabilidad) o una señal de salida (salida de alarma).

El eje se desalinea debido a la vibración



Incide menos luz a causa del polvo, suciedad



Fugas de luz (en barrera y reflexión difusa)



Luz reflejada del suelo o del fondo

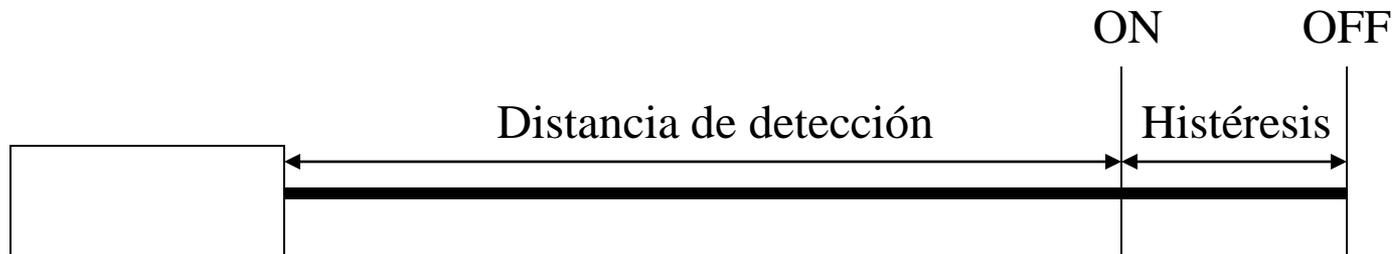


# Distancia de detección

## Histéresis



- Distancia de detección: Es la distancia a la cual la fotocélula puede detectar el objeto de forma estable.
  - Barrera y Reflex sobre espejo: máxima distancia entre emisor y receptor o espejo reflector manteniendo una operación estable.
  - Difusa: máxima distancia a la que es detectado el objeto manteniendose en el rango de estabilidad.
- Histéresis o distancia diferencial: Diferencia de distancia (expresada en %) entre el punto de detección y el de no-detección.

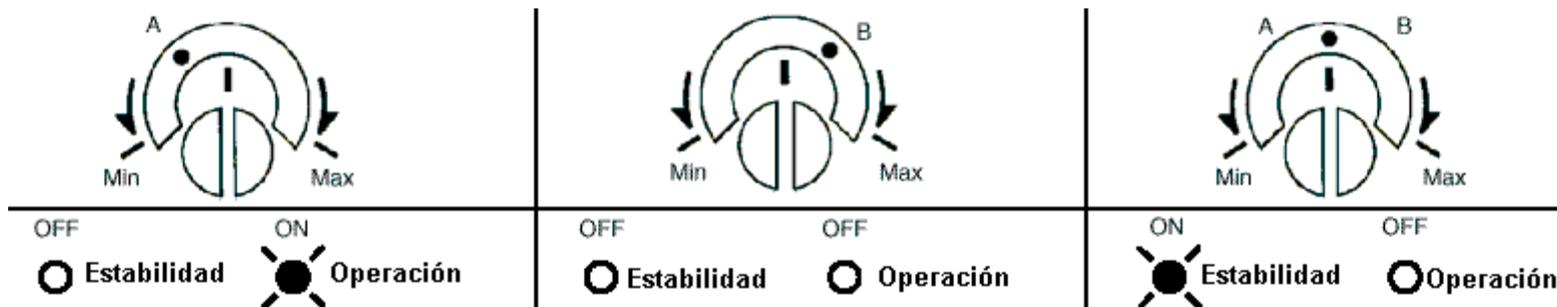




# Ajustes manuales



- Sensibilidad
  - Con objeto: Desde el mínimo subir la sensibilidad hasta que se encienda el indicador de operación (A).
  - Sin objeto: Desde el máximo bajar la sensibilidad hasta que se apague el indicador de operación (B).
  - Situar la sensibilidad en el punto medio de las dos posiciones anteriores.

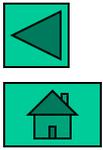




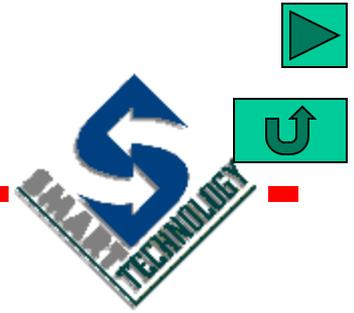
# Etapa de Salida



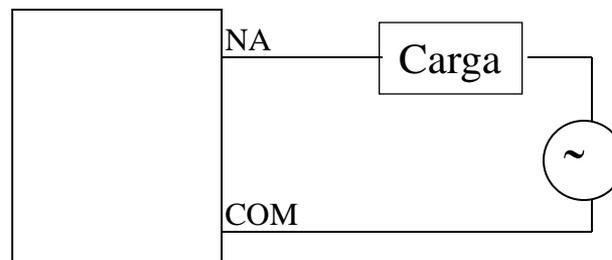
- A 2 hilos
- A 3 hilos
- Salida a relé (5 hilos)
- Analógica
- Salida de alarma
- Modos de conexión
- Entradas especiales

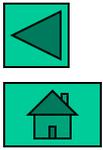


# A 2 hilos (1)

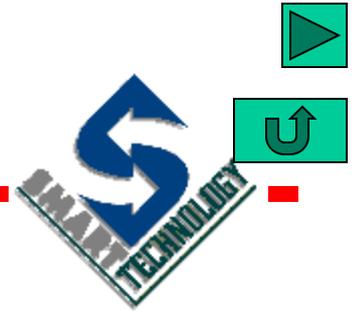


- Relé de estado sólido C.A.
- Alimentación en serie con la carga.
- Con protección contra cortocircuitos.
- Contacto NA.

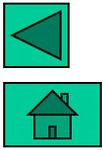




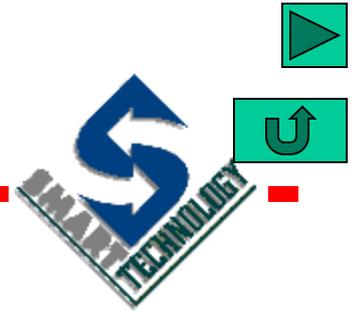
# A 2 hilos (2)



- **SERIE:**
  - Es posible. Precaución con la tensión que soporta cada uno.
  - La tensión residual de cada uno se suma y la carga puede quedarse sin suficiente tensión.
- **PARALELO:**
  - No conectar en paralelo.
  - Si uno de ellos está en ON los demás no reciben alimentación.



# A 3 hilos (1)

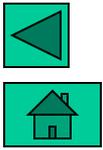


Posibilidad de elegir:

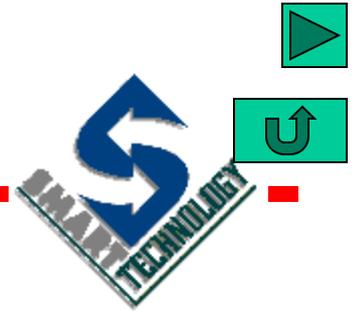
- PNP / NPN
- Colector abierto / Estado sólido.

Protecciones contra:

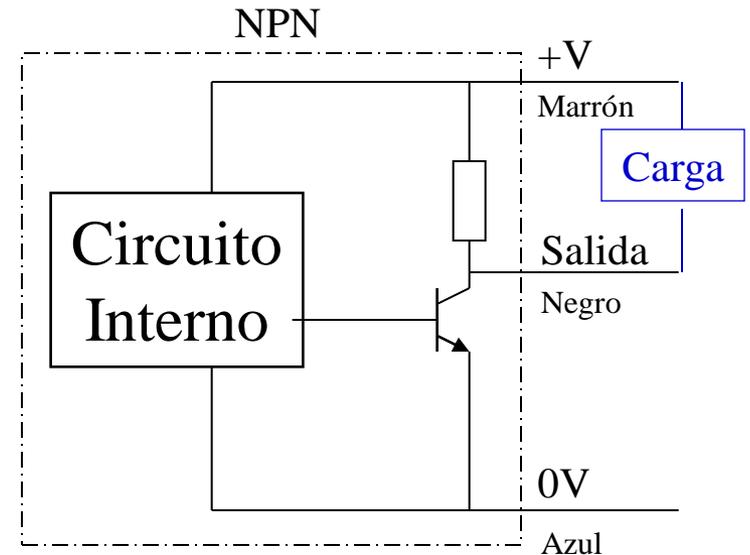
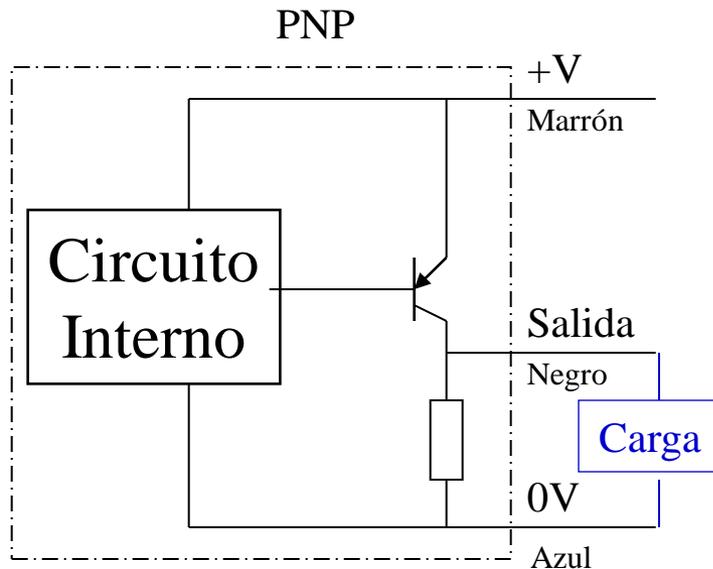
- Cortocircuito en la carga.
- Inversión de polaridad en alimentación (sólo CC).



# A 3 hilos (2)



- NPN: Carga entre +V y Salida.
- PNP: Carga entre Salida y 0V.





# A 3 hilos (3) Asociación

---

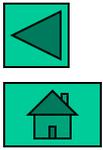


- **SERIE**

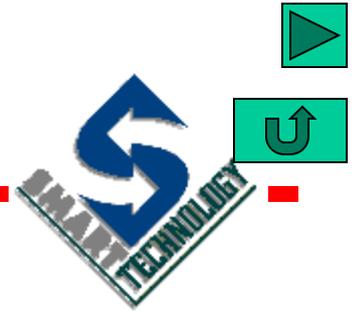
- **No** es conveniente.
- Soportan corrientes de fuga de los anteriores.
- En conducción se reparten la tensión: Limita la carga
- Retrasos en conexión.
- Utilizar un diodo antirretorno (en antiparalelo) con cargas inductivas.

- **PARALELO**

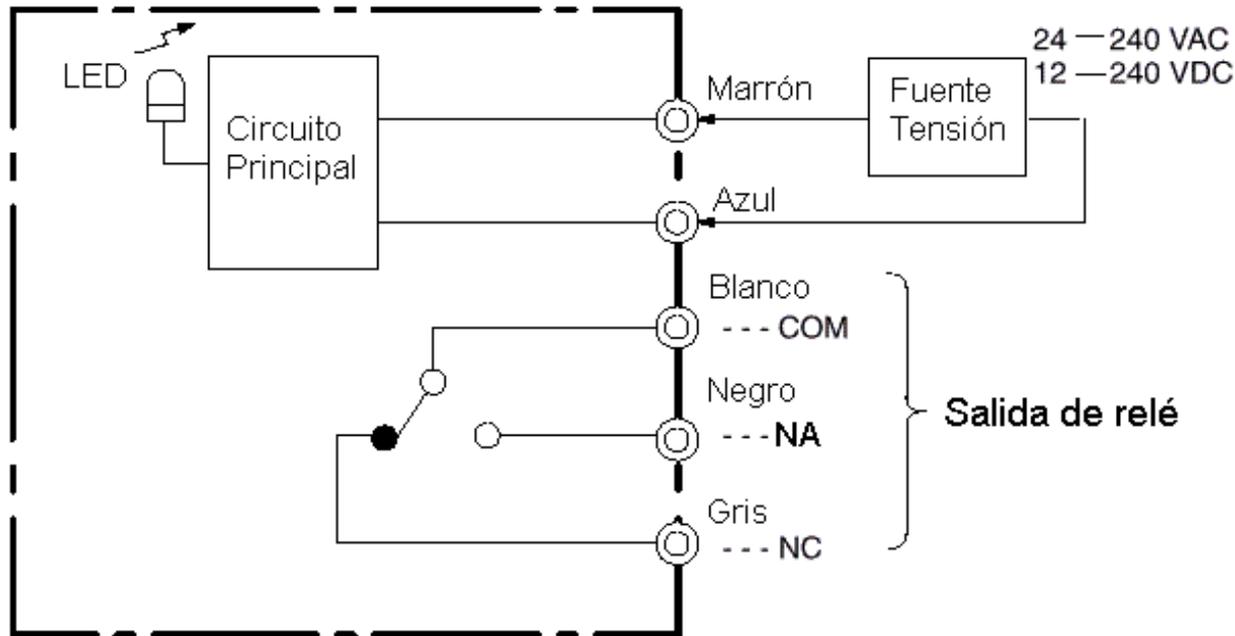
- No existen contraindicaciones.



# Salida a relé (1)

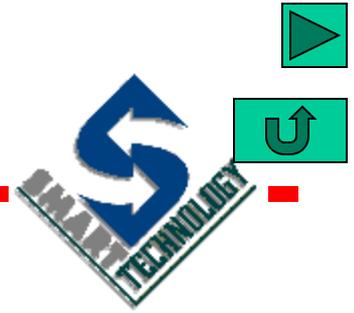


- Salida relé normalmente abierta y cerrada.
- Alimentación separada de la salida.





# Salida a relé (2)



- SERIE Y PARALELO:
  - No existen contraindicaciones para la asociación en serie o paralelo.
  - Tener en cuenta la tensión máxima 250V (serie) y la máxima intensidad 3A (paralelo) de cada relé.



# Salida Analógica



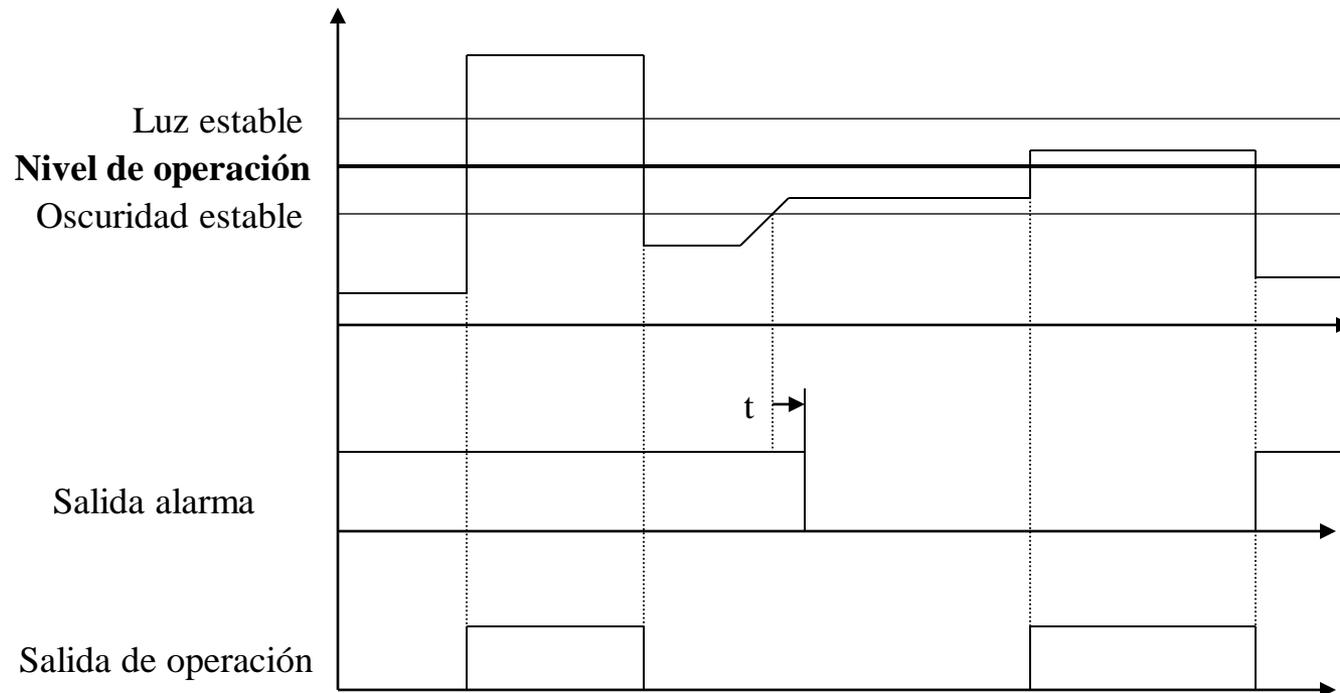
- Para medida de la posición tamaño o características del objeto.
- Salida de 4÷20 mA con una impedancia de carga de 300Ω máximo.(E3SA, E3XA, Z4W-V)
- Salida de -4÷4 V con una impedancia de salida de 100Ω máximo. Es posible ajustar la salida a -5÷5 V.(Z4M)



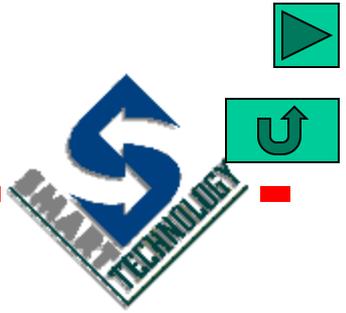
# Salida de Alarma



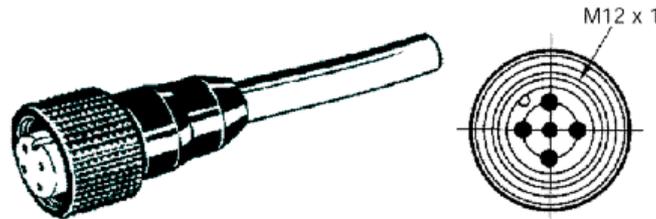
- Indica operación en el rango de luz inestable.
- Tiene un tiempo  $t'$  de establecimiento de la alarma.



# Modos de conexión



- Cable
  - La fotocélula incorpora cable de 2m de longitud (azul-, marrón+, negro y blanco).
- Conector
  - Utilizando el conector especificado (M12 de 4 pines).



- Bornas
  - La fotocélula tiene las bornas accesibles para cablear la alimentación y las salidas.



# Entradas especiales

---



- Diagnóstico-chequeo
  - Comprueba los niveles de luz, alimentación, suciedad, ...
  - Corrige el nivel de operación y sensibilidad.
- Teaching remoto
  - Selección del modo de teaching: 1 punto, 2 puntos o autoteaching.
  - Selección de nivel de operación.
- Selección de banco
  - Selecciona un banco de entre los posibles, para la detección de color, marcas.

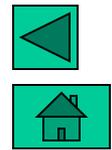


# Curvas Características (1)

---



- Distancia de detección, Rango de operación.
  - Ganancia
  - Sensibilidad
- 
- ⊗ Respecto al tamaño del objeto.
  - ⊗ Respecto a la dirección de detección.
  - ⊗ Respecto al material empleado.



# Curvas Características (2)

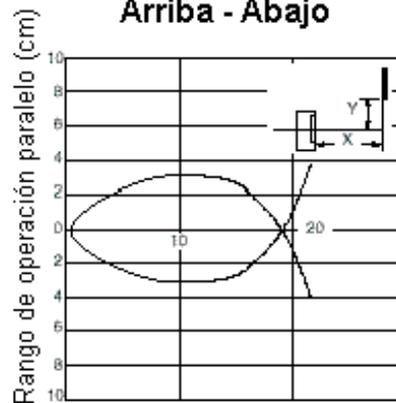


## Dirección de detección

### Izquierda - derecha

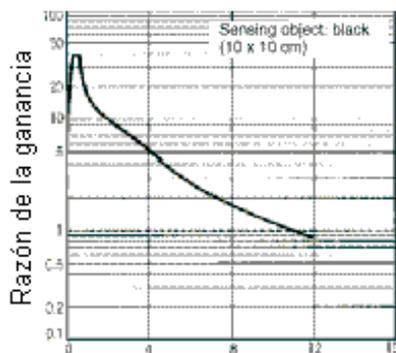


### Arriba - Abajo

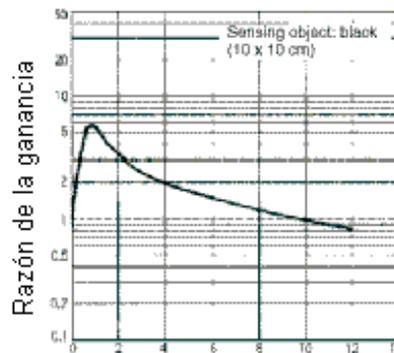


## Material empleado

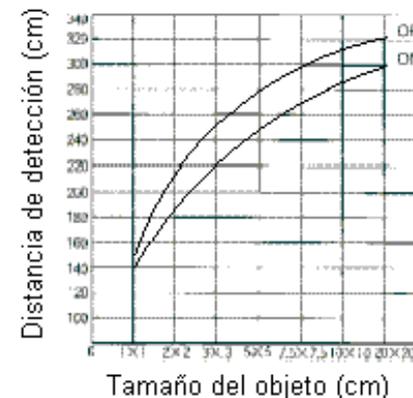
### Papel blanco



### Papel negro



## Distancia de detección y tamaño del objeto





# Normas y protección

---



- Resistencia
- Grados de protección IP
- Directivas europeas CE
- Homologaciones

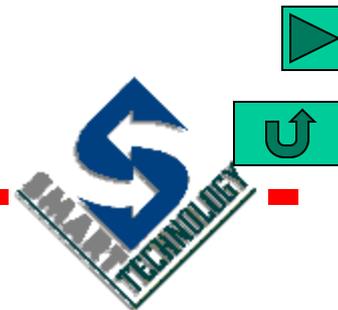


# Resistencia



- Entorno ambiental.
  - Luz ambiental (solar, incandescente o fluorescente), polvo, humo, contaminación, humedad, ... que dificultan la recepción del haz.
  - Se recomienda utilizar el sistema de barrera.
- Químico.
- Mecánica: choques y vibraciones.
- Perturbaciones electromagnéticas.
  - Campos electromagnéticos radiados (ondas), transitorios (ruidos parásitos marcha/paro de motores), tensiones de choque (rayos).

# Grados de protección IP



El grado de protección IP se compone de dos dígitos:

- El primero de protección contra sólidos.
- El segundo de protección contra el agua.

<b>Cuerpos sólidos</b>		<b>Agua</b>	
0	No está protegido contra el ingreso de cuerpos extraños.	0	Sin protección.
1	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 50 mm de diámetro.	1	Protección contra goteo de agua condensada.
2	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 12 mm de diámetro.	2	Protección contra goteo hasta 15° de la vertical.
3	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 2.5 mm de diámetro.	3	Protección contra lluvia con un ángulo inferior a 60°.
4	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 1 mm de diámetro.	4	Protección contra salpicaduras en cualquier dirección.
5	Protección contra depósito de polvo.	5	Protección contra el chorreo de agua en cualquier dirección.
6	Protección contra ingreso de polvo.	6	Protección contra ambientes propios de las cubiertas de los barcos.
		7	Protección contra la inmersión temporal.
		8	Protección contra la inmersión indefinida.



# Directivas europeas CE (1)

---



- Normativa de maquinaria:
  - Aplicable a las máquinas y productos de la UE.
- Normativa EMC
  - Distinguimos entre perturbaciones radiadas (por el aire) y conducidas (necesitan un conductor).
- Normativa de baja tensión
  - Referida a la seguridad de los productos que usen tensiones entre 50÷1.000 V AC y 75÷1.500 V DC.



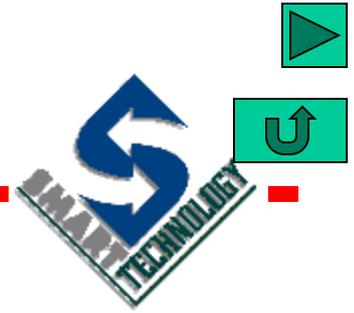
# Directivas europeas CE (2)

---



- Generalmente los equipos tienen que cumplir con las normativas europeas.
- Omron ha extendido esta normativa a su política de pruebas.
- Todos los nuevos componentes de Omron son conformes.
- Omron es capaz de proporcionar una “Declaración de Conformidad”.
- Los productos que cumplen con la normativa llevan el mercado 

# Homologaciones (1)



- En algunos países es necesaria la aprobación de los equipos eléctricos por parte de alguna asociación o laboratorio acreditado.
- CSA (Canadian Standards Association) 
- UL (Underwriters Laboratory)
  - “Listing mark”: La aprobación del producto.
  - “Recognition mark”: También de los componentes internos. Es más restrictiva.



# Homologaciones (2)

---



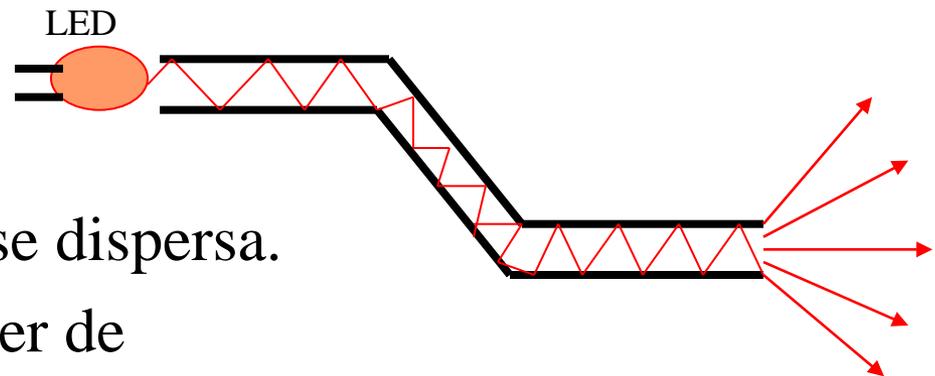
- CENELEC: Compatibilidad europea.
- NAMUR: Ambientes explosivos.
- DIN: Dimensiones, formas, códigos de color. Alemania.
- VDE: Seguridad eléctrica.
- IEC: Internacional. ISO.



# Fibra óptica (1)



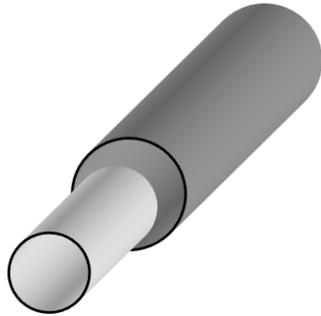
- Es un conductor por el cual circula luz.
- Principio de operación:
  - Se basa en la reflexión total en el interior (núcleo).



- Al final de la fibra la luz se dispersa.
- El núcleo interior puede ser de
  - Plástico:  $\varnothing$  0.5 a 1mm. Se pueden cortar a medida. Gran Flexibilidad.
  - Vidrio:  $\varnothing$  de 50 micras. Multifibras. Peor curvatura y resistencia.
- El núcleo está rodeado de una cubierta de protección: Plástico o Metal.

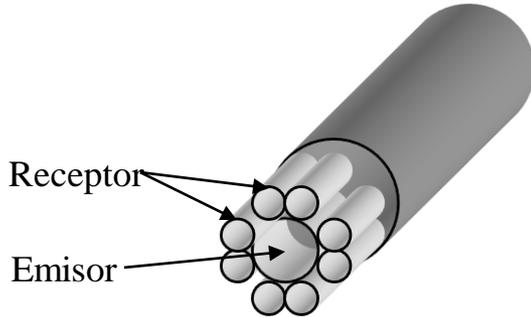


# Fibra óptica (2)



## Fibra estandar

- Es la más usada.
- Suelen ser de plástico con cubierta de plástico.



## Fibra coaxial

- Dan una mayor precisión.
- El núcleo central trasmite y las periféricas reciben la luz de cualquier dirección.



## Multinúcleo

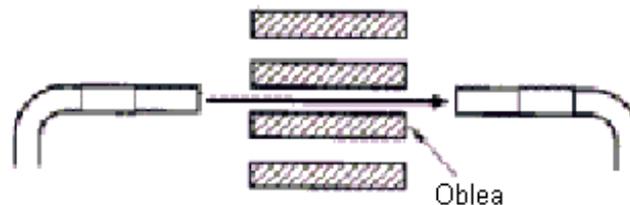
- Cable más flexible.

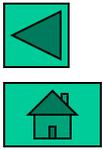


# Fibra óptica (3)



- Pueden detectar objetos muy pequeños del orden de micras.
- Las fibras de vidrio soportan altas temperaturas.
- Se pueden colocar en zonas peligrosas: no circula corriente, no son perturbadas por los campos electromagnéticos. Amplificador separado.
- Con lentes se aumenta el alcance.



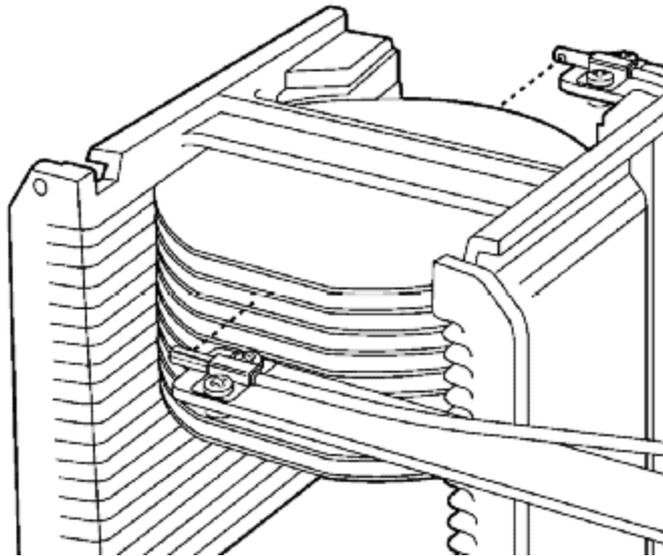


# Fibra óptica (4)

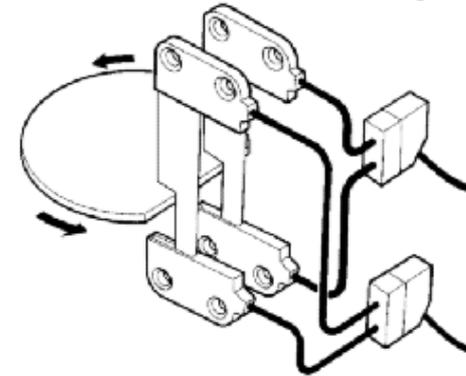


- Existe una gran variedad de cabezales

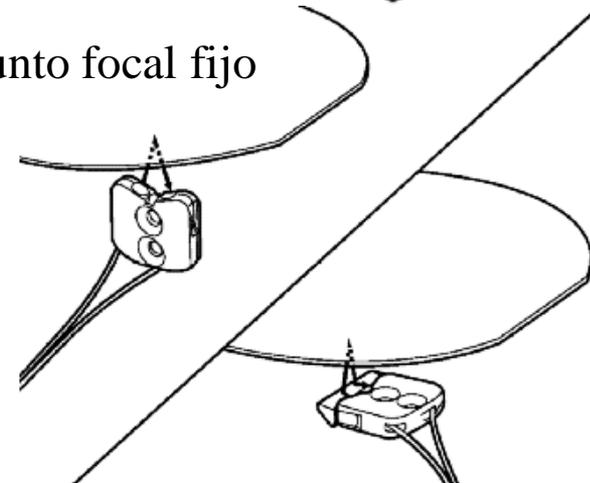
Detección lateral



De área o Zonal



De punto focal fijo





# Precauciones



- Conexión.
- Fuente de alimentación.
- Operación inicial.
- Cable.
- Montaje.
- Cargas.



# Conexión



- Si las líneas de entrada/salida de la fotocélula van por el mismo conducto que las líneas de potencia o alta tensión, el funcionamiento de la fotocélula puede ser defectuoso o incluso puede sufrir daños debido al ruido eléctrico.
- Realizar un cableado separado o utilizar cables apantallados para las líneas de entrada/salida.

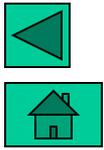


# Fuente de alimentación

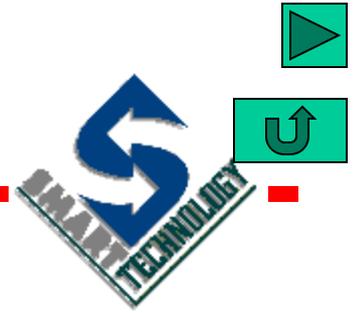
---



- Si se utiliza una fuente de alimentación conmutada estándar, el terminal de masa FG y el terminal de tierra GR, se deben conectar a tierra.
- La fotocélula puede no funcionar correctamente debido al ruido producido por la fuente de alimentación conmutada.
- Verificar la tensión de alimentación y la polaridad soportada por la fotocélula.
- Los sensores pueden emitir un pulso al desconectar la alimentación. Desconectar primero la carga.



# Operación inicial



- Es necesario esperar un tiempo máximo de 100 ms desde que se conecta la alimentación hasta que la fotocélula está preparada para detectar objetos.
- Si las cargas y la fotocélula se conectan a distintas fuentes, conectar primero la alimentación de la fotocélula.



# Cable



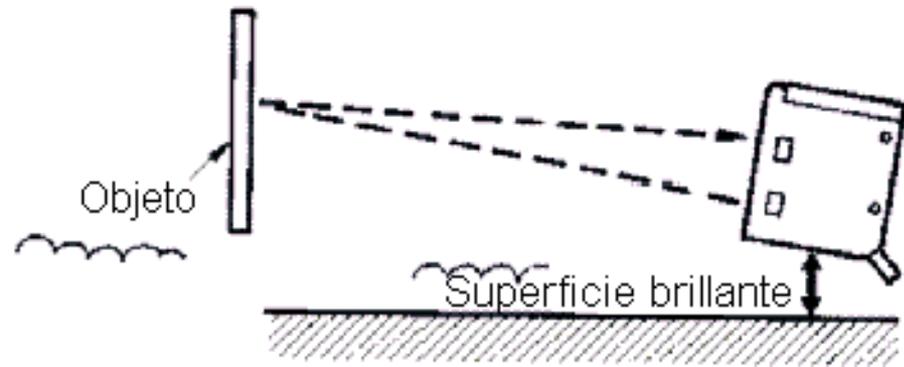
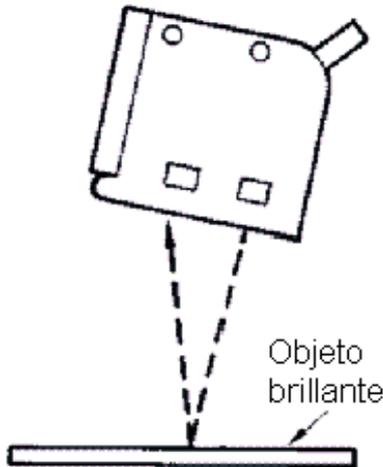
- La longitud del cable se puede extender hasta 100 m, suponiendo que su sección no disminuye de 0.3 mm<sup>2</sup>.
- Aislar todo cable no utilizado de la fotocélula (cable salida de autodiagnóstico).
- No permitir que el cable se curve repetidamente durante la aplicación.



# Montaje (1)

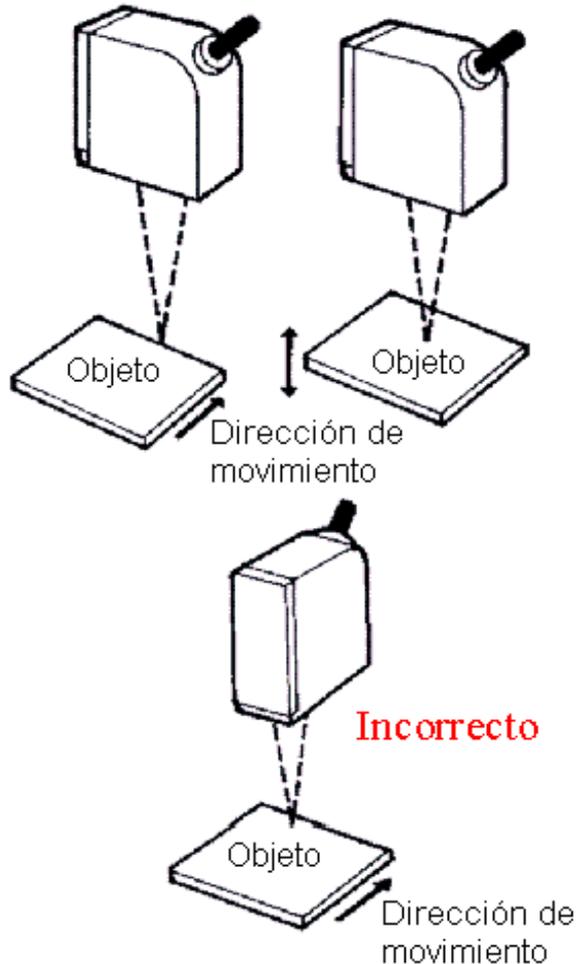


- Para detectar objetos brillantes, es recomendable que el lado de detección forme un ángulo de  $5\div 10^\circ$  con la normal a la superficie del objeto.
- Cerca de una superficie brillante separar el sensor y formar un ángulo con la superficie brillante.





# Montaje (2)



- Montar el sensor de tal forma que no esté alineado con la dirección del objeto a detectar o con los cambios bruscos de color.
- La dirección de detección debe ser perpendicular a la línea que une el emisor y el receptor.



# Cargas



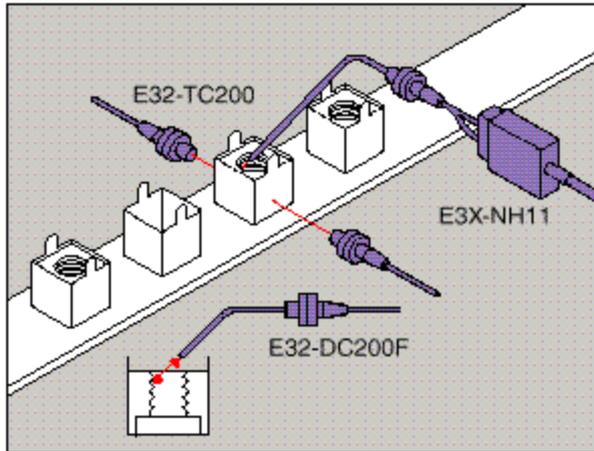
- Si la carga es capacitiva es necesario limitar la corriente de carga del condensador con una resistencia en serie.
- Si la carga incluye una lámpara incandescente, el valor de la resistencia en frío es del orden del 10% de la resistencia en caliente, lo que produce una corriente elevada en la conmutación. Se debe poner una resistencia de precalentamiento.



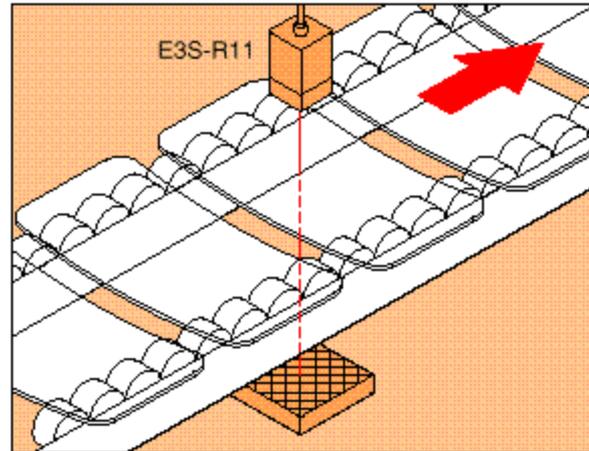
# Aplicaciones (1)



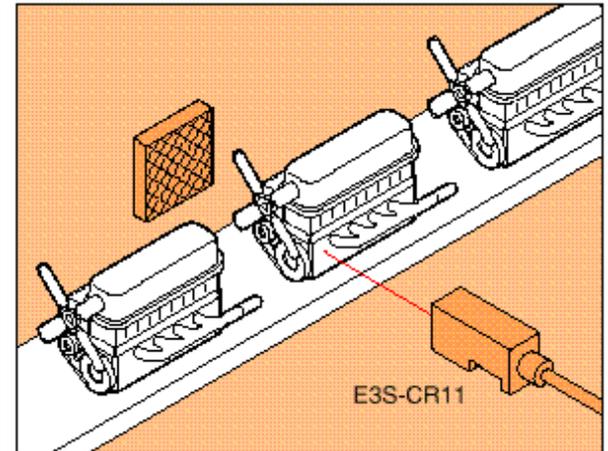
## Automoción



La fibra óptica detecta si se ha insertado un componente previo antes de continuar con el ensamblaje.



Los parabrisas son fácilmente detectados con una fotocélula para objetos transparentes.



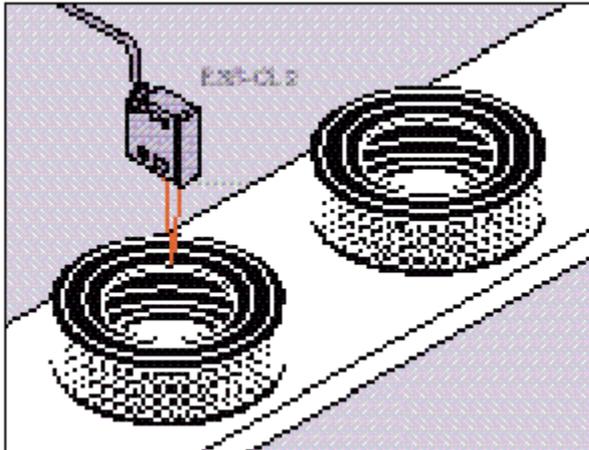
Para la detección de larga distancia y ambientes de aceite y agua.



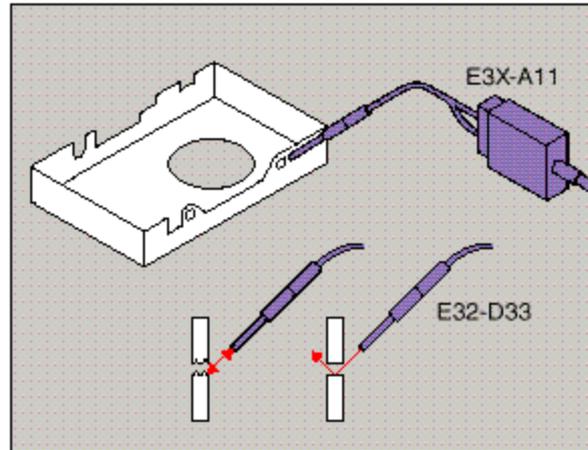
# Aplicaciones (2)



## Automoción

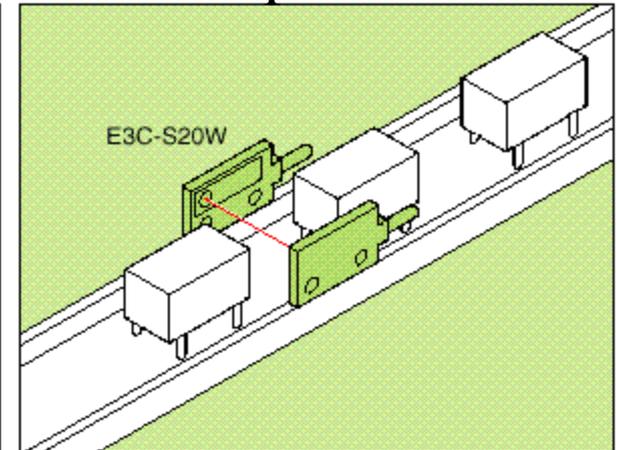


La presencia de neumáticos en una cinta transportadora es fiable utilizando una fotocélula con supresión de fondo, que opera sin diferenciar el color.



La presencia de rugosidades se detecta con una cabeza de fibra óptica por reflexión difusa. La rugosidad refleja el haz hacia el receptor.

## Componentes



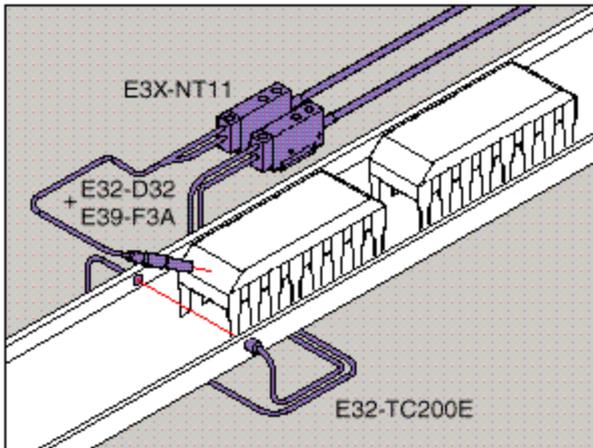
Las cabezas de cuerpo plano se pueden montar en espacios reducidos.



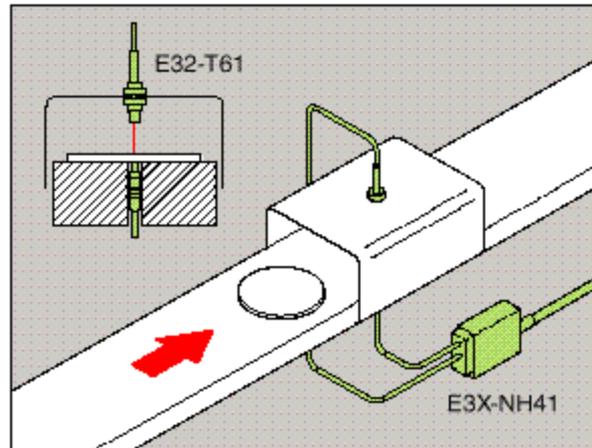
# Aplicaciones (3)



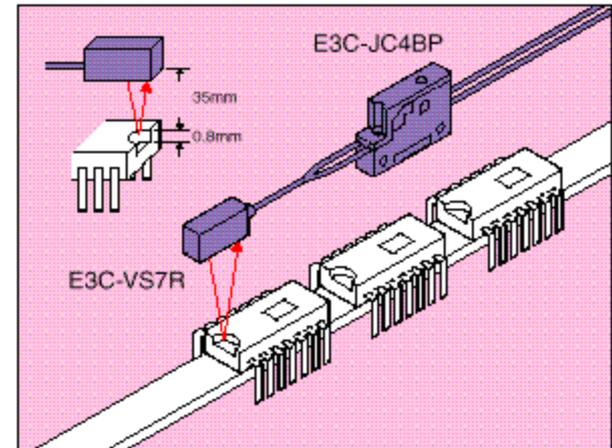
## Componentes electrónicos



Se chequea la correcta colocación de un circuito integrado antes de proceder a la inserción. El chaflán refleja la luz hacia el sensor.



Mediante fibra de vidrio se puede detectar un objeto en zonas de altas temperaturas.



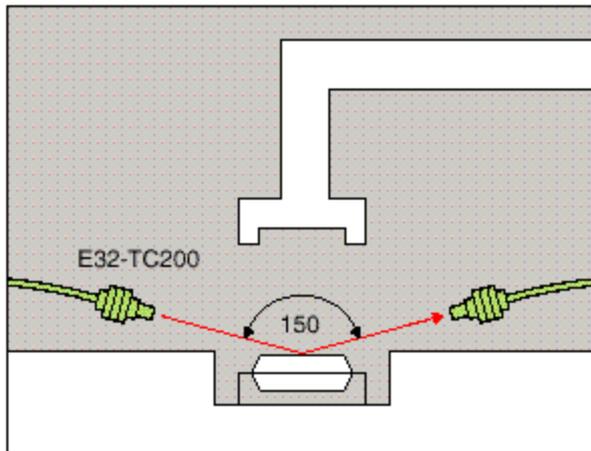
La posición de los circuitos integrados se comprueba por la muesca en la parte frontal del cuerpo.



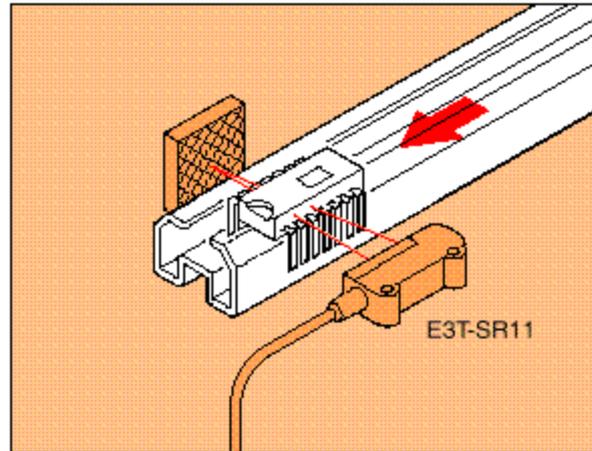
# Aplicaciones (4)



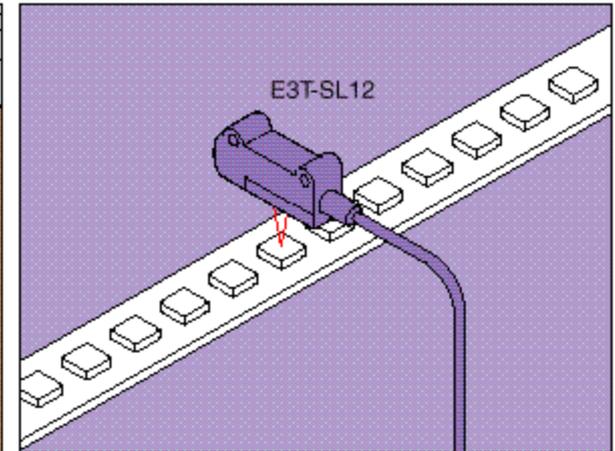
## Componentes electrónicos



Una fotocélula de barrera utiliza el componente para reflejar el haz hacia el receptor en lugares de espacio restringido.



El tamaño reducido del sensor permite colocarlo en espacios reducidos.



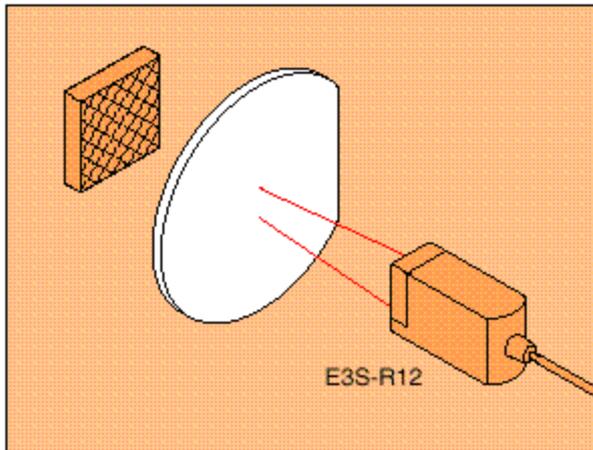
Gracias al haz puntual de la serie E3T se pueden detectar pequeñas diferencias de nivel.



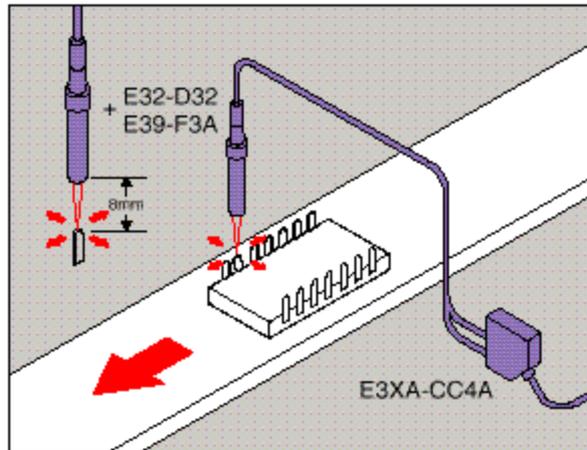
# Aplicaciones (5)



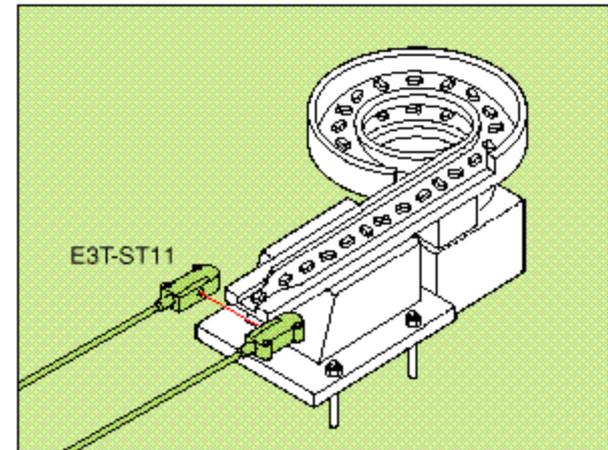
## Componentes electrónicos



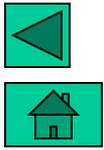
La presencia de obleas se puede detectar con las E3S-R que detectan objetos transparentes.



Añadiendo lentes a la fibra óptica se pueden obtener haces de luz muy puntuales para detectar los pines de un circuito integrado.



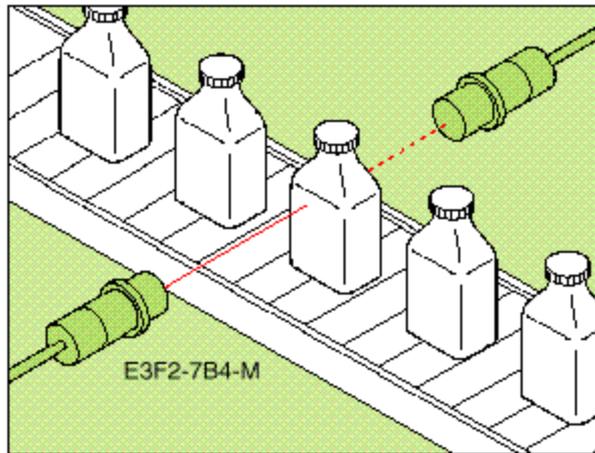
Se detecta la presencia de componentes diminutos para el conteo antes de su embalaje.



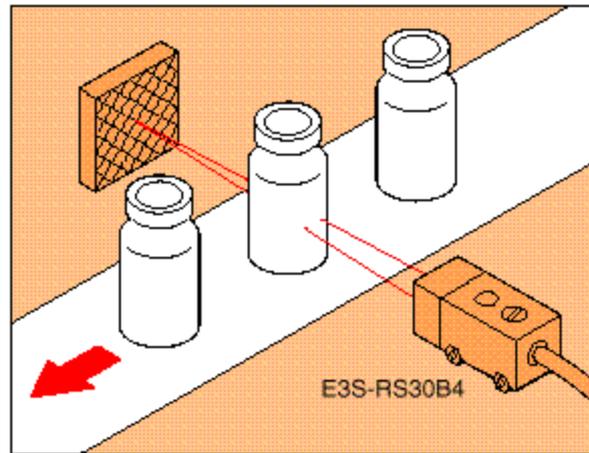
# Aplicaciones (6)



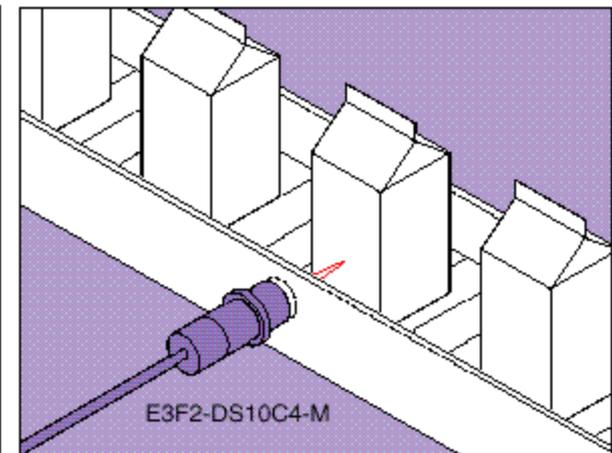
## Alimentación / Envase - embalaje



Detección de botellas opacas mediante sensores de barrera.



Detección estable de botellas transparentes.



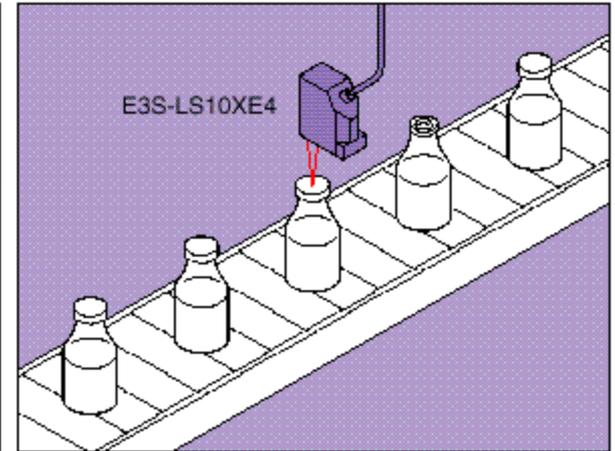
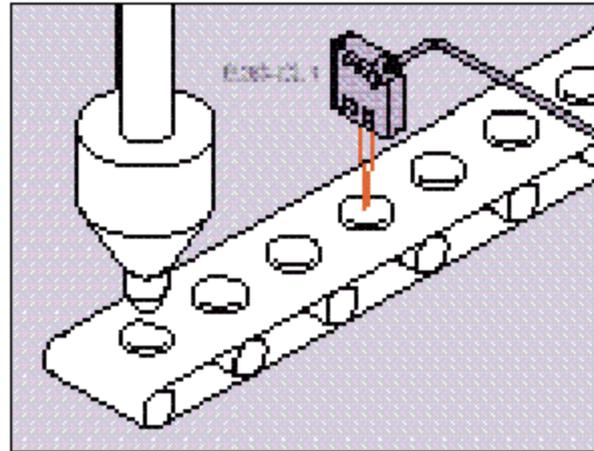
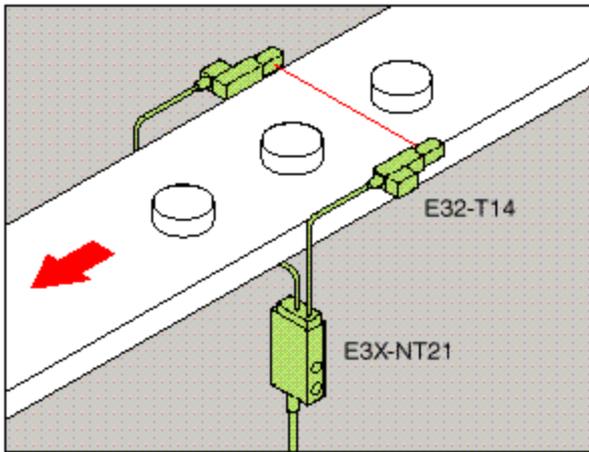
Detección de cartones mediante reflexión difusa.



# Aplicaciones (7)



## Alimentación / Envase - embalaje



Con ayuda de fibra óptica se puede detectar la presencia de píldoras.

Las galletas sin cocer se pueden detectar independientemente del color, la textura o el fondo, mediante supresión de fondo.

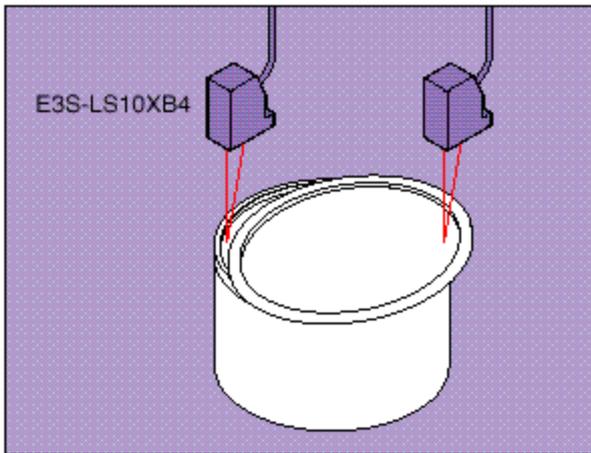
El sensor está ajustado para detectar el tapón de la botella. La distancia de detección se puede variar para botellas de distintos tamaños.



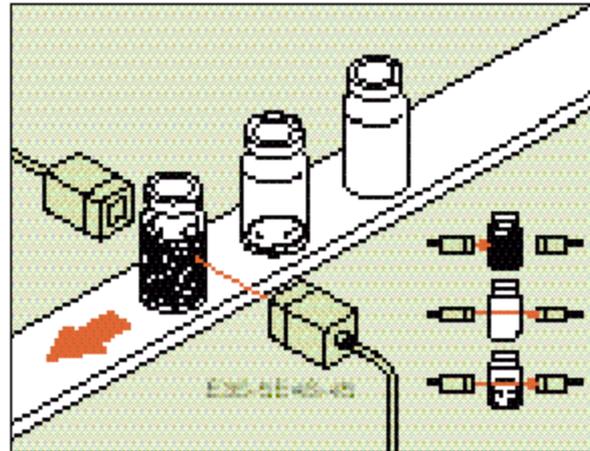
# Aplicaciones (8)



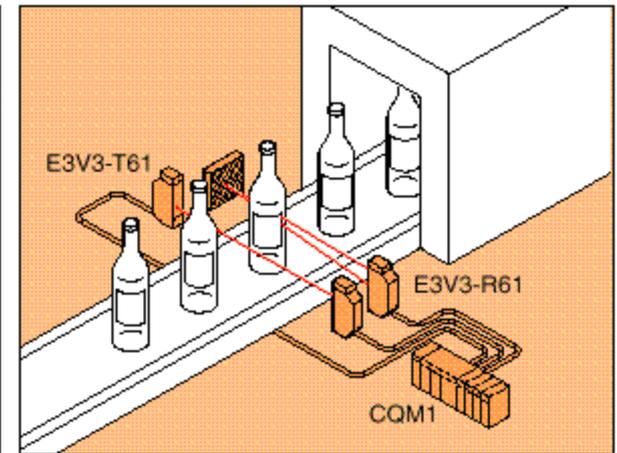
## Alimentación / Envase - embalaje



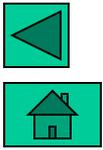
Utilizando dos sensores se detecta la posición correcta de la tapa.



Con un sensor de barrera se detecta si el bote de pastillas, medicamentos ha sido llenado.



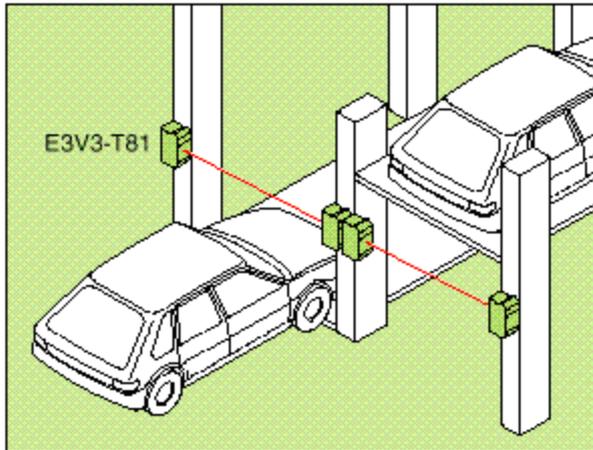
Un sensor de sincronismo para detectar la botella y otro para detectar la etiqueta.



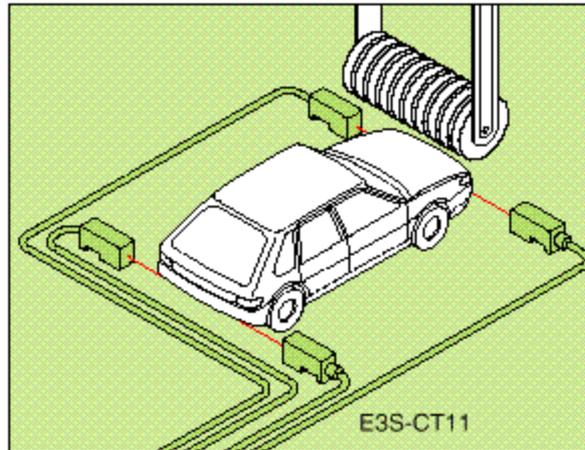
# Aplicaciones (9)



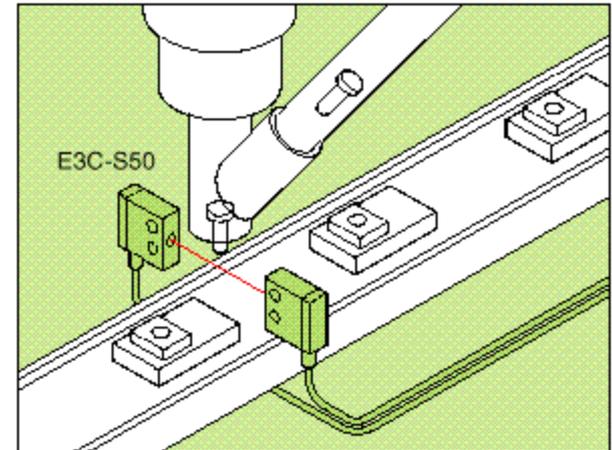
## Automatización



Detecta la presencia de un vehículo antes de elevarlo.



Comprueba la posición correcta del vehículo para proseguir a su lavado.

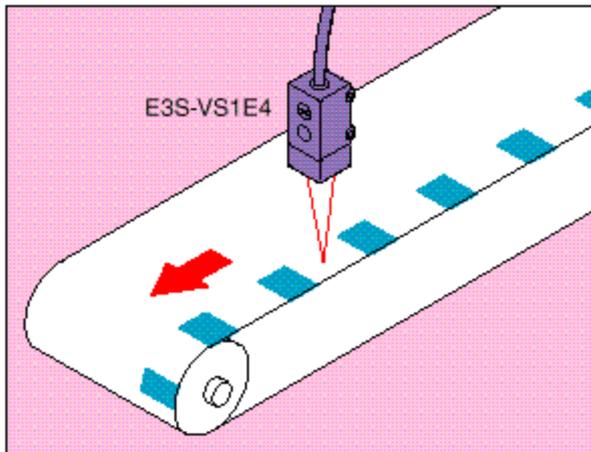


Detecta la presencia del componente.

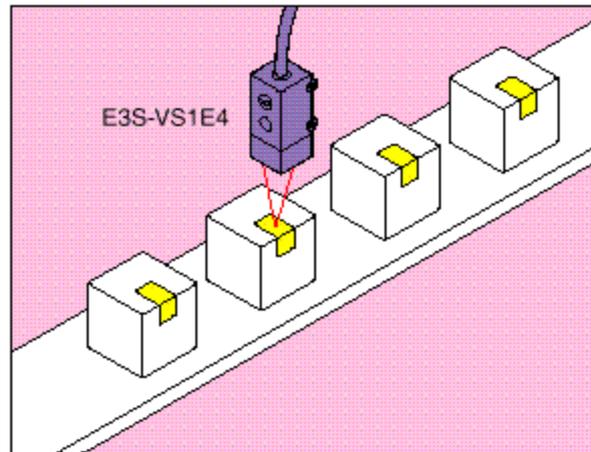
# Aplicaciones (10)



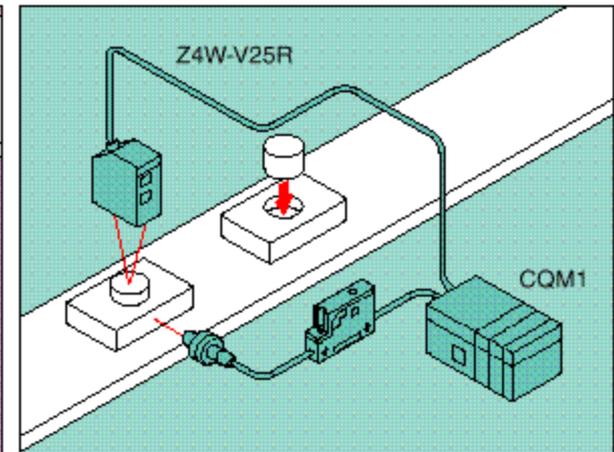
## Automatización



Detecta las marcas de papel.



Comprueba la presencia del precinto en el empaquetado.

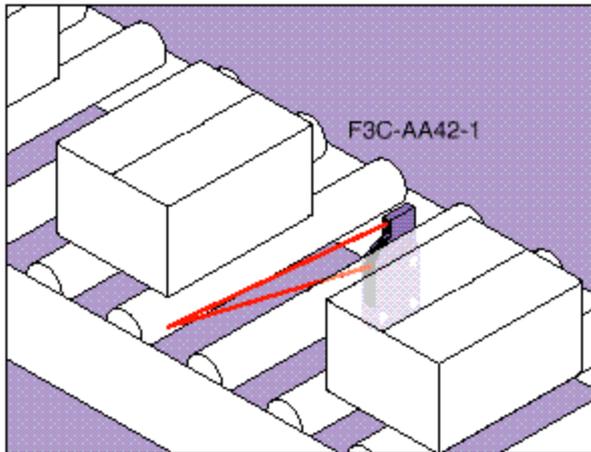


Con un sensor de desplazamiento se comprueba la profundidad a la que está insertado el componente.

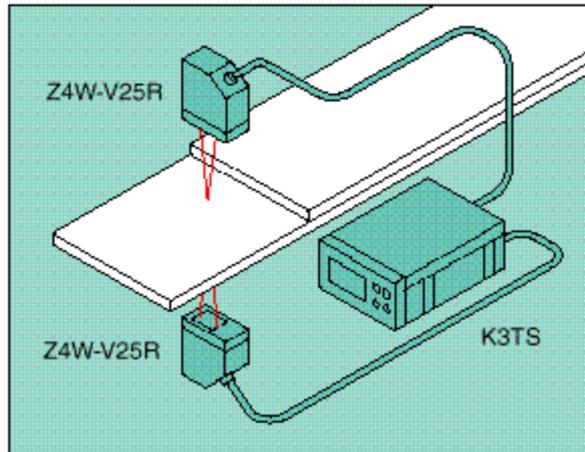
# Aplicaciones (11)



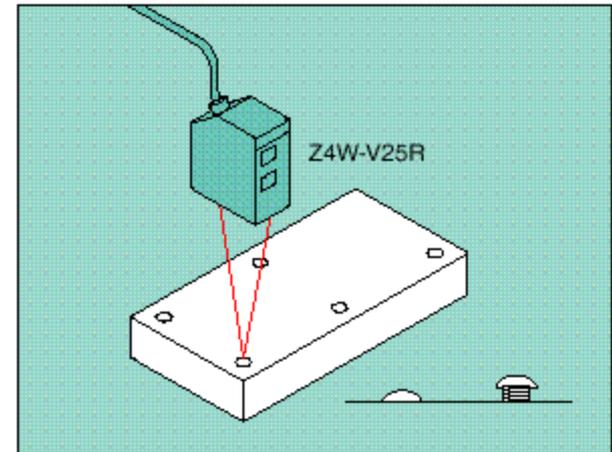
## Automatización



La familia F3C puede detectar objetos situada debajo de los rodillos de una cinta de transporte.



Se puede detectar el grosor de las placas, o la superposición de las mismas.

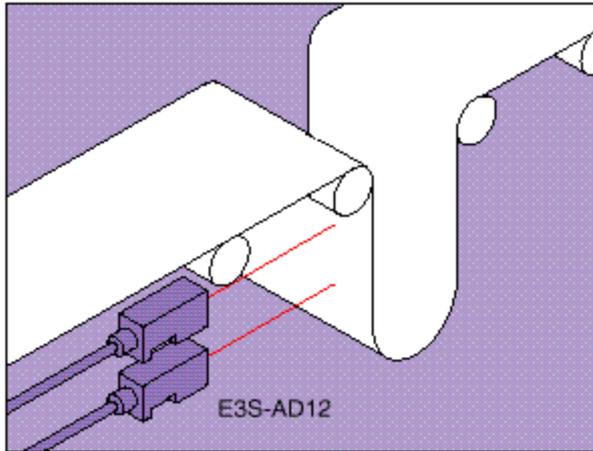


El grado de inserción de un tornillo se mide con un detector de posición.

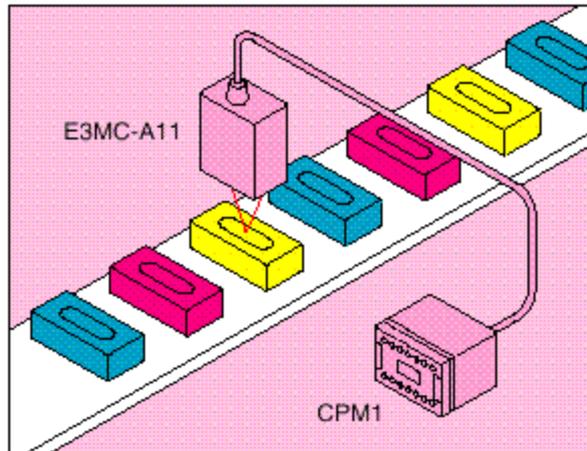
# Aplicaciones (12)



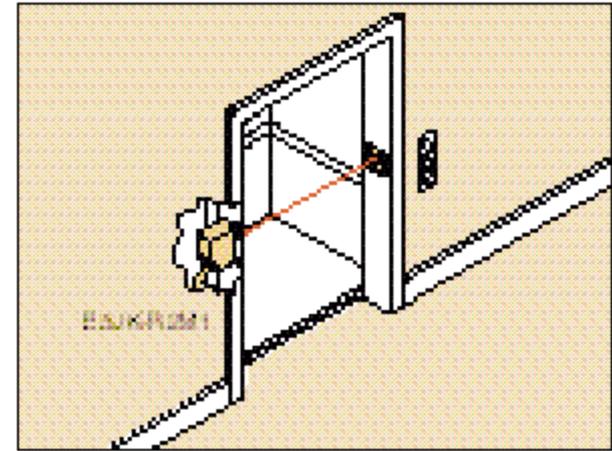
## Automatización



Se detecta el bucle de tela / papel / metal en un tren o línea de laminación.



Podemos detectar hasta cuatro colores diferentes con el mismo sensor.



La presencia de un objeto que bloquea la puerta de un ascensor se detecta mediante reflexión sobre espejo.



# Localización de averías (1)



- La salida no se activa aunque entre un objeto en la zona de detección.
  - Conexión incorrecta
    - Comprobar el borneo en la etiqueta y en el manual.
  - Alimentación incorrecta
    - Comprobar la alimentación = ó ~. Cuidado con tensiones rectificadas,  $U=U_{eficaz} \cdot \sqrt{2}$
  - Utilización incorrecta del reflector o deterioro
    - Respetar las distancias. Limpiar el reflector.



# Localización de averías (2)

---



- Deja de detectar después de estar funcionando un tiempo.
  - Vibraciones y choques
    - Alinear de nuevo emisor y receptor
  - Contacto del relé deteriorado
    - En carga inductiva utilizar un limitador de cresta RC
    - Se recomienda NO utilizar un relé para conteo rápido
  - Polvo, suciedad
    - Limpiar las lentes y el espejo con un paño húmedo



# Localización de averías (3)

---



- Conmutación intempestiva, haya o no objeto en la zona de detección.
  - Influencia del plano posterior
    - Ajustar la sensibilidad
  - Alcance incorrecto respecto al reflector u objeto
    - Alinear los apartos. Limpiar lentes y reflector.
  - Influencia de la alimentación, ruido
    - Comprobar que la c.c. está filtrada correctamente.
    - Separar los cables de la fotocélula de los de potencia.



# Localización de averías (4)

---



- Influencia del entorno
  - Proteger contra el sol. Limpiar las lentes y reflector.
- Tiempo de respuesta mayor del requerido
  - Comprobar el tamaño del objeto.
  - Utilizar otro detector con mayor frecuencia de conmutación.
- Influencia de la temperatura
  - Eliminar las fuentes de rayos infrarrojos o proteger la caja con una pantalla térmica.

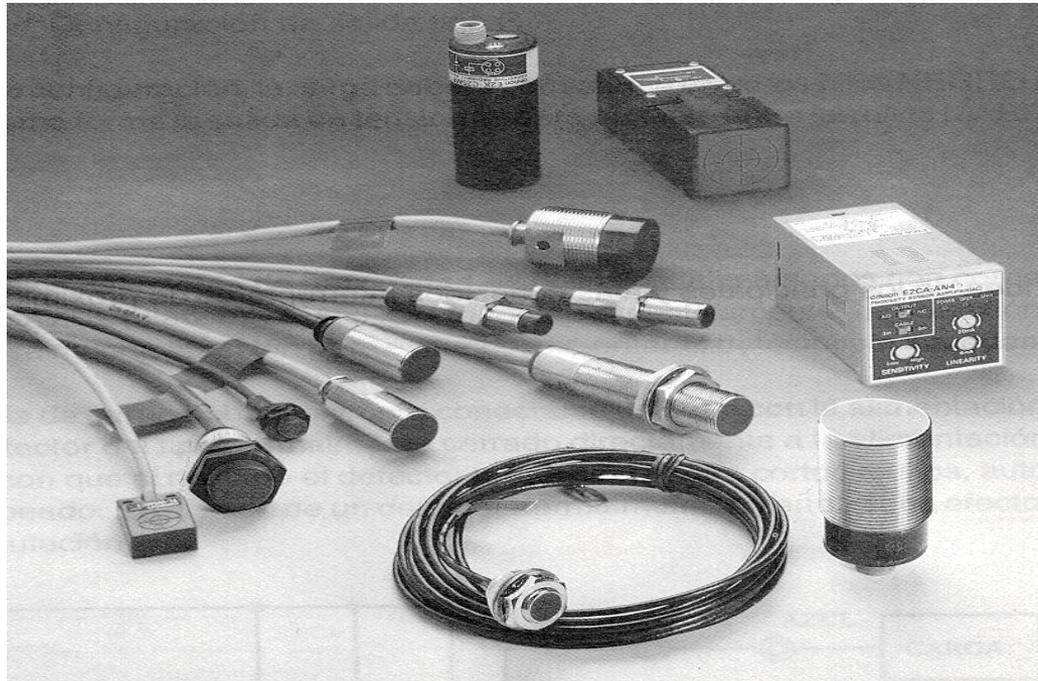


# Interruptores de proximidad

---



## Conceptos Básicos





# Contenidos



- Definición
- Principio de operación
- Composición
- Método de detección
- Versiones
- Formas externas
- Distancia de
- Configuraciones de salida
- Curvas características
- Precauciones
- Resistencia y normativas
- Aplicaciones



# Definición



- Un interruptor de proximidad detecta un objeto, metálico o no, sin necesidad de tener contacto físico con él.
- Se basa en la variación de los campos eléctricos (capacitivos) o electromagnéticos (inductivos).
- Es capaz de abrir o cerrar un circuito eléctrico.



# Principio de operación

---



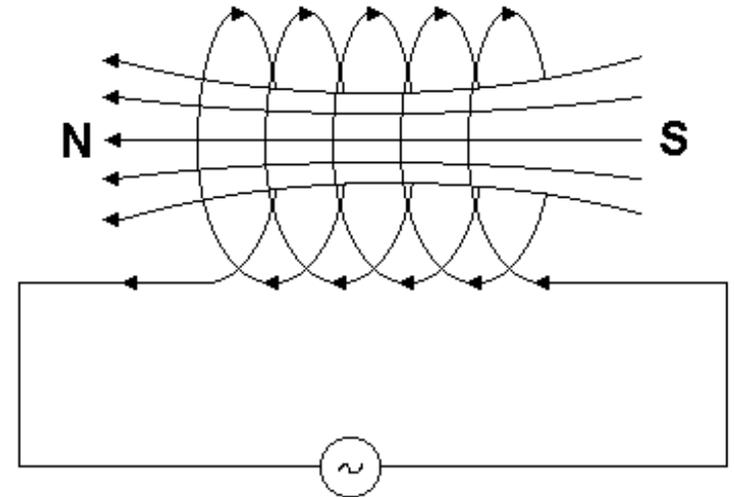
- Detectores inductivos
  - Fundamentos electromagnéticos, inducción.
  - Corrientes de Foucault (“eddy currents”)
  - Efecto Hall
- Detectores capacitivos
- Diagrama de funcionamiento



# Inducción electromagnética



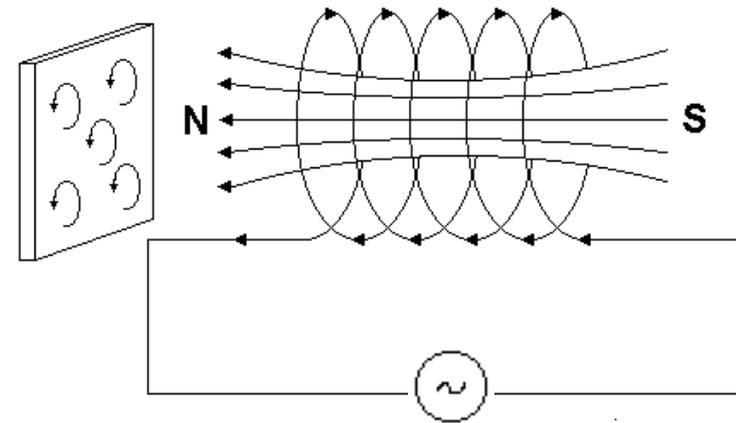
- Al circular corriente alterna por un conductor (bobina), se genera un campo magnético.
- La intensidad del campo depende de la intensidad y el número de espiras.
- La variación del campo magnético es el principio que se



# Corrientes de Foucault ("eddy currents")



- Si se acerca un objeto conductor al campo magnético, se generan unas corrientes, debidas a la variación del campo.
- Estas corrientes crean un flujo magnético que se opone al de la bobina.
- Crean una disminución de la intensidad de flujo magnético, de la tensión y corriente en la bobina.



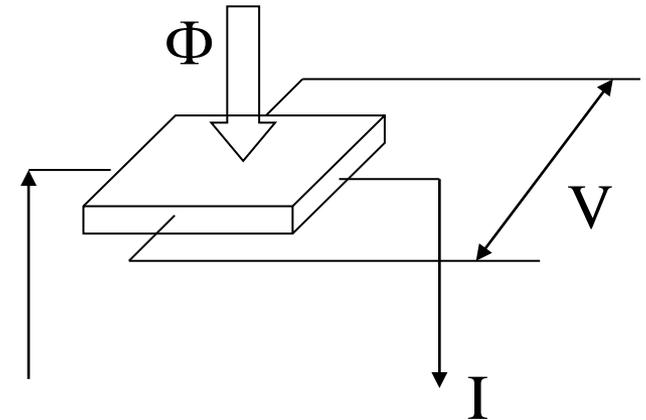
- Si se aplica corriente alterna, el flujo magnético ya es variable en sentido e intensidad.



# Efecto Hall



- Un semiconductor plano atravesado por un flujo magnético  $\Phi$ , por el que circula una intensidad  $I$ , genera una tensión  $V$ , perpendicular a la intensidad.
- Este fenómeno se emplea en algunos interruptores de proximidad.

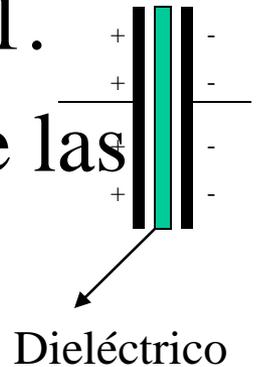




# Capacitivos (1)



- Un condensador está formado por dos placas conductoras separadas por un dieléctrico (material no conductor).
- El dieléctrico tiene una capacidad específica respecto a la del aire que es 1.
- La capacidad depende de la longitud de las placas y de la capacidad específica del dieléctrico.
- Al aplicar una tensión a las placas, éstas se cargan. Una + y otra -.

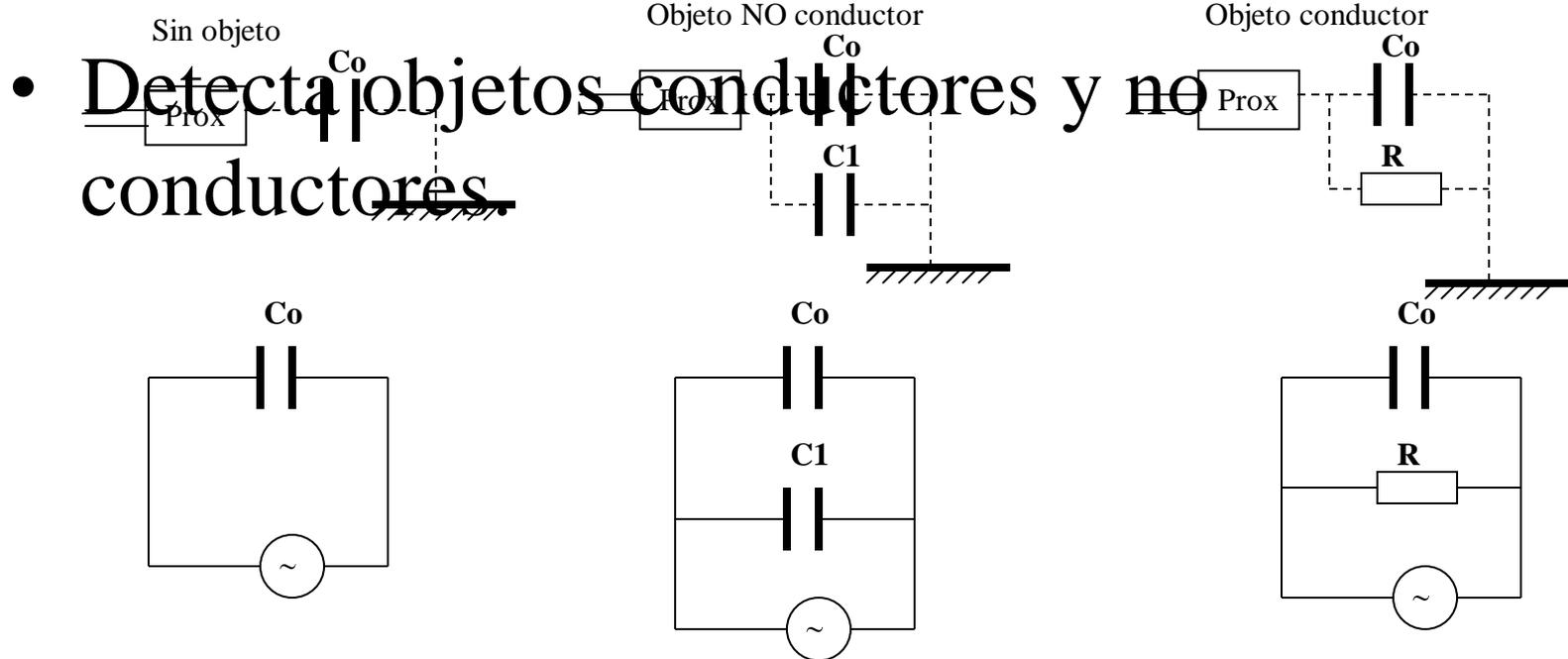




# Capacitivos (2)

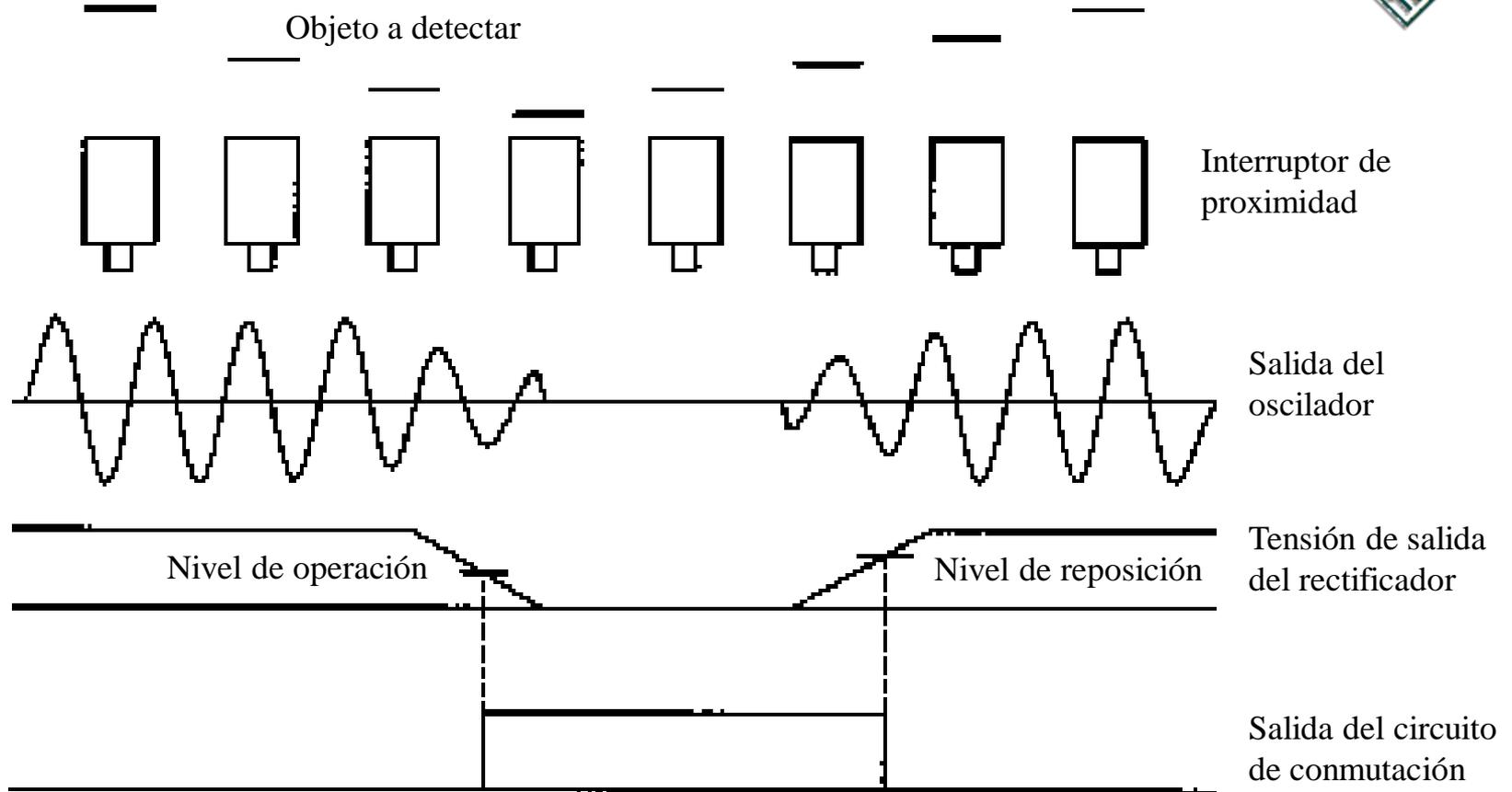


- El sensor está formado por un electrodo. El dieléctrico es el aire y la segunda placa es la Tierra.





# Diagrama de funcionamiento

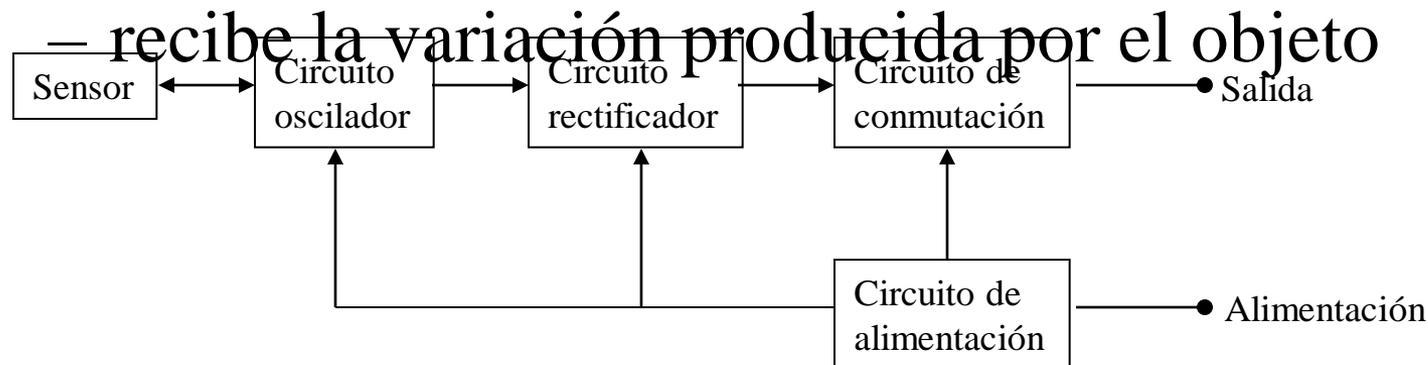




# Composición (1)



- Sensor: detecta el objeto que se acerca.
  - Bobina para inductivos.
  - Placa/armadura para capacitivos.
- Oscilador
  - proporciona la alimentación alterna al sensor
  - recibe la variación producida por el objeto





# Composición (2)

---



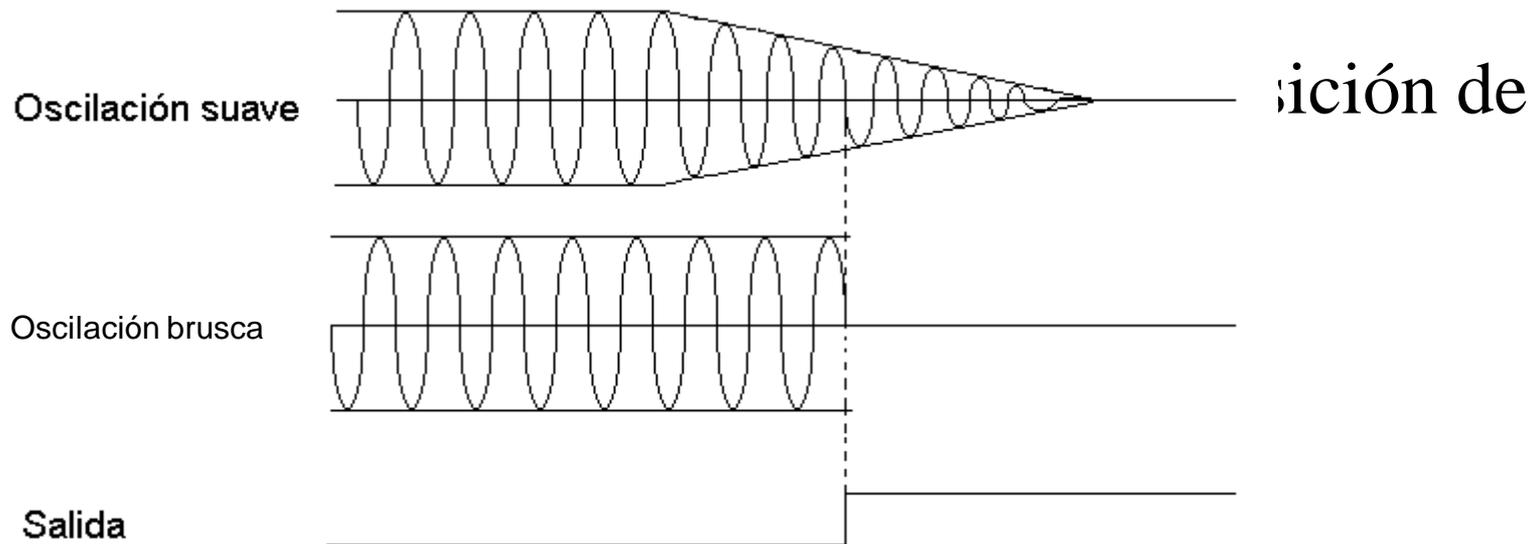
- Hay varias clases de osciladores. El más utilizado es el oscilador Hartley.
- Rectificador
  - Para tratar con señales de continua, más sencillas.
- Circuito de conmutación
  - “Trigger” o circuito discriminador.
  - Conmuta a ON o a OFF según el valor del rectificador.
- Circuito de alimentación<sup>100</sup>



# Composición (3)



- Oscilación suave
  - Cambia suavemente según se aproxime el objeto.
- Oscilación brusca





# Método de detección

---



- Oscilación de alta frecuencia
- Puente de inducción
- Transformador diferencial
- Mécanico
- Elemento magnético



# Oscilación de alta frecuencia

---

- La bobina sensora forma parte del circuito oscilador. Al variar la inductancia de esta bobina, varía la frecuencia de oscilación.
- Se utilizan osciladores Hartley o Colpitts.
- Oscilación suave
  - Alta sensibilidad.
- Oscilación brusca
  - De propósito general

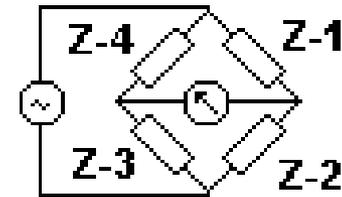
# Puente de inducción



- Utiliza un puente de 4 impedancias.

Una de ellas es la del sensor.

- $Z1/Z2=Z4/Z3$



- $Z1=Z2$  resistencias iguales.

- $Z3=Z4$  bobina y condensador en serie o paralelo.

- Utilizan frecuencias bajas 50 ó 60 Hz.  
También los hay de algunos kHz para mayor sensibilidad.

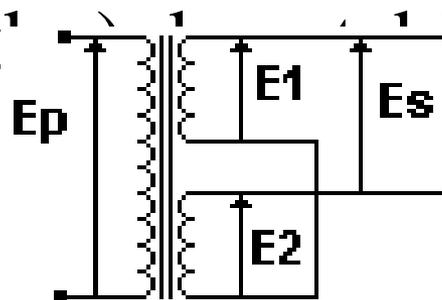
- Cualquier variación en la impedancia



# Trafo diferencial



- Otro método es mediante un transformador diferencial, de tres arrollamientos.
- $E_s = E_1 - E_2$
- Si está equilibrado,  $E_s = 0$
- Cualquier variación del núcleo (un metal en las proximidades) magnetiza el trafo y  $E_s \neq 0$ .





# Mecánico



- Tienen un imán permanente y un interruptor mecánico (Reed).
- El interruptor se abre (o cierra) al cambiar el campo magnético, por un material ferromagnético.
- No necesitan alimentación.
- Son de construcción sencilla.



# Elemento magnético



---



- Usan campo magnético permanente y una placa semiconductor sensible al flujo magnético.
- El semiconductor detecta la variación del flujo magnético por el efecto Hall en forma de tensión.
- Tienen una precisión excelente.
- Distancia de detección pequeña.
- El precio es alto.



# Versiones (1)



- Amplificador-Oscilador separado
  - La cabeza sensora está separada de los demás circuitos.
  - Se utiliza un cable protegido de alta frecuencia.
- Amplificador incorporado
  - Sólo la alimentación y la carga se aplican desde fuera.
- Enrasados
  - Para evitar la influencia de los metales circundantes.
  - El cuerpo metálico se prolonga hasta la cabeza sensora



# Versiones (2)

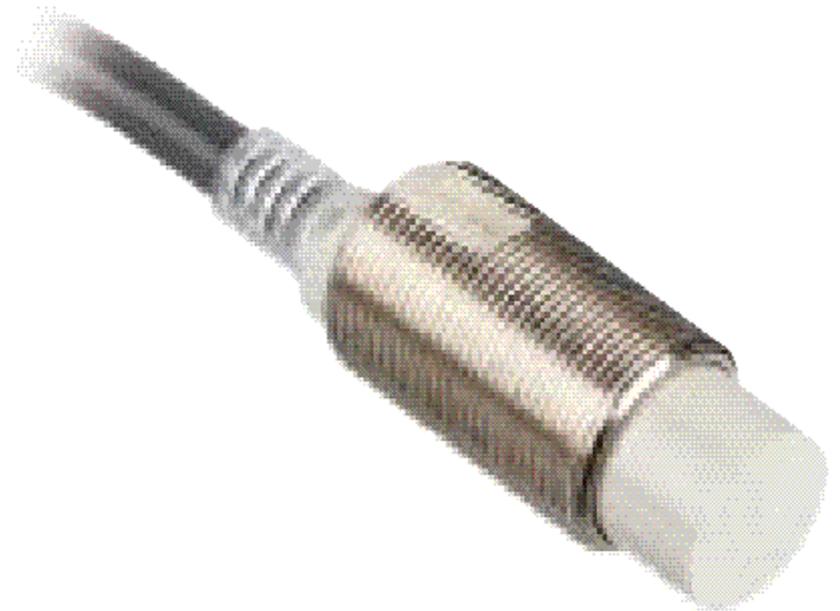


Amplificador-Oscilador incorporado

Enrasados



No enrasados

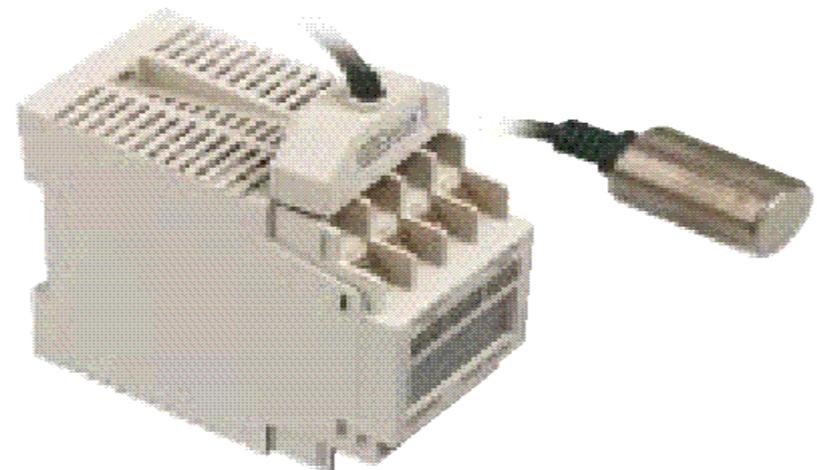




# Versiones (3)



Con amplificador-oscilador separado.



# Formas externas (1)



Cuadrado superior



Cilíndrico no enrasado



Cuadrado frontal



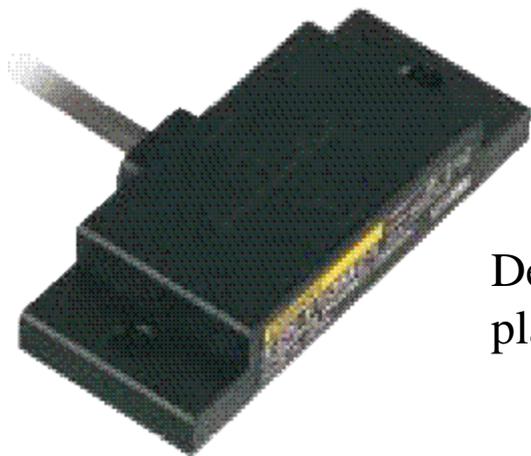
Cilíndrico enrasado

# Formas externas (2)



De anillo (pasante)

Cilíndricos de plástico



De montaje plano

Cilíndricos de cuerpo plano





# Distancia de detección

---



- Objeto estandar
- Distancia nominal
- Distancia real
- Distancia útil
- Distancia diferencial (histéresis)
- Indicadores
- Ajuste de sensibilidad



# Distancia de detección (1)

---



- Objeto estandar
  - Es el objeto patrón que se usa para examinar las características de los detectores.
  - Tienen tamaño y forma diferente para cada detector.
    - Cuadrado de hierro de 1mm de espesor (inductivos).
    - Placa metélica puesta a tierra (capacitivos).
- Distancia de detección nominal ( $S_n$ )
  - Distancia a la que el interruptor de proximidad detecta al objeto patrón.
  - No tiene en cuenta las tolerancias de fabricación ni las condiciones (temperatura, alimentación)



# Distancia de detección (2)

---

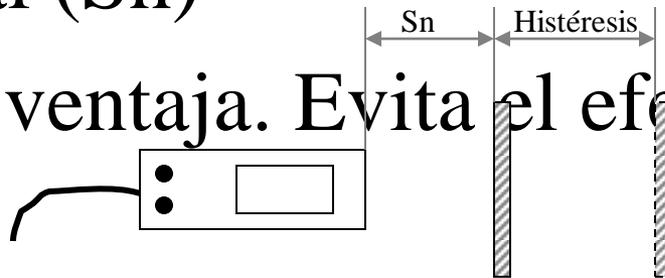


- Distancia de detección real ( $S_r$ )
  - Distancia de detección medida con el objeto patrón en condiciones reales (tensión de alimentación, temperatura ambiente, ...)
  - Debe mantenerse en el rango de  $0.9S_n < S_r < 1.1S_n$
- Distancia de detección útil ( $S_u$ )
  - Distancia de detección medida con el objeto considerando fluctuaciones en la tensión de alimentación, temperatura, ...
  - Debe mantenerse en el rango de  $0.9S_r < S_u < 1.1S_r$

# Distancia diferencial Histéresis



- Es la diferencia de distancias entre la posición de actuación, cuando el objeto se acerca, y la distancia de reposición, cuando el objeto se aleja.
- Se expresa en % de la distancia de detección nominal ( $S_n$ )
- Es una ventaja. Evita el efecto de rebotes.

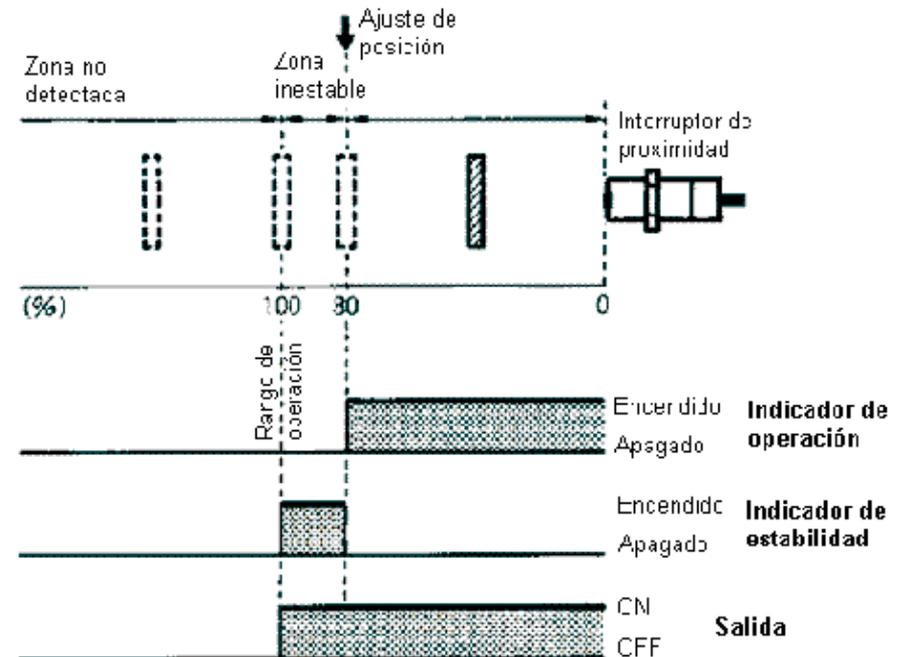




# Indicadores



- Indicador de operación
  - Se ilumina cuando detecta el objeto.
- Indicador de estabilidad
  - Se ilumina cuando el objeto está en la zona de detección inestable.



# Ajuste de sensibilidad



- Sin objeto girar el potenciómetro hasta que el indicador de operación se encienda (A).
- Con objeto girar en sentido contrario hasta que se apague el indicador de operación (B).
- Situar el potenciómetro de ajuste en la posición intermedia (C).



A Indicador encendido

C Posición final

B Indicador apagado



# Configuraciones de Salida

---



- Salida NA / NC
- Dentro de las salidas digitales hay 6 configuraciones según la alimentación y la carga.
  - B
  - C
  - D
  - E
  - F
  - Y

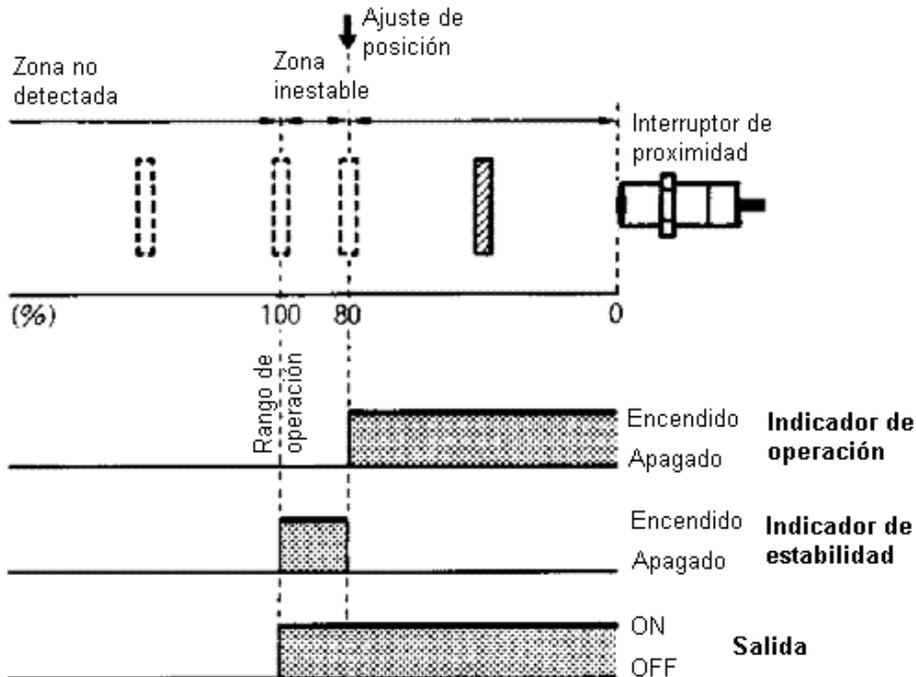
- Analógica



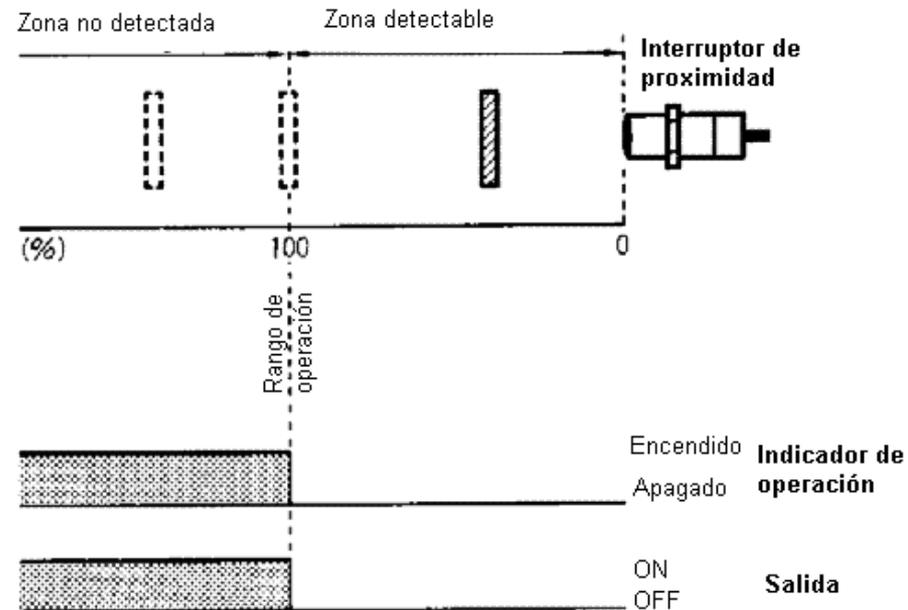
# Salida NA /NC



## Normalmente Abierta (NA)



## Normalmente Cerrada (NC)

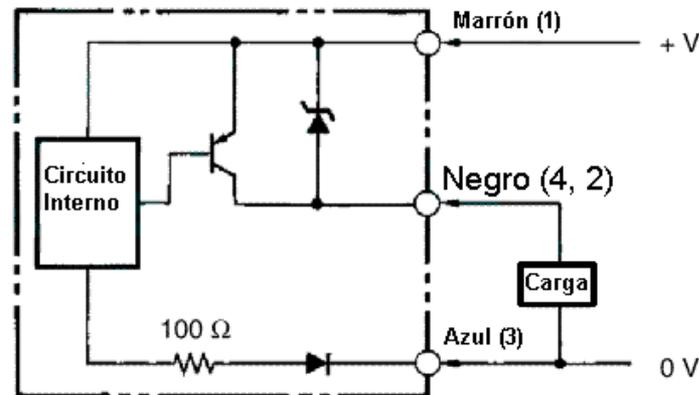




# Tipo B



- Detectores a tres hilos.
- Alimentación en corriente continua.
- Salida PNP en colector abierto.



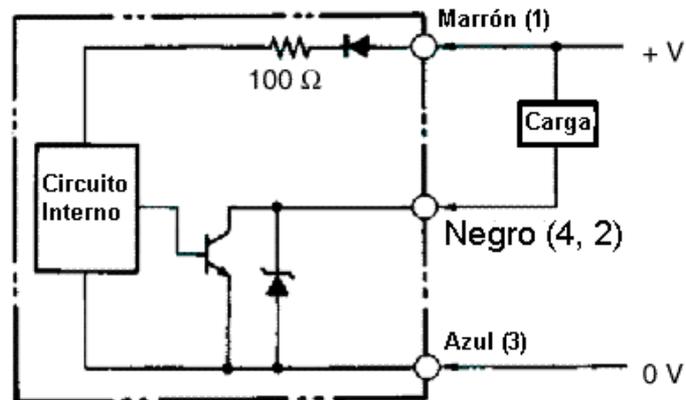
4 NA  
2 NC



# Tipo C



- Detectores a tres hilos.
- Alimentación en corriente continua.
- Salida NPN en colector abierto.



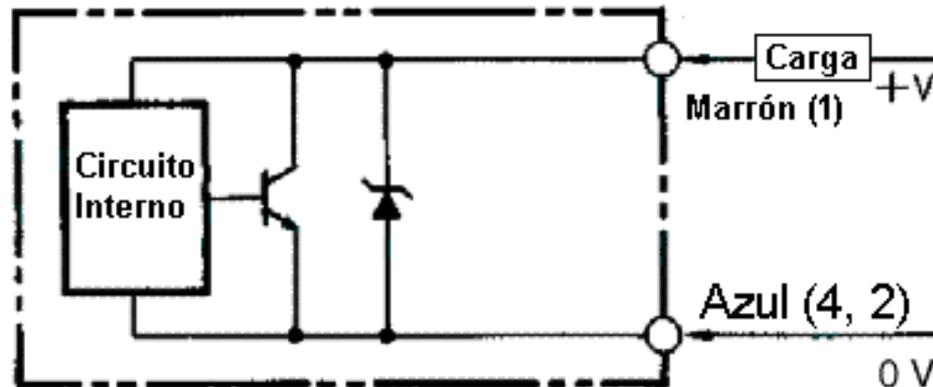
4 NA  
2 NC



# Tipo D



- Detectores a dos hilos.
- Alimentación en corriente continua.
- Carga en serie con la alimentación. **ES NECESARIA.**



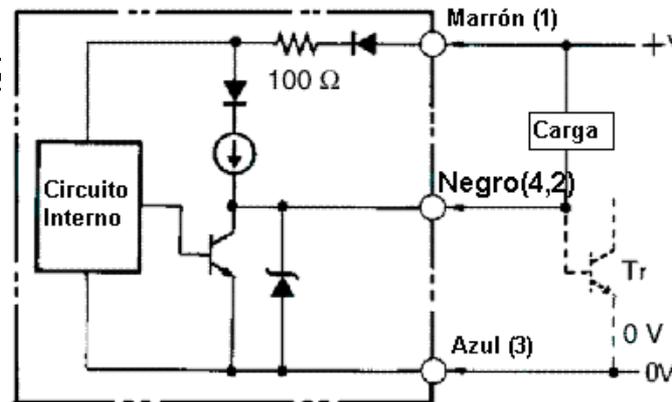
4 NA  
2 NC



# Tipo E



- Detectores a tres hilos.
- Alimentación en corriente continua.
- Salida NPN con carga interna.
- Carga entre +V y Salida: Salida de corriente 200 mA.
- Carga entre s



ca negada.

4 NA

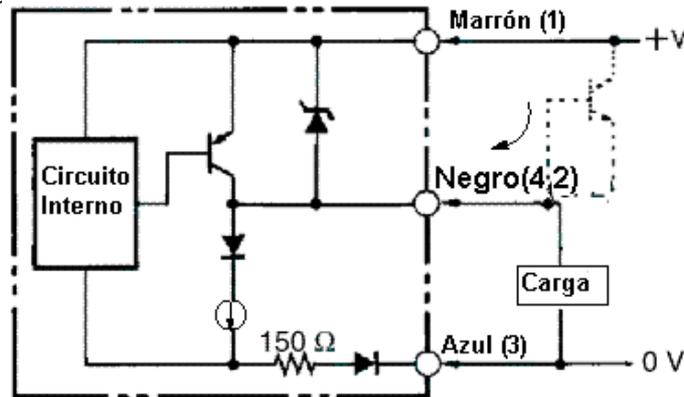
2 NC



# Tipo F



- Detectores a tres hilos.
- Alimentación en corriente continua.
- Salida PNP con carga interna.
- Carga entre +V y Salida: Salida lógica negada.
- Carga entre salida y 0V: Salida de corriente 200 mA.



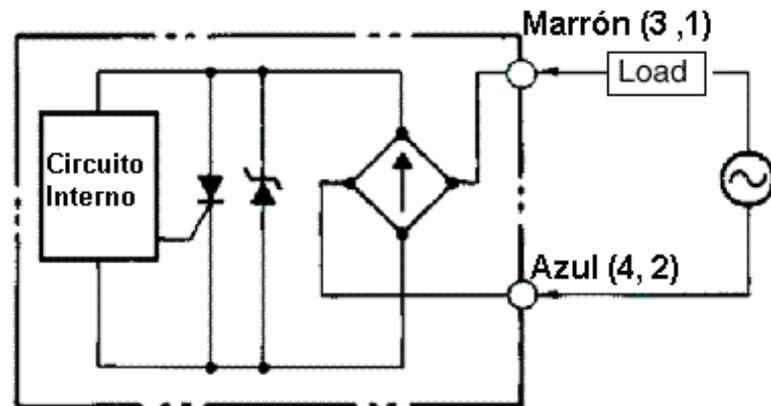
4 NA  
2 NC



# Tipo Y



- Detectores a dos hilos.
- Alimentación en corriente alterna.
- La carga se debe conectar en serie con la alimentación.
- Importante **no cortocircuitar la carga.**



3, 4 NA  
1, 2 NC

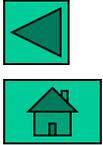


# Salida analógica

---



- Salida en corriente de 4÷20 mA.
- Impedancia de carga máxima de 300  $\Omega$ .
- Disponen de salidas lógicas ajustadas a determinados valores de distancia NA /NC.



# Curvas características



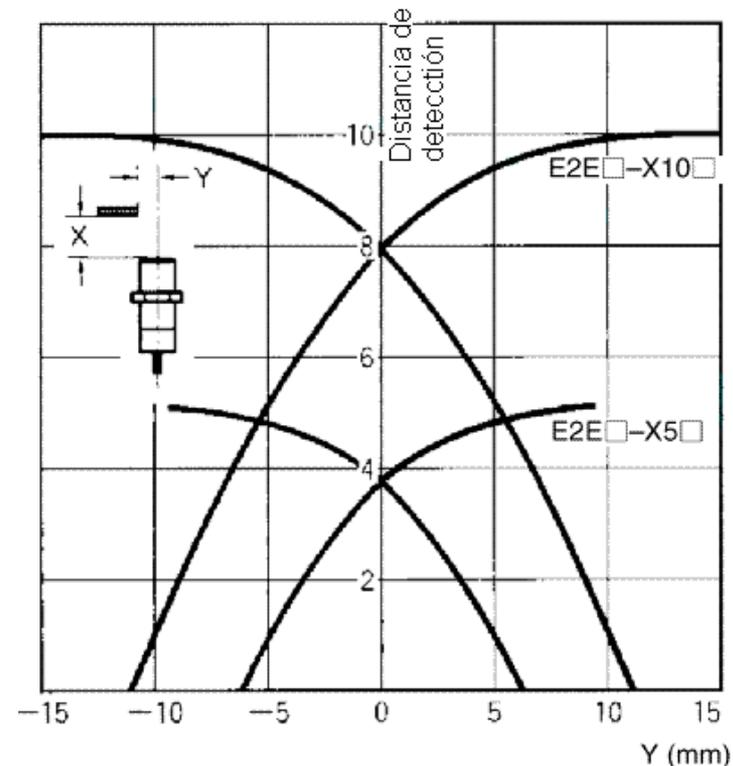
---

- Rango de operación
- Sensibilidad
- Corriente de fugas
- Tensión residual

# Rango de operación



- Muestra la distancia a la que se detecta el objeto patrón en un plano axial.
- $S_n$  es la distancia al punto de unión de las curvas derecha e izquierda.
- Suelen venir varios modelos, de distinta distancia de detección, en el mismo gráfico.

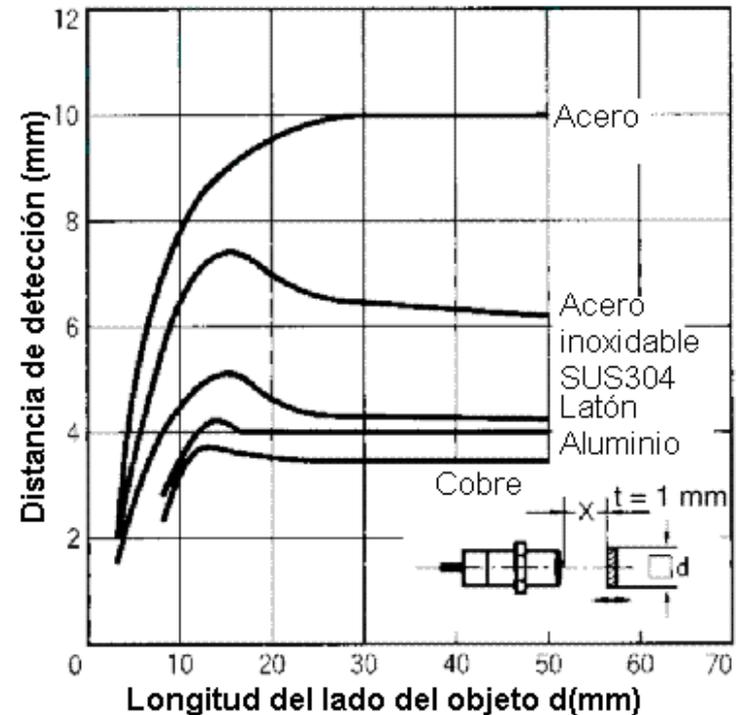




# Sensibilidad



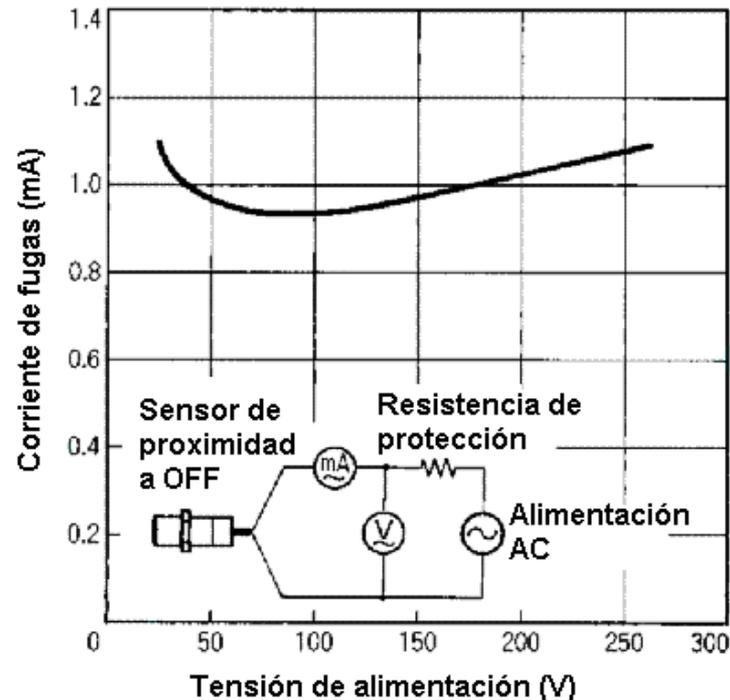
- Muestra la distancia de detección respecto de:
  - Tamaño del objeto
  - Material del objeto
- El objeto patrón es una placa de 1mm de espesor.



# Corriente de fugas



- Sólo para los interruptores de proximidad de corriente alterna.
- Es la corriente que atraviesa a la carga cuando el interruptor está en estado de NO conducción.
- Esta característica nos limita el valor de la carga.

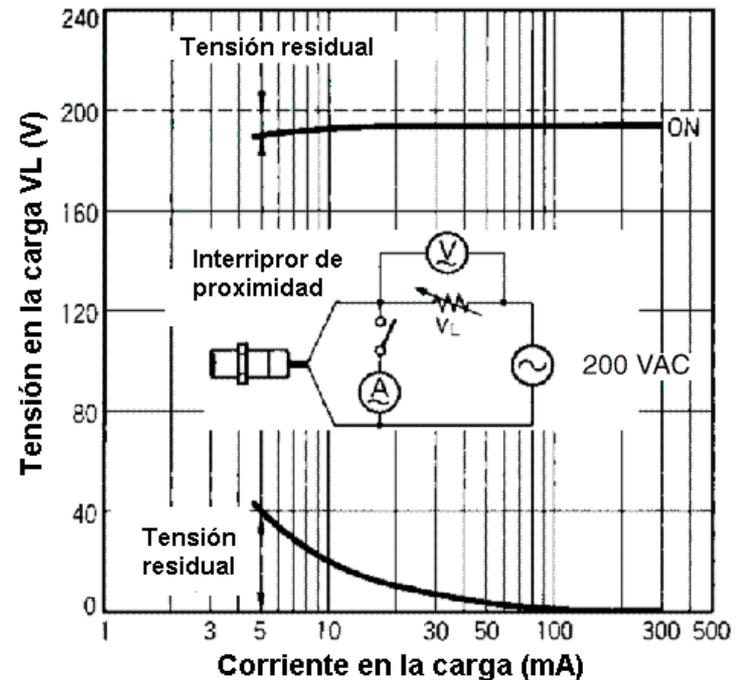




# Tensión residual



- Hay dos curvas diferentes
  - En conducción ON
  - En corte OFF
- La tensión residual se obtiene restando la tensión de alimentación del valor de la gráfica.

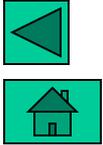




# Precauciones



- Interferencias mutuas
- Metales circundantes
- Ruidos
- Intervalo mínimo
- Velocidad máxima
- Tiempo de respuesta
- Frecuencia de reapuesta
- Conexión en serie
- Conexión en paralelo



# Interferencias mutuas (1)



---

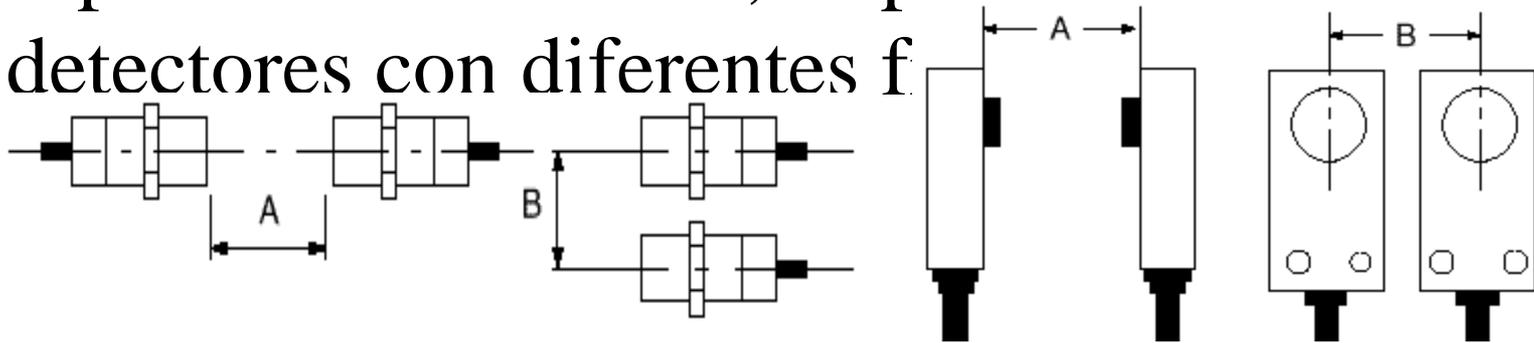


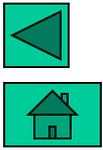
- Las interferencias mutuas se producen cuando dos o más detectores de proximidad se montan demasiado cerca, bien sea paralelos o enfrentados.
- El efecto se puede traducir en una variación de la distancia de detección o en la introducción de rebotes.
- Para evitar este efecto debemos montar los detectores de proximidad respetando unas distancias mínimas entre ellos.

# Interferencias mutuas (2)



- Estas distancias (A y B) vienen dadas en el catálogo para cada interruptor de proximidad.
- Si las limitaciones de espacio impiden separar los detectores, se pueden alternar detectores con diferentes f

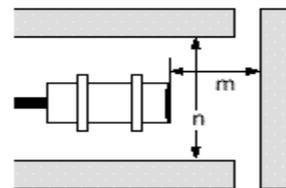
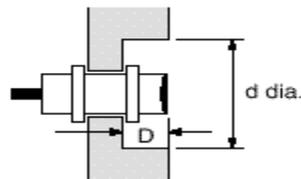
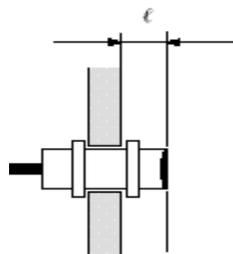




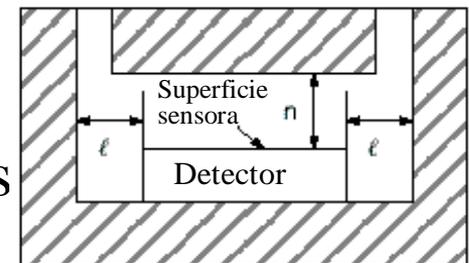
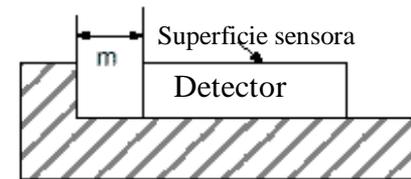
# Metales circundantes



- Es necesario guardar unas distancias en la instalación.
- Estas distancias vienen en el catálogo, aunque suelen ser:
  - $l=D=2 \cdot S_n$
  - $d=n=3 \cdot \varnothing$  del detector



as l y D s





# Ruidos



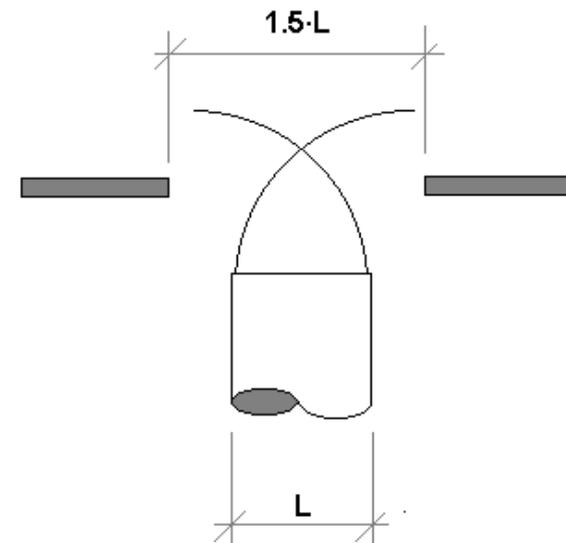
- Ruido normal:
  - entre los terminales o líneas de alimentación o salida.
- Ruido común:
  - entre una de las líneas de alimentación o salida y tierra.
- Los interruptores de proximidad están protegidos del ruido normal.
- Para reducir el ruido común podemos:
  - Mantener el cableado del detector separado.
  - Apantallar los cables del detector.



# Intervalo mínimo



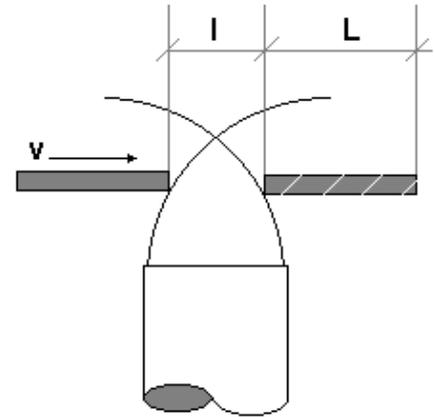
- El rango de detección puede ser mayor que el indicado.
- Para evitar detectar dos objetos como uno solo, la separación de ellos será 1.5 veces la de la base.



# Velocidad máxima



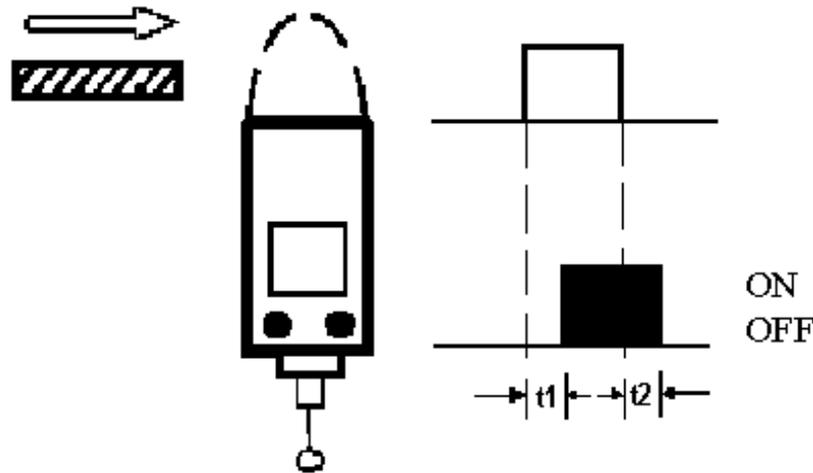
- El objeto debe estar presente en el área de detección un tiempo mayor al de respuesta de operación.
- $1/F < (L + l) / v$ 
  - F: frecuencia de operación
  - v: velocidad del objeto
  - L: longitud del objeto
  - l: Longitud del rango de operación a la distancia de trabajo.



# Tiempo de respuesta



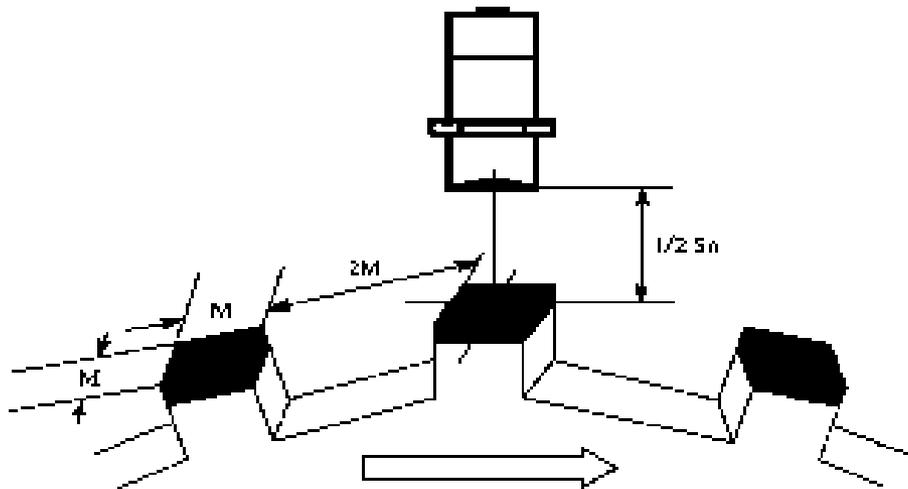
- Es la suma del tiempo necesario para actuar la salida y el retardo necesario para desactuar dicha salida.



# Frecuencia de respuesta



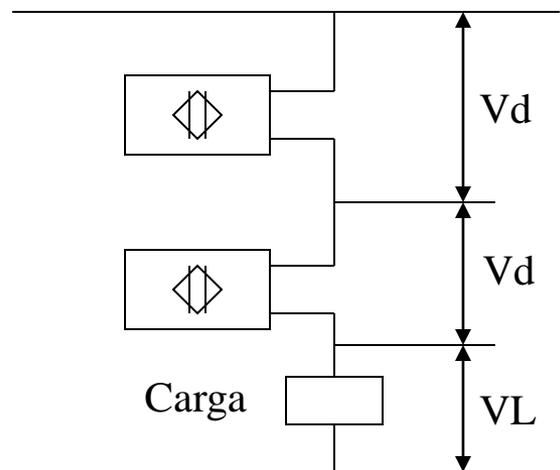
- Es el máximo número de veces que puede actuar un interruptor de proximidad en un segundo.
- La figura es conforme la norma CENELEC.
- M es



# Conexión en Serie (1)



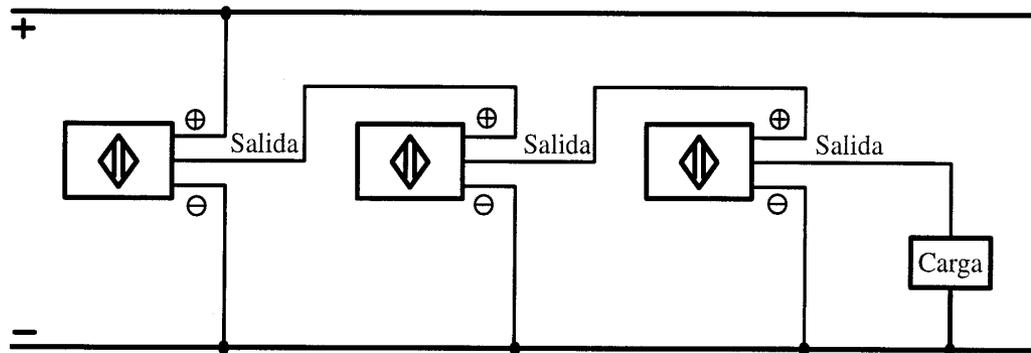
- Detectores a dos hilos
  - Atención a la caída de tensión en sus bornas: Limitan la tensión de la carga.
  - La función AND se recomienda hacerla a través de relés.



# Conexión en Serie (2)



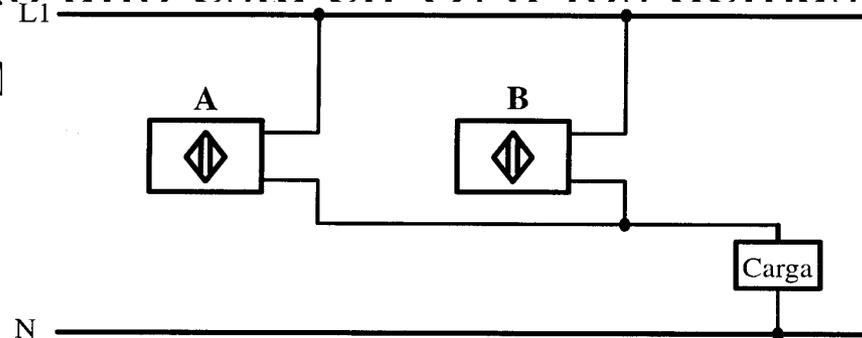
- Detectores a tres hilos
  - No se recomienda, por la acumulación de retardos en los detectores.
  - Se recomienda hacerla mediante relés.



# Conexión en paralelo (1)



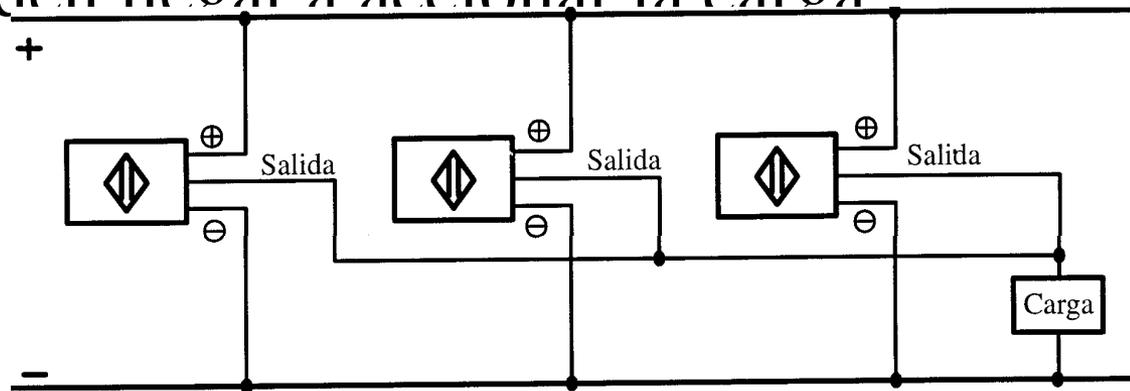
- Detectores a dos hilos
  - No es recomendable.
  - Hay que tener en cuenta que se suman las corrientes residuales, que pueden accionar la carga.
  - Cuando uno está en ON, los demás no tienen alimen



# Conexión en paralelo (2)



- Detectores a tres hilos
  - Tienen que ser de la misma configuración PNP / NPN
  - Atención a las corrientes residuales. Se suman y pueden llegar a accionar la carga





# Resistencia



- Resistencia de aislamiento
- Rigidez eléctrica
- Resistencia a vibraciones
- Resistencia a golpes
- Variación debida a fluctuación de la temperatura
- Variación debida a fluctuación de la tensión

# Grados de protección IP



El grado de protección IP se compone de dos dígitos:

- El primero de protección contra sólidos.
- El segundo de protección contra el agua.

<b>Cuerpos sólidos</b>		<b>Agua</b>	
0	No está protegido contra el ingreso de cuerpos extraños.	0	Sin protección.
1	Protegido contra ingreso de cuerpos de hasta 50 mm de diámetro.	1	Protección contra goteo de agua condensada.
2	Protegido contra ingreso de cuerpos de hasta 12 mm de diámetro.	2	Protección contra goteo hasta 15° de la vertical.
3	Protegido contra ingreso de cuerpos de hasta 2.5 mm de diámetro.	3	Protección contra lluvia con un ángulo inferior a 60°.
4	Protegido contra ingreso de cuerpos de hasta 1 mm de diámetro.	4	Protección contra salpicaduras en cualquier dirección.
5	Protección contra depósito de polvo.	5	Protección contra el chorreo de agua en cualquier dirección.
6	Protección contra ingreso de polvo.	6	Protección contra ambientes propios de las cubiertas de los barcos.
		7	Protección contra la inmersión temporal.
		8	Protección contra la inmersión indefinida.

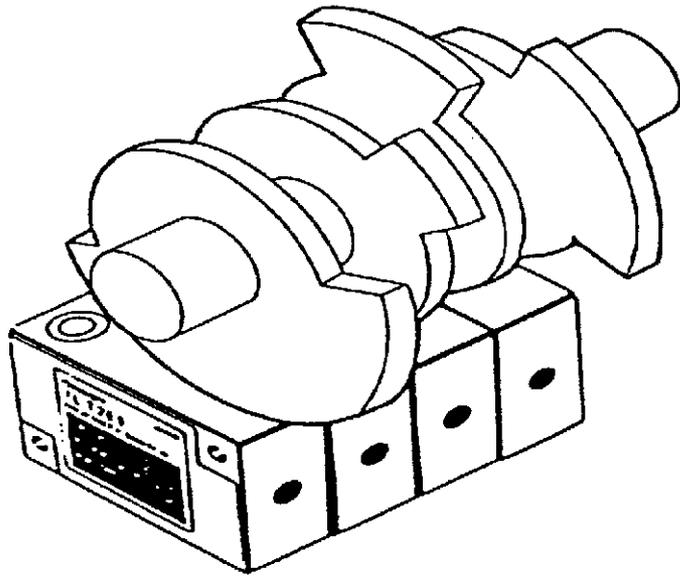
# Homologaciones y normalizaciones



- CENELEC: Compatibilidad europea.
- NAMUR: Ambientes explosivos.
- DIN: Dimensiones, formas, códigos de color. Alemania.
- VDE: Seguridad eléctrica.
- IEC: Internacional. ISO.
- UL: Estados Unidos. Pruebas para componentes.
  - “Listing Mark” y “Recognition Mark”
- CSA: Canadiense.

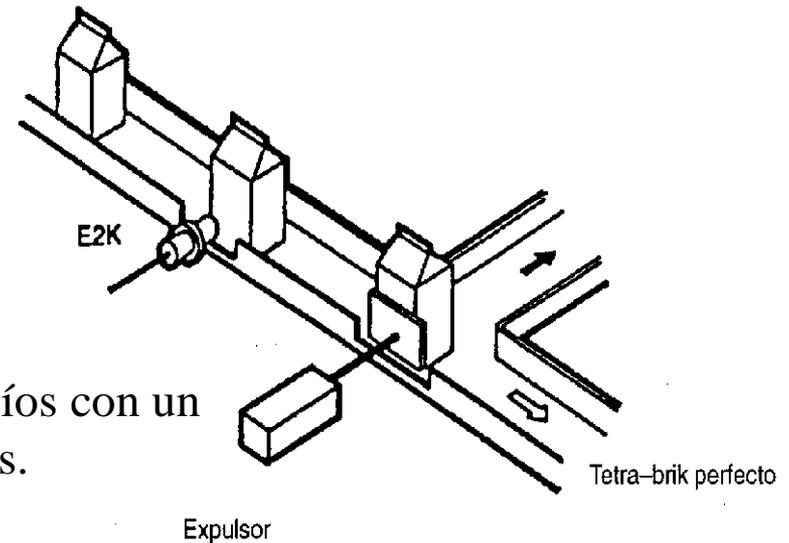


# Aplicaciones (1)



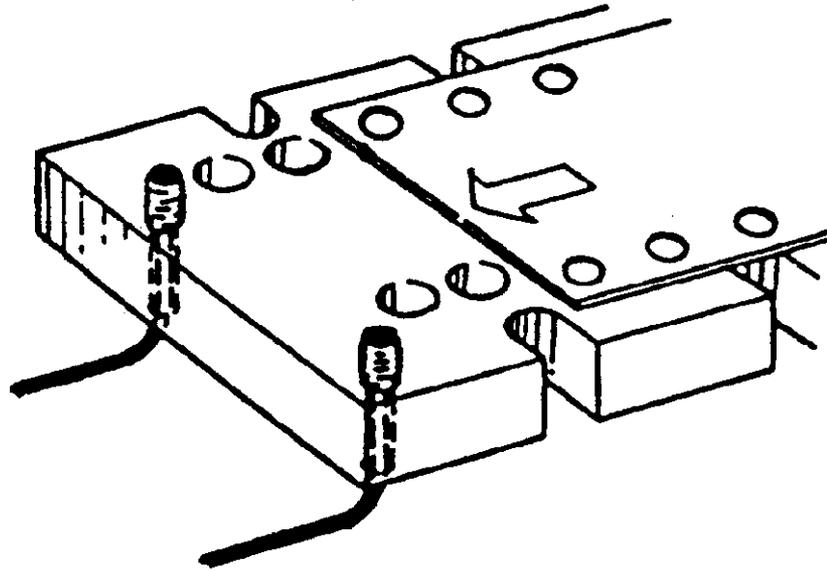
- Posicionador de levas para máquinas secuenciales.

- Detección de tetra-brik de leche vacíos con un interruptor de proximidad capacitivos.



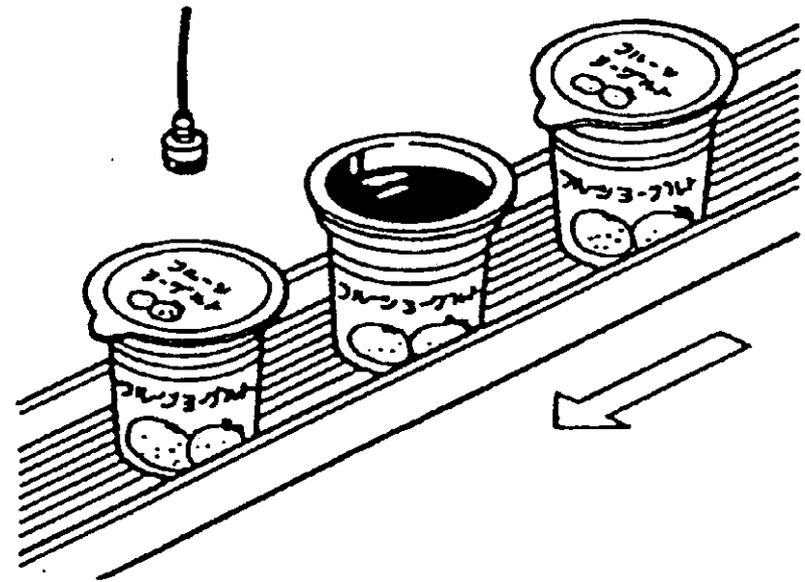


# Aplicaciones (2)



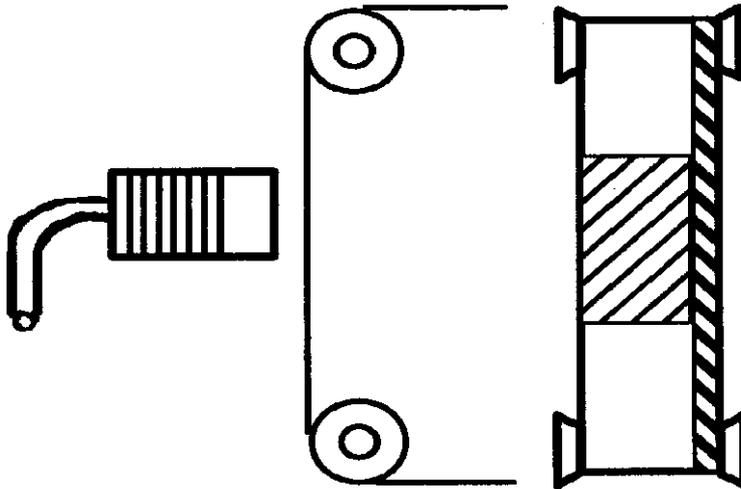
- Detección de huecos en chapas metálicas para confirmar la alineación.

- Control de envasado. Detecta la presencia de la tapa metálica.



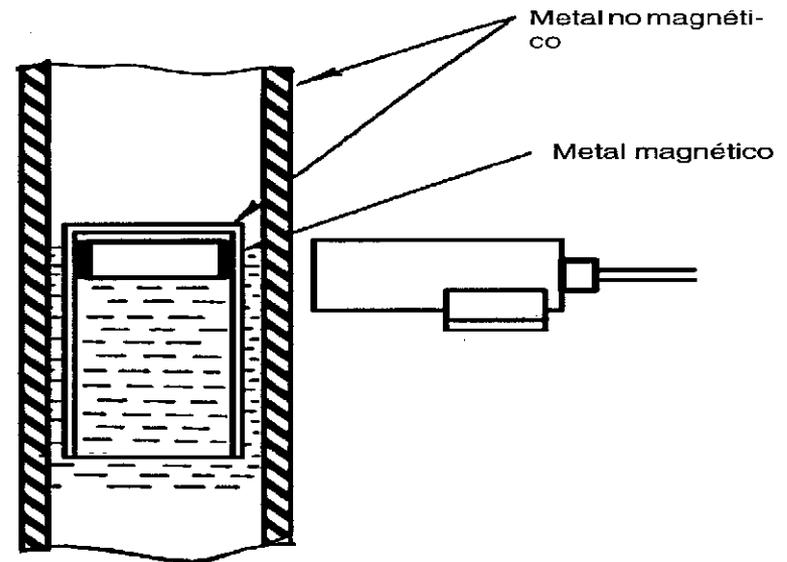


# Aplicaciones (3)



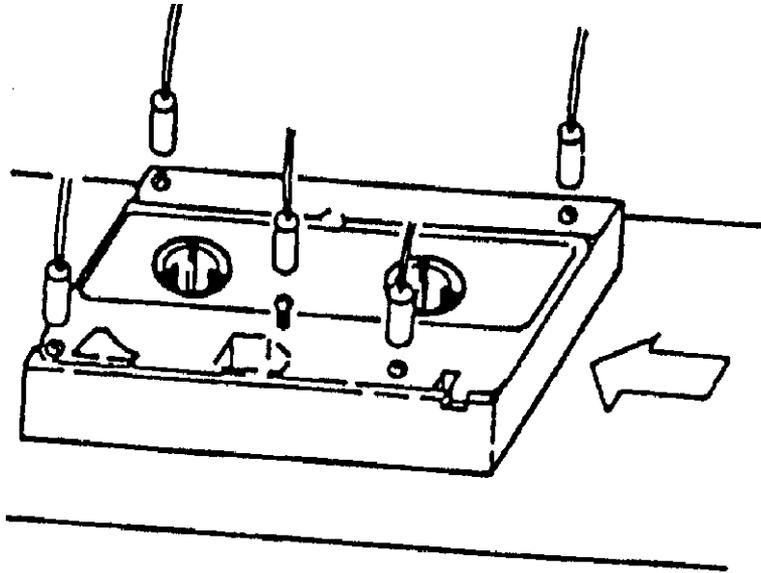
- Detección de hojas metálicas en películas de cine. Para la sincronización de varios proyectores.

- Detección de metal magnético a través de un metal no magnético. Detectamos el flotador de hierro para controlar el nivel.

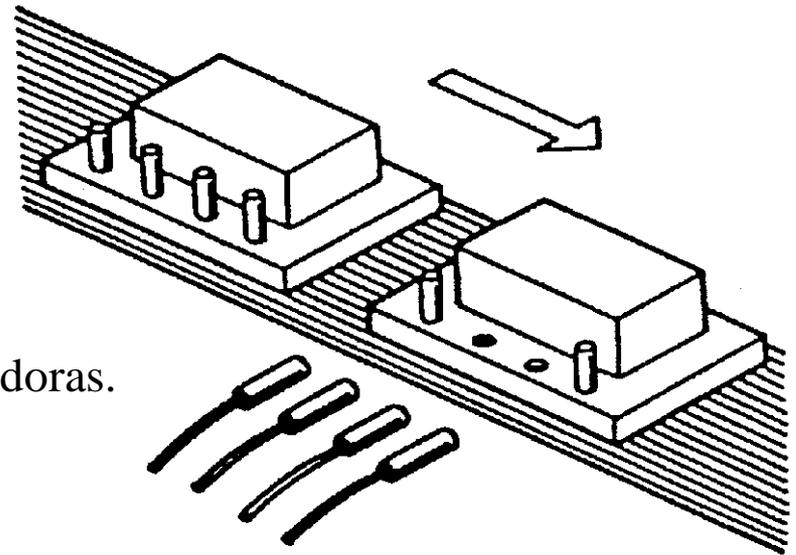




# Aplicaciones (4)



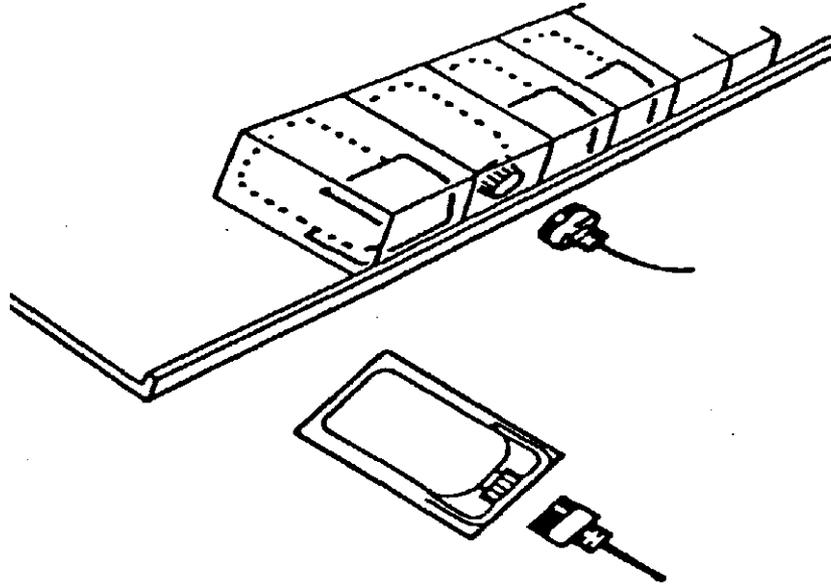
- Detección de falta de piezas. Detecta la ausencia de tornillos.



- Codificación en líneas paletizadoras.

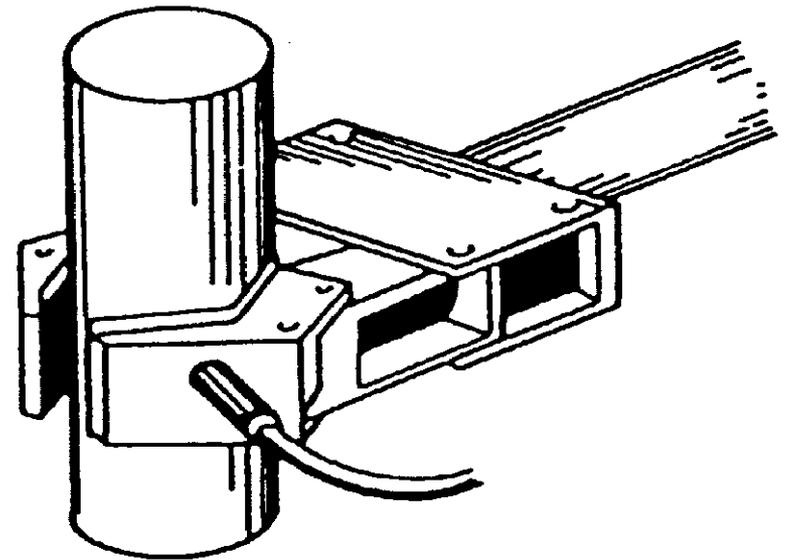


# Aplicaciones (5)



- Detección de manuales de instrucciones. El tapón metálico se detecta si no está el manual.

- Control de la manipulación de piezas de un robot. Comprueba que el robot lleva la pieza metálica.





# Encoders Ópticos

---



## Formación



# Contenidos



- Definición
- Principio de operación
- Tipos de encoders ópticos
- Tipos de Salidas
- Parámetros
- Precauciones
- Resistencia y Normalizaciones
- Aplicaciones
- Conexión a periféricos



# Definición

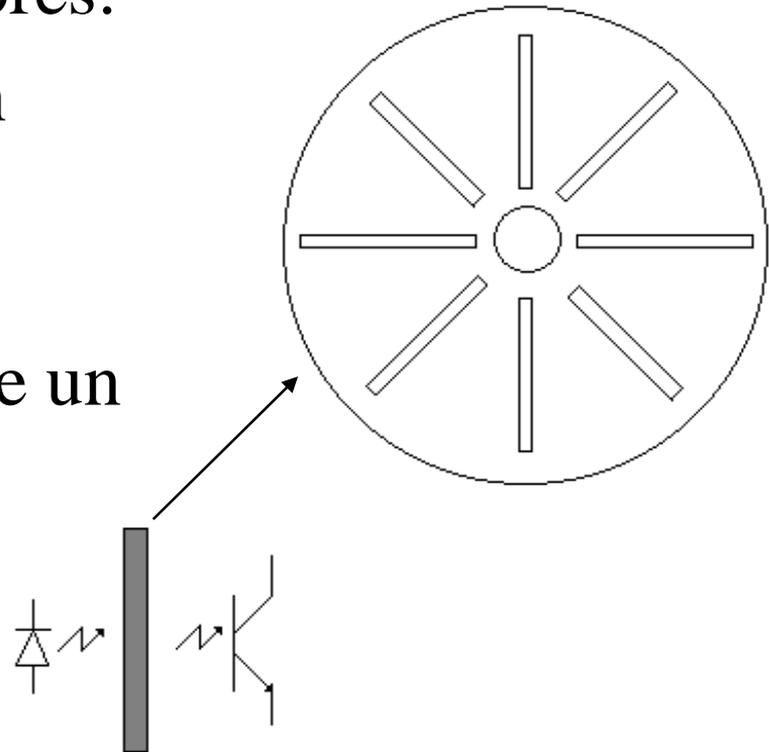


- El encoder óptico es un sensor que permite detectar el movimiento de rotación de un eje.
- Es en definitiva un transductor que convierte una magnitud (posición lineal y angular) en una señal digital.
- El encoder opera solidario al eje del elemento cuya posición se desea determinar. Utiliza luz para obtener la medida.

# Principio de operación



- Se basan en optoacopladores:  
Un diodo fotoemisor y un transistor fotoreceptor.
- Detectan la presencia / ausencia de luz a través de un disco solidario al eje, con ranuras radiales.





# Tipos de encoders ópticos

---



- Incrementales

- Dan salidas serie de acuerdo con el ángulo del eje de rotación, mientras éste gira.
- No dan salida si el eje está parado.
- Es necesario un contador para conocer la posición del eje.

- Absolutos

- Dan una salida paralelo (codificada), indicando la posición angular del eje.



# Encoders incrementales (1)



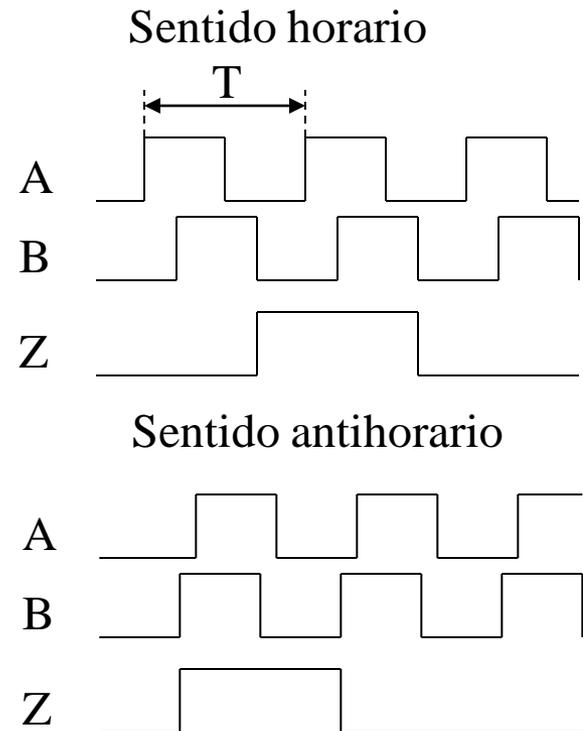
- Atendiendo a su salida se clasifican en:

- 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.

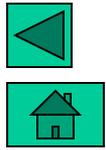




# Encoders incrementales (2)

---

- La resolución se mide por el número de pulsos de la salida por cada revolución del eje.
- Cuantas más ranuras tenga el disco, mayor será la resolución del encoder.
- Las ranuras de la salida A están desplazadas  $(1/4 + 1/8)$  de periodo T respecto de las de la salida B.
- Diferencia de Fase (sentido de giro): Si gira en sentido horario la fase A está adelantada



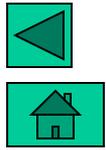
# Encoders absolutos (1)



- La salida paralelo, puede estar codificada en:

- BCD (Binario Codificado a Decimal)
- Gray: El cambio de números sucesivos se realiza con la conmutación de un solo bit, minimizando la posibilidad de errores.

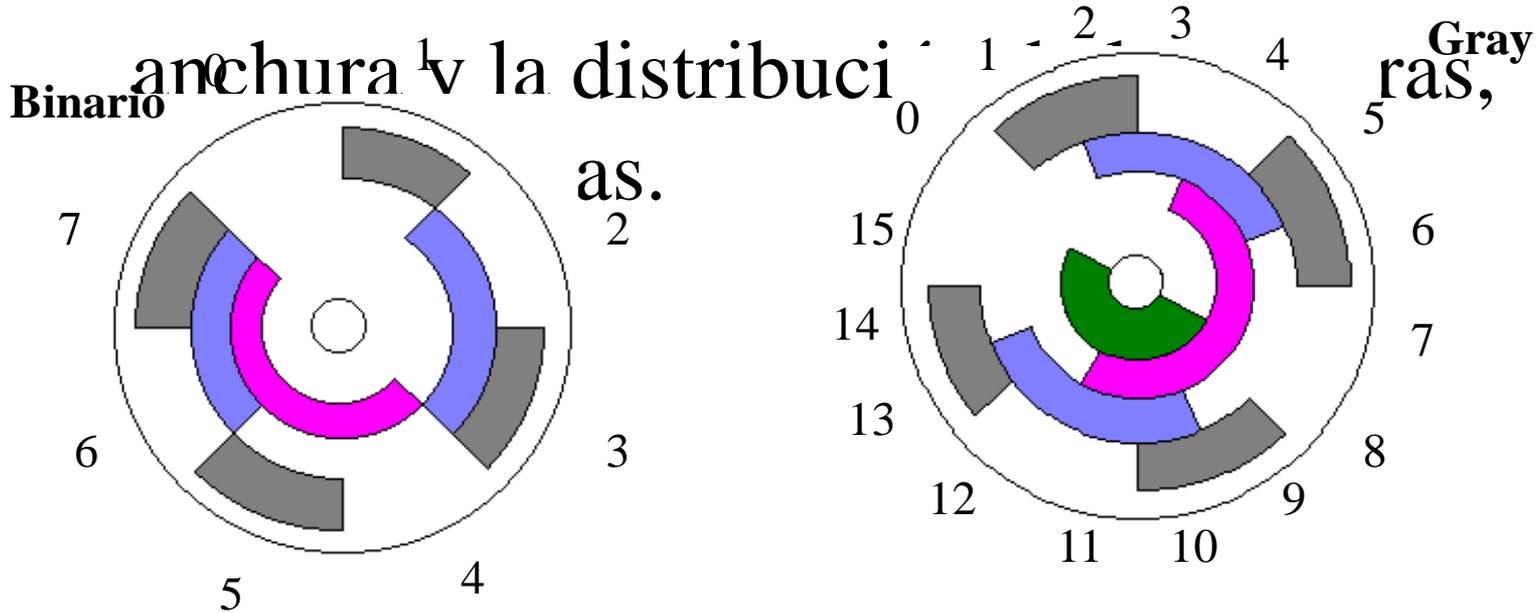
BCD	GRAY	BCD	GRAY	BCD
00- 0 0000	0000	06- 0 0110	0101	12- 1 0010
01- 0 0001	0001	07- 0 0111	0100	13- 1 0011
02- 0 0010	0011	08- 0 1000	1100	14- 1 0100
1010				
1011				
1001				



# Encoders absolutos (2)



- Cada salida está conectada a un optoacoplador.
- Los discos codifican la salida mediante la anchura y la distribución





# Tipos de salidas



- Colector abierto.
- Estado sólido.
- Driver de línea (diferencial).

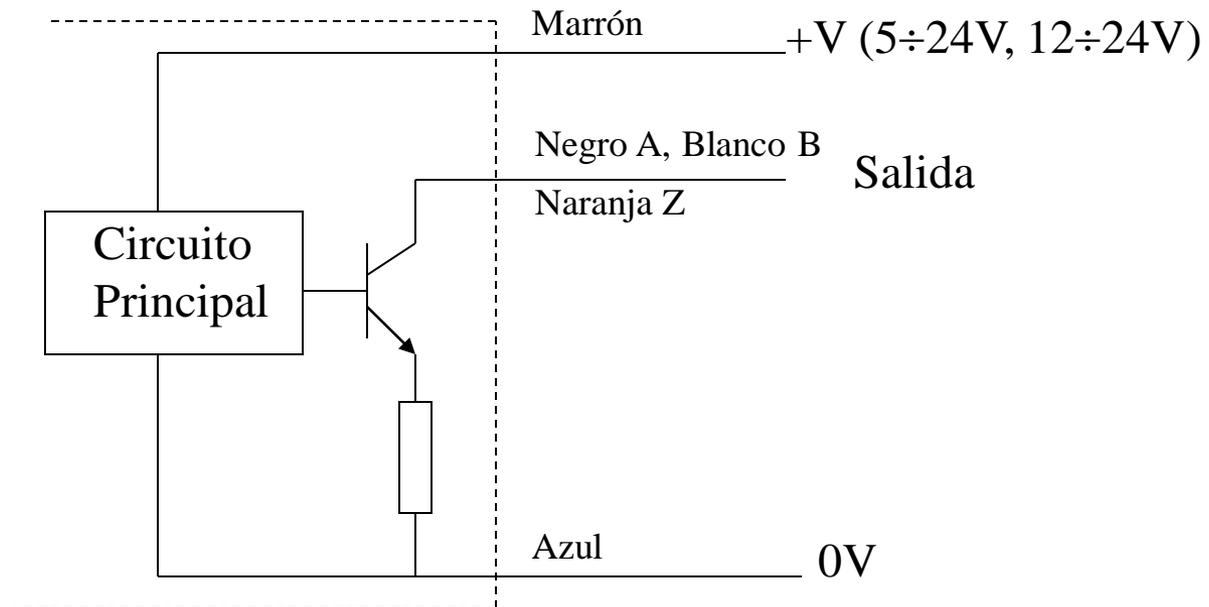
# A: unidireccional.

# A y B: bidireccional.

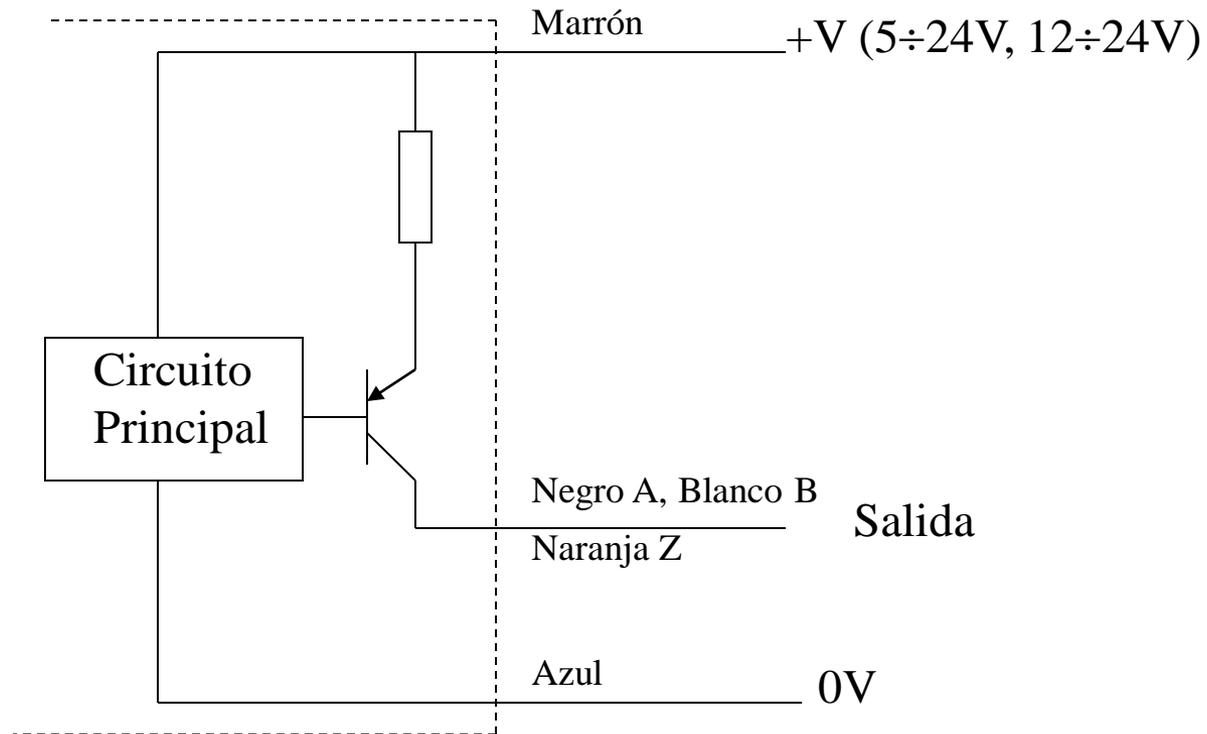
# A, B y Z: bidireccional con paso por cero.

# Paralelo: BCD, Gray.

# Colector Abierto (NPN)

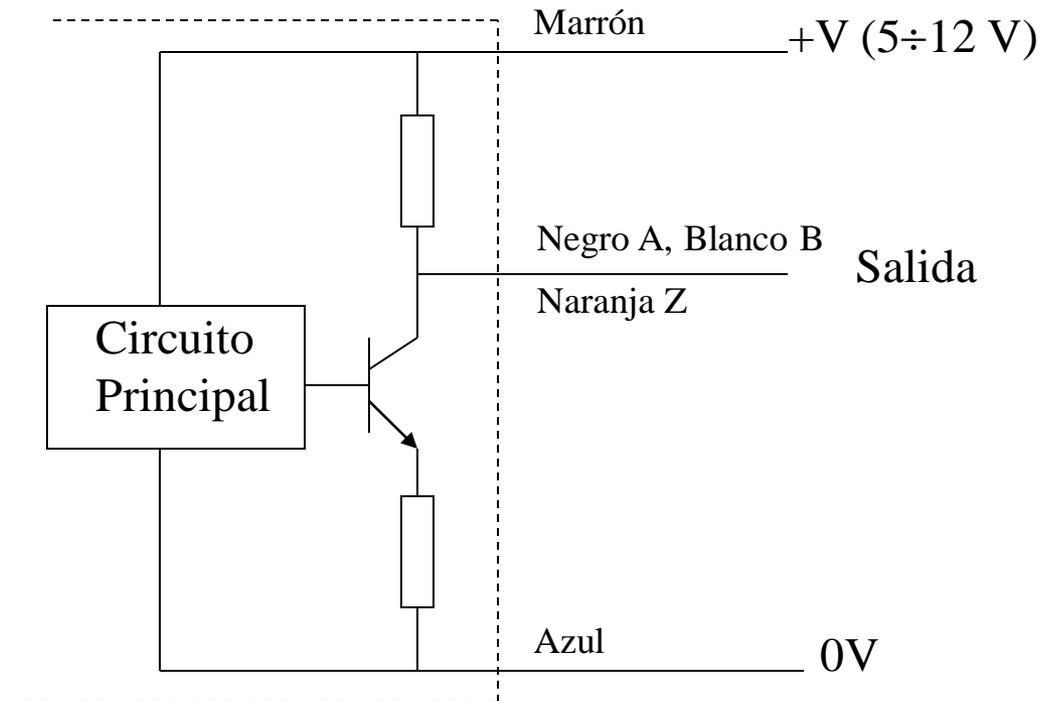


# Colector Abierto (PNP)



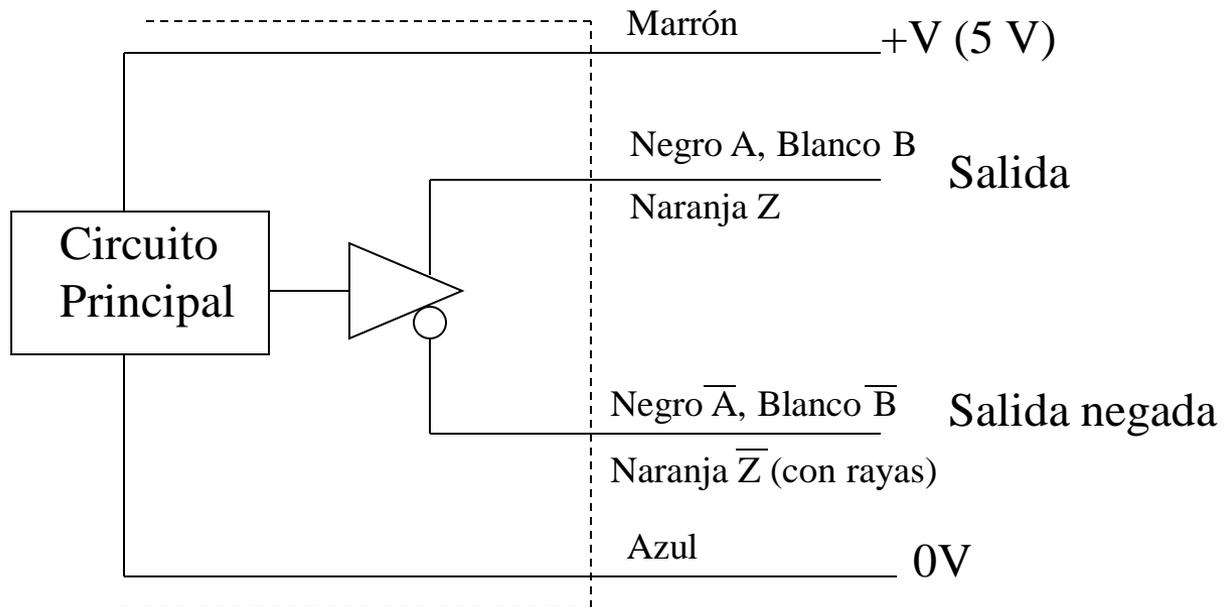


# Estado sólido





# Driver de línea





# Parámetros del encoder (1)



- Resolución
  - Número de pulsos por revolución del eje.
  - Típicas: 10, 60, 100, 200, 300, 360, 500, 600, 1000 y 2000.
- Respuesta máxima en frecuencia
  - La frecuencia máxima a la cual el encoder puede responder eléctricamente.
  - En los encoders incrementales es el máximo número de pulsos de salida que se pueden emitir por segundo.
- Par de arranque



# Parámetros del encoder (2)



- Velocidad máxima de rotación
  - El número máximo de revoluciones que el encoder puede soportar mecánicamente.
  - La velocidad del eje del encoder debe respetar la velocidad máxima de rotación y la frecuencia máxima de respuesta.
  - $\text{Frecuencia} > \text{r.p.m.}/60 \cdot \text{Resolución}$
- Momento de inercia
  - Es el momento de inercia de rotación del eje.
  - Cuanto menor sea más sencillo es de parar.



# Precauciones



- Acoplamiento del eje.
- Cableado.
- Ajuste de la posición inicial.
- Prevención de contaje erróneo.
- Extensión de la salida driver de línea.
- Curvas características.



# Acoplamiento del eje

---



- Hay que tener en cuenta las pequeñas tolerancias que puede llegar a absorber el acoplamiento.
- Tolerancia de excentricidad
  - Distancia radial entre los ejes del encoder y del motor.
- Tolerancia de inclinación
  - Ángulo entre los ejes del encoder y el motor.
- Tolerancia de desplazamiento axial
  - Distancia axial entre los ejes del encoder y del



# Cableado



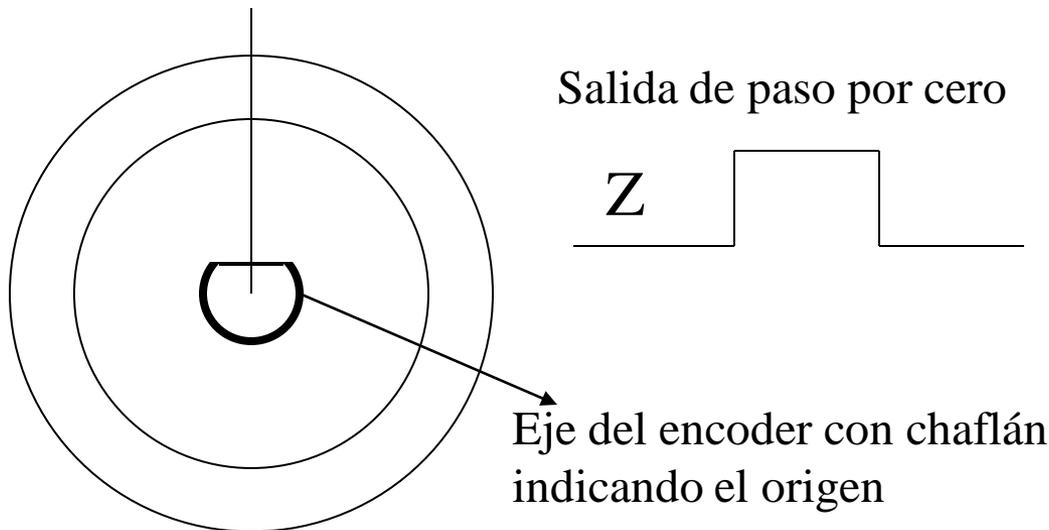
- No cablear las líneas de alimentación del encoder junto a las de potencia o alta tensión.
- Para alargar el cable considerar la frecuencia de trabajo. Puede distorsionarse la forma de onda. Se recomienda el modo de salida driver de línea.
- Cuando se conecta o desconecta el encoder se puede generar un pulso erróneo. Esperar 100 ms.



# Ajuste de la posición inicial



- Con la salida de paso por cero y el chaflán del eje del encoder, el ajuste de la posición inicial es sencillo.





# Prevenciones



- Prevención de contaje erróneo.
  - Cuando el encoder se para próximo al flanco de subida o bajada, se puede generar un impulso erróneo.
  - Para prevenir este efecto se debe usar un contador reversible.
- Extensión de la salida de driver de línea.
  - Se recomienda utilizar pares de cables trenzados y un receptor RS-422A.
  - De este modo se elimina el ruido en modo común.



# Curvas características

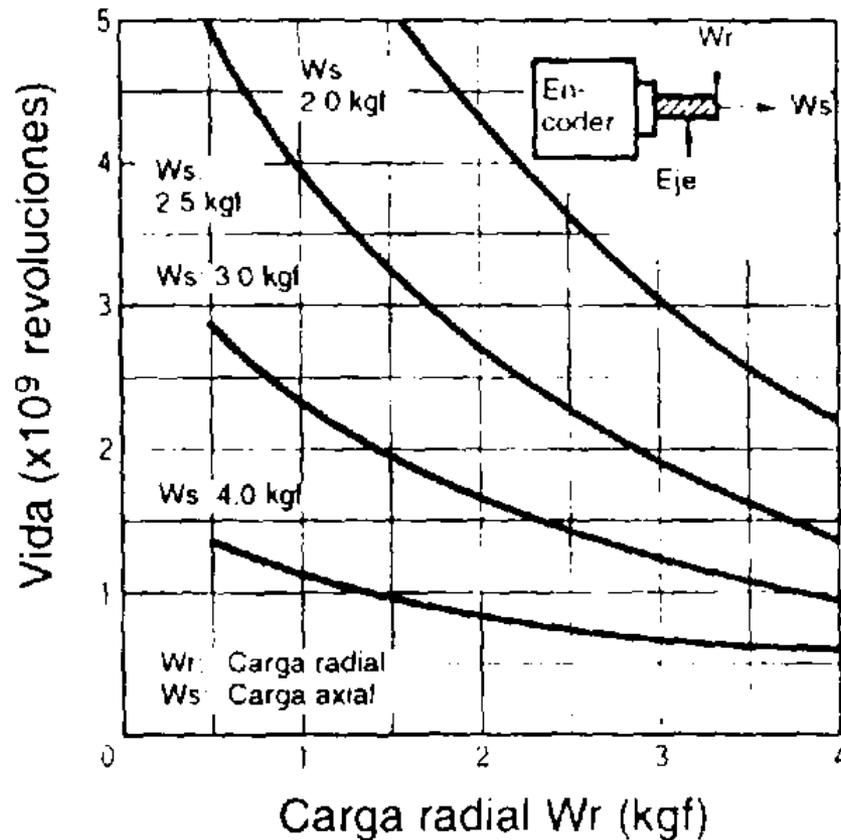
---



- Vida del soporte
  - Muestra la duración del soporte del encoder, número de revoluciones, al ser sometido a cargas axiales ( $W_s$ ) y radiales ( $W_r$ ).
- Extensión del cable
  - El tiempo de subida de los impulsos de salida aumenta al alargar el cable. Esto afecta a las características de fase diferencial de las fases A y B.
  - La tensión residual de salida también aumenta, lo cual nos limita el valor de la carga.

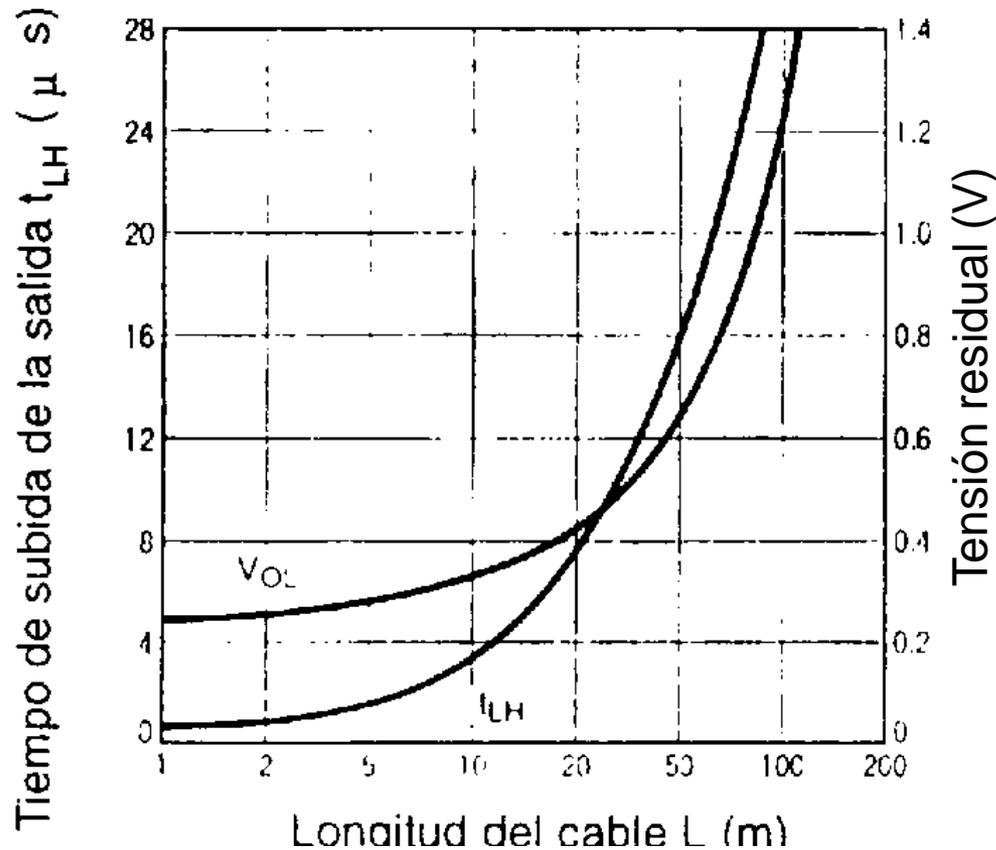


# Vida del soporte



Muestra la vida útil en revoluciones del soporte con cargas axial y radial.

# Extensión del cable



El tiempo de subida y la tensión residual aumentan en función de la longitud del cable de salida.

# Grados de protección IP



El grado de protección IP se compone de dos dígitos:

- El primero de protección contra sólidos.
- El segundo de protección contra el agua.

<b>Cuerpos sólidos</b>		<b>Agua</b>	
0	No está protegido contra el ingreso de cuerpos extraños.	0	Sin protección.
1	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 50 mm de diámetro.	1	Protección contra goteo de agua condensada.
2	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 12 mm de diámetro.	2	Protección contra goteo hasta 15° de la vertical.
3	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 2.5 mm de diámetro.	3	Protección contra lluvia con un ángulo inferior a 60°.
4	Protegido contra ingreso de cuerpos de más de 1 mm de diámetro.	4	Protección contra salpicaduras en cualquier dirección.
5	Protección contra depósito de polvo.	5	Protección contra el chorreo de agua en cualquier dirección.
6	Protección contra ingreso de polvo.	6	Protección contra ambientes propios de las cubiertas de los barcos.
		7	Protección contra la inmersión temporal.
		8	Protección contra la inmersión indefinida.

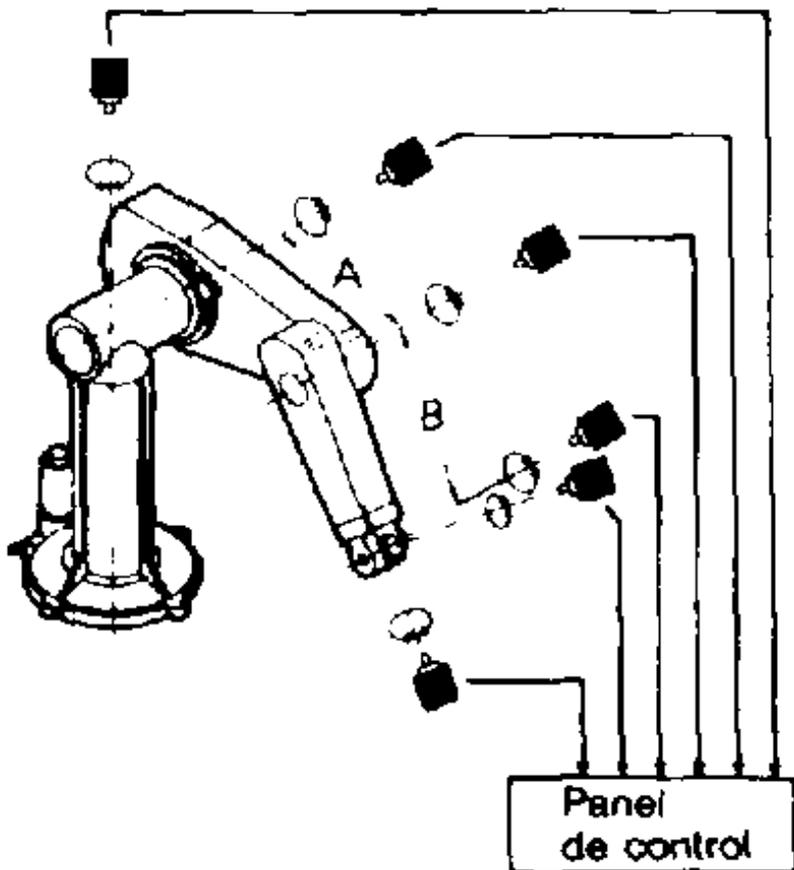
# Homologaciones y Normalizaciones



- CENELEC: Compatibilidad europea.
- NAMUR: Ambientes explosivos.
- DIN: Dimensiones, formas, códigos de color. Alemania.
- VDE: Seguridad eléctrica.
- IEC: Internacional. ISO.
- UL: Estados Unidos. Pruebas para componentes.
  - “Listing Mark” y “Recognition Mark”
- CSA: Canadiense.



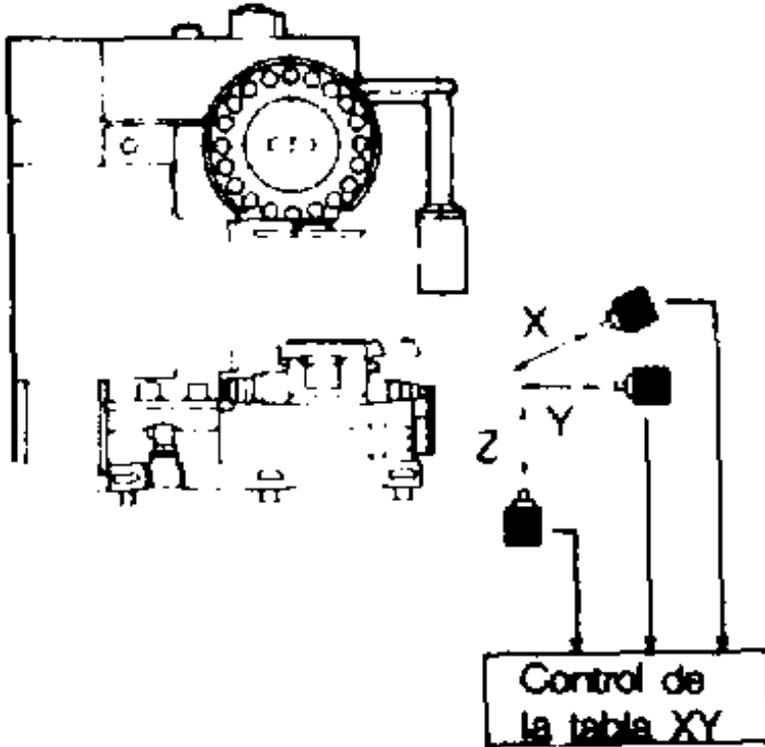
# Aplicaciones (1)



Detección del ángulo y posición de un brazo de robot industrial con seis grados de libertad.



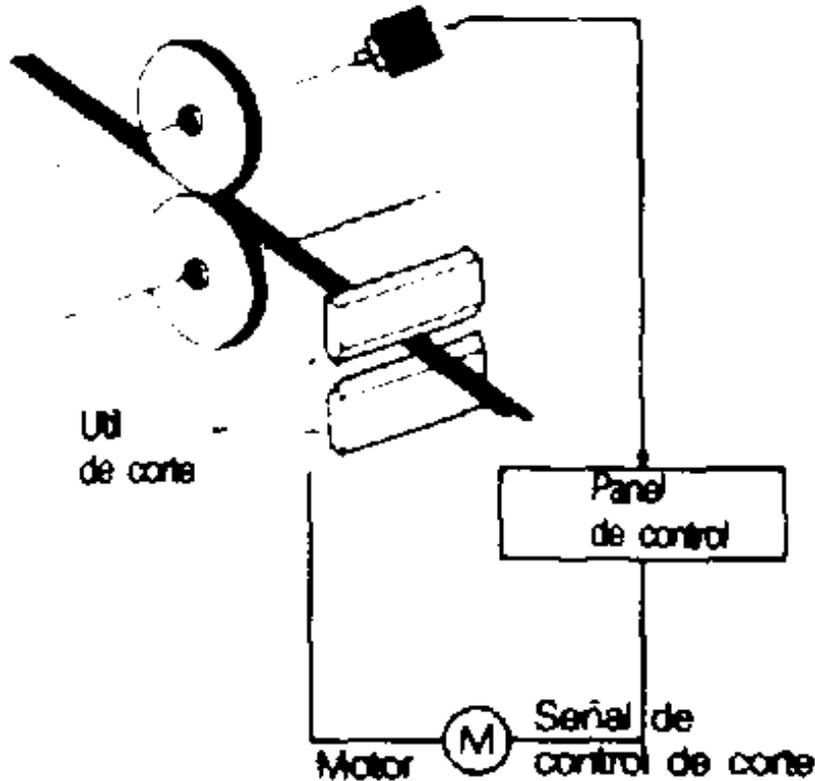
# Aplicaciones (2)



Detección de la tabla XY en máquinas herramienta con control numérico.



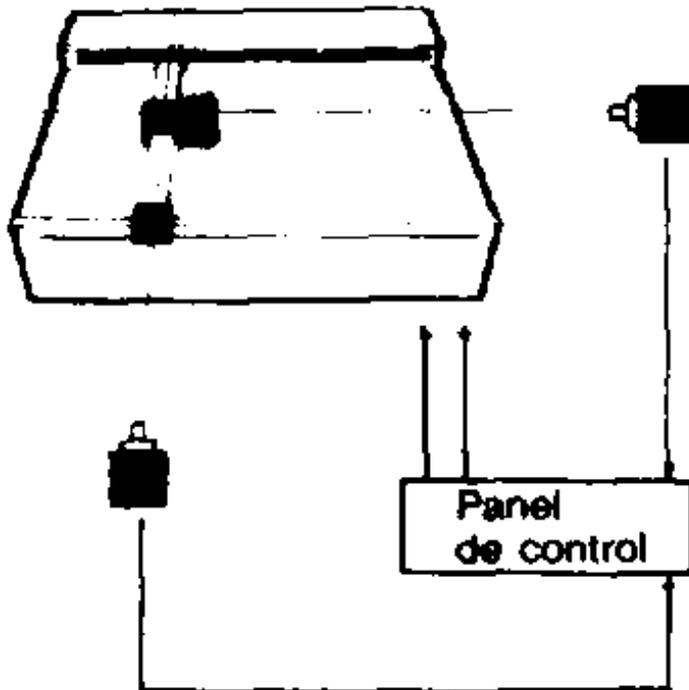
# Aplicaciones (3)



Detección de la longitud de un hilo y del punto de corte.



# Aplicaciones (4)



Detección de la coordenada en una máquina automática de dibujo y detección de la posición en máquinas con control numérico.



# Conexión a periféricos



---

- Mirar para cada modelo de encoder las posibilidades concretas de conexión en el catálogo.
  - Contadores digitales (H7BR, H7CR, ...)
  - Controladores de sensores (S3D2, S3D8)
  - Tacómetros digitales
  - Procesadores inteligentes de señal (K3Nx)
  - Schmidt CMOS
  - Schmidt TTL, LSTTL
  - Contadores de alta velocidad de autómatas.