



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

# SENSORES, ACTUADORES Y CUADROS DE CONTROL



## Contenido

- Actuadores
  - Accionamientos neumáticos
  - Contactores (relés) para accionamientos eléctricos
- Conexión de sensores o captadores
  - Finales de carrera (sensores de proximidad con contacto)
  - Detectores inductivos
  - Detectores capacitivos
  - Detectores ópticos
  - Detectores ultrasónicos
- Cuadros eléctricos

## Actuadores

# Accionamientos neumáticos

## Accionamientos neumáticos

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

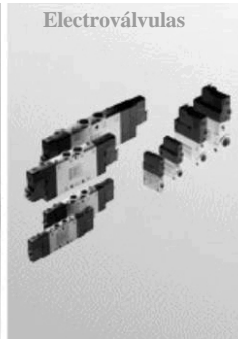
Cilindros neumáticos



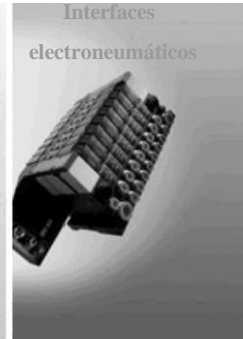
Manipuladores



Electroválvulas



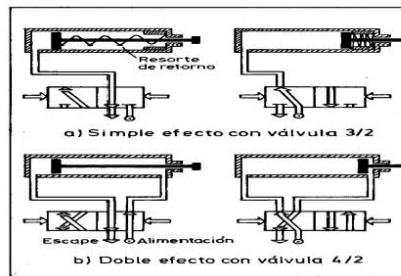
Interfaces  
electroneumáticos





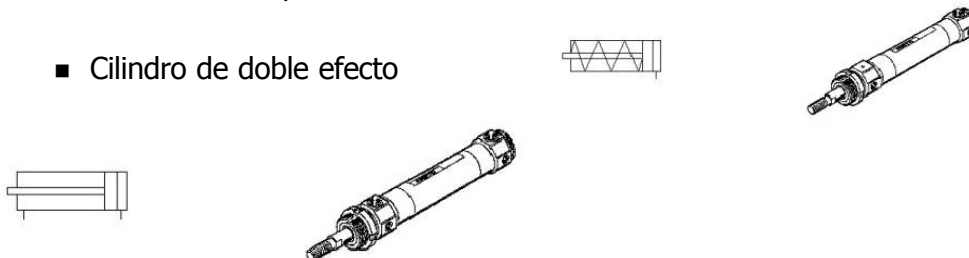
## Accionamientos neumáticos

- Tipos de cilindros neumáticos
  - Simple efecto
    - empujar en un solo sentido y retornan automáticamente al origen por la acción de un muelle. 3 vías y 2 posiciones
  - Doble efecto
    - empujar en ambos sentidos. 4 vías y 2 posiciones
  - Acción diferencial
    - permiten mantener el émbolo en cualquier posición, aplicando presión a ambos lados del mismo

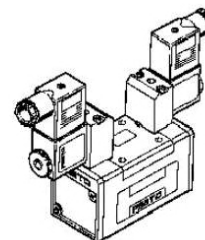
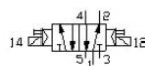


## Accionamientos neumáticos

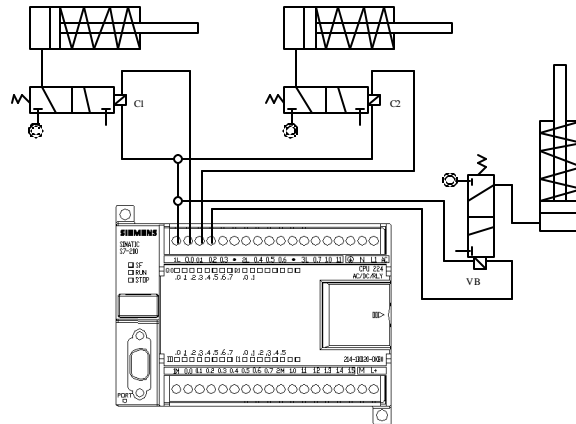
- Cilindro de simple efecto
- Cilindro de doble efecto



- Electroválvula de doble efecto



## Accionamientos neumáticos



## Actuadores

# Contactores para accionamientos eléctricos

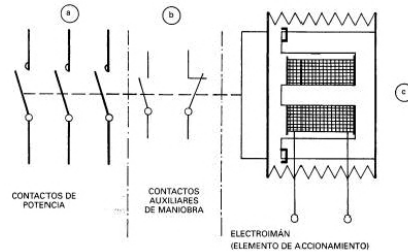




## Contadores para accionamientos eléctricos

### ■ Introducción

- Un contactor es un interruptor el cual es accionado mediante un electroimán.
- Aplicando tensión a la bobina del electroimán se consigue la apertura o cierre del interruptor.



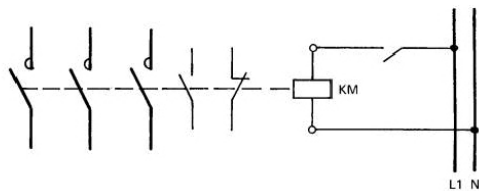
- Se divide en tres partes:
  - Contactos de potencia a través de los cuales se alimenta el circuito de potencia.
  - Contactos auxiliares para el gobierno y control del electroimán y otros elementos del circuito
  - Electroimán que acciona los contactos de potencia y los auxiliares.



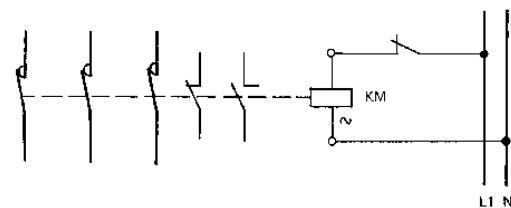
## Contadores para accionamientos eléctricos

### ■ Funcionamiento del contactor

Contactor en reposo



Contactor conectado



## Contadores para accionamientos eléctricos

### ■ Tipos



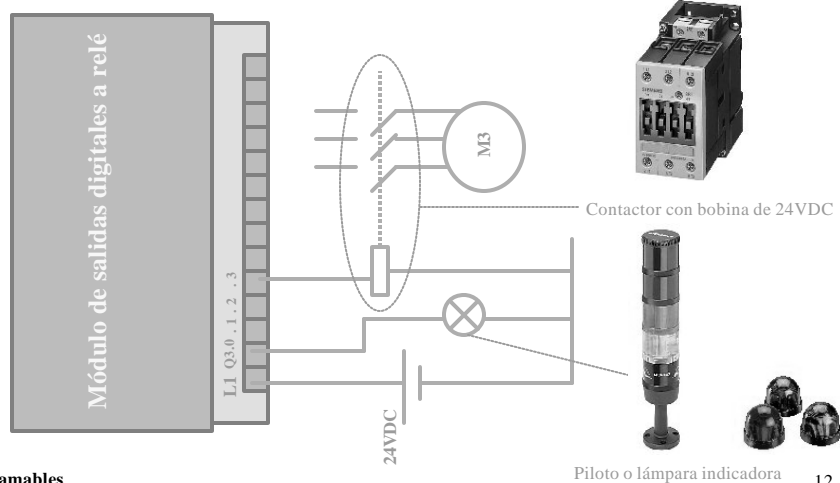
Invertir o arranque estrella-triángulo

Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

11

## Contadores para accionamientos eléctricos

### ■ Módulo de salidas a relé



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

12



## Conexión de sensores

# Detectores de proximidad



## Conexión de sensores o captadores

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

## Conexión de sensores

# Sensores de proximidad con contacto (finales de carrera)

## Detectores de proximidad con contacto

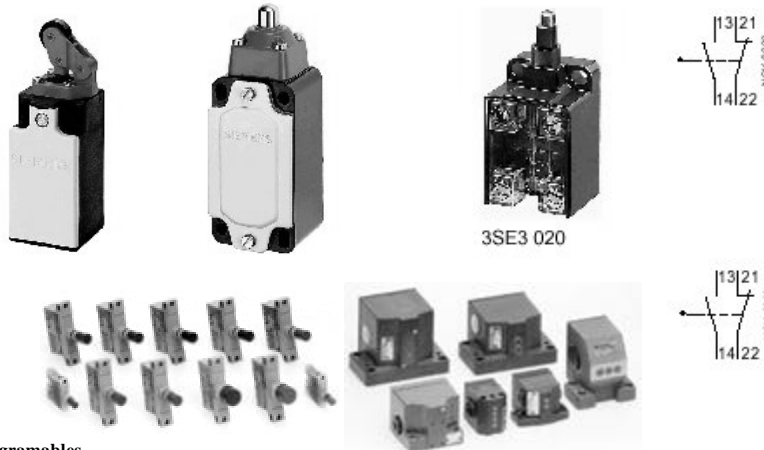
- Interruptores de posición electromecánicos
  - Se establece o se interrumpe un contacto eléctrico por medio de una fuerza externa. Vida útil 10 millones de ciclos.
  - Tiempos de conmutación entre 1 y 10ms
  - Cuando se utilizan interruptores electromecánicos para operaciones de conteo, deben tenerse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





## Detectores de proximidad con contacto

### ■ Finales de carrera



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

17



## Detectores de proximidad con contacto

### ■ Finales de carrera

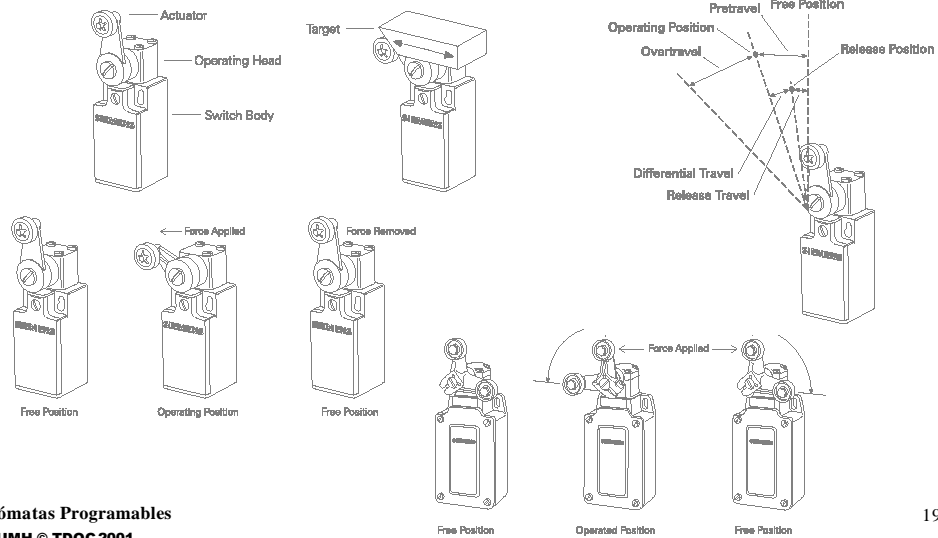


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

18



## Detectores de proximidad con contacto



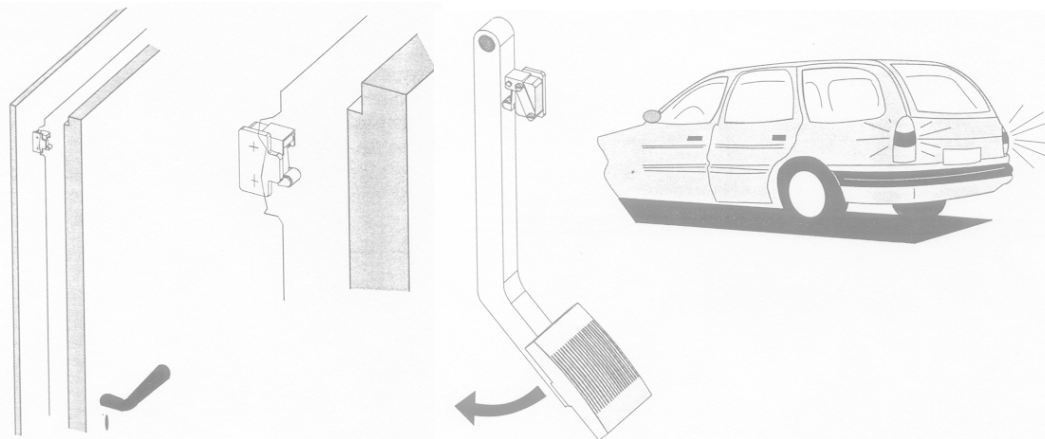
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

19



## Detectores de proximidad con contacto

### ■ Ejemplos de uso de interruptores electromecánicos

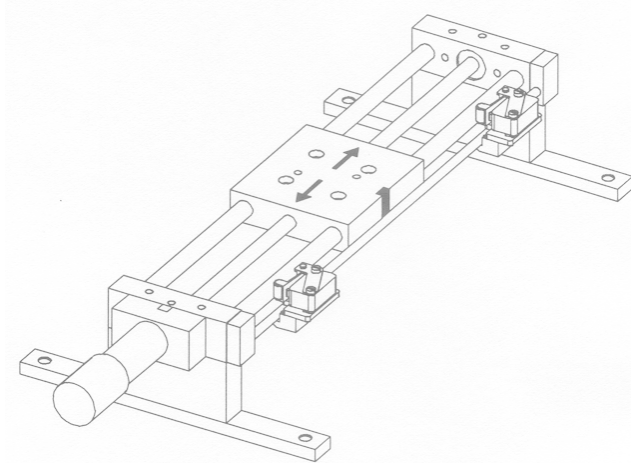


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

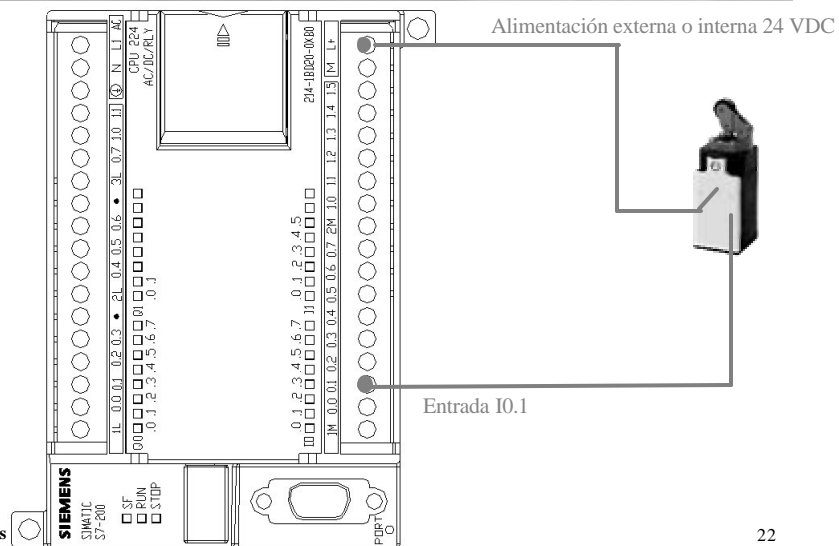
20



## Detectores de proximidad con contacto

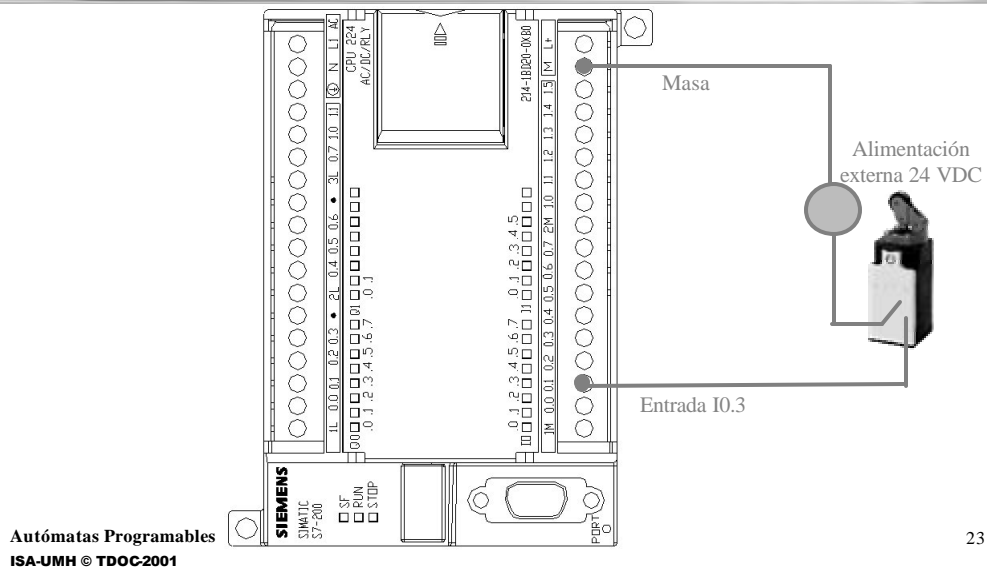


## Detectores de proximidad con contacto





## Detectores de proximidad con contacto



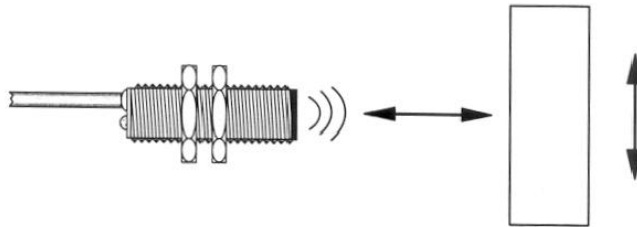
## Conexión de sensores

# Sensores de proximidad sin contacto



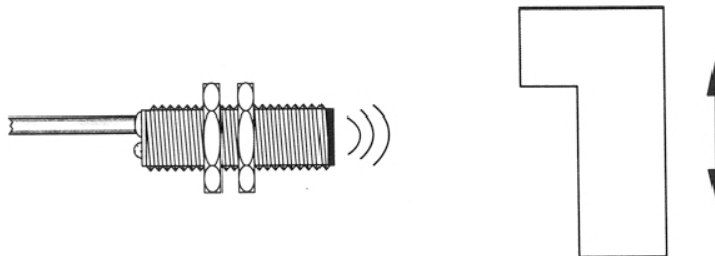
## Detectores sin contacto

- Aplicaciones
  - Detección sin contacto
    - Detectar si hay un objeto en una determinada posición



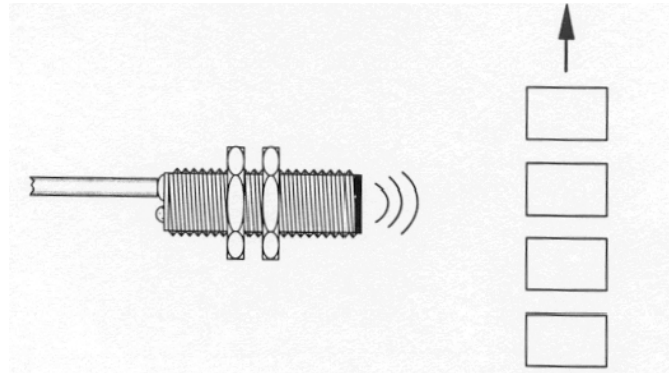
## Detectores sin contacto

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



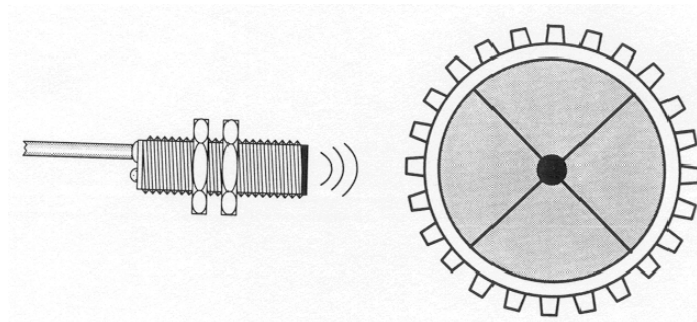
## Detectores sin contacto

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



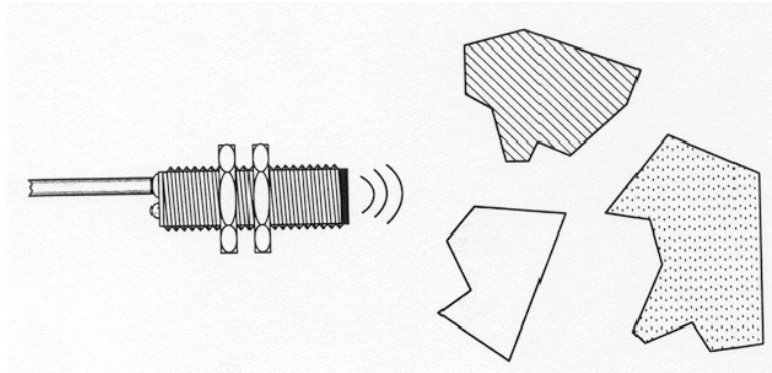
## Detectores sin contacto

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



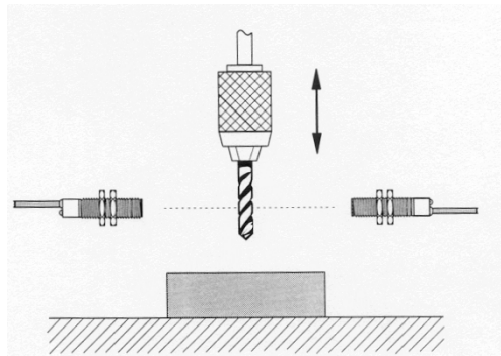
## Detectores sin contacto

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



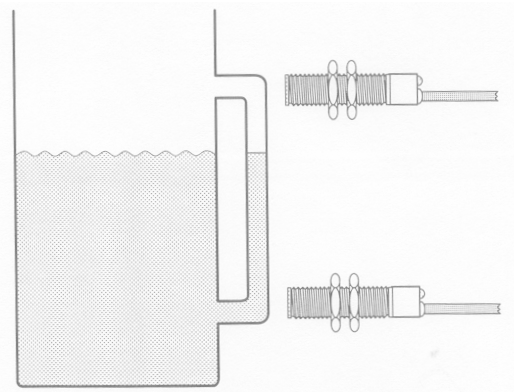
## Detectores sin contacto

- Supervisión de herramientas
  - Verificación de rotura de una broca



## Detectores sin contacto

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

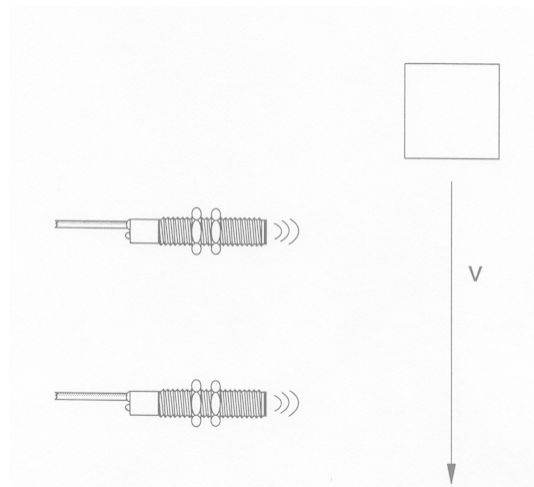


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

31

## Detectores sin contacto

- Medición de velocidad

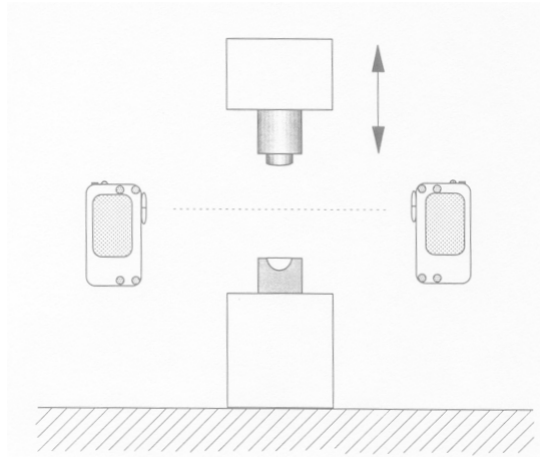


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

32

## Detectores sin contacto

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

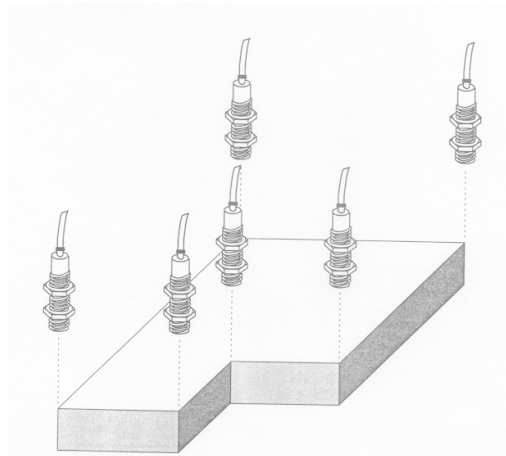


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

33

## Detectores sin contacto

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



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

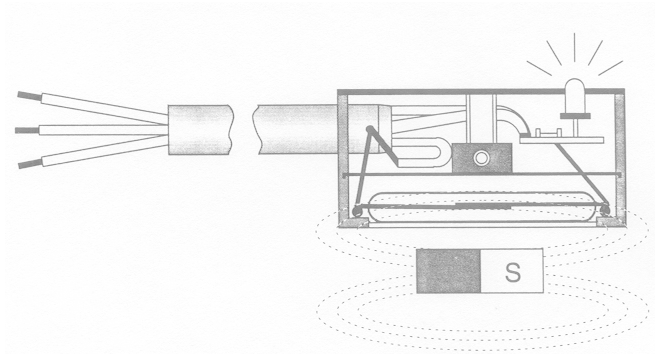
34

## Conexión de sensores

# Sensores magnéticos (Reed)

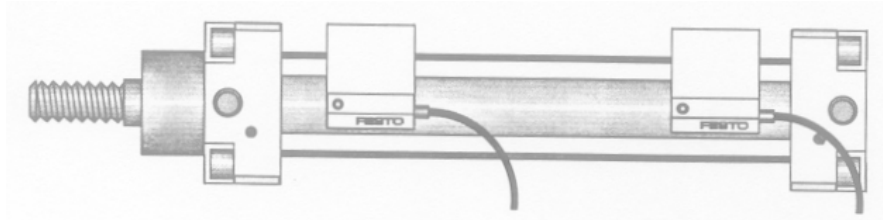
## Sensores magnéticos (Reed)

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



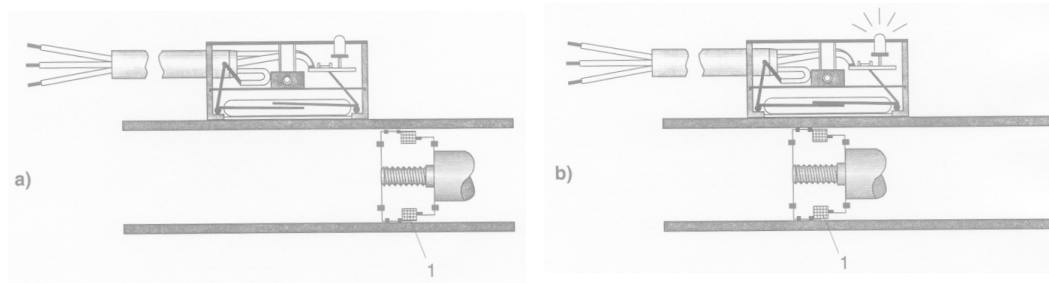
## Sensores magnéticos (Reed)

- Ejemplos de aplicación
  - Detectores de posición de cilindros



## Sensores magnéticos (Reed)

- Detectores de posición de un cilindro



## Conexión de sensores

# Detectores inductivos

## Detectores inductivos

### ■ Detectores Inductivos.



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

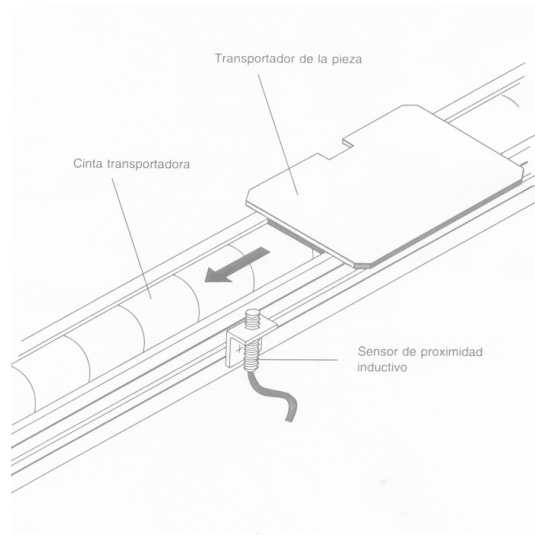
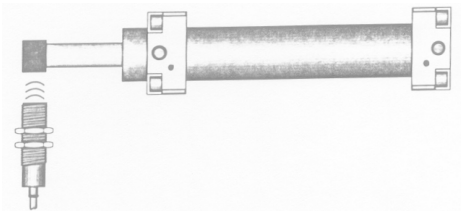






## Detectores inductivos

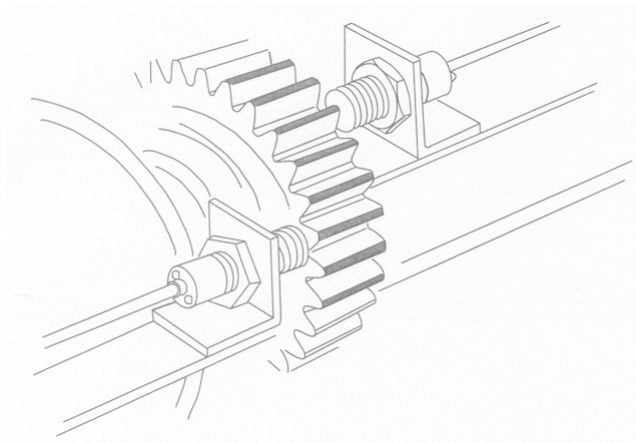
- Detectores inductivos
  - Aplicaciones



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

## Detectores inductivos

- Aplicaciones
  - Velocidad y sentido de rotación



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

44

# Detectores capacitivos

## Detectores capacitivos

- Detectores Capacitivos
  - Materiales metálicos o no en el rango de distancias que va desde 1mm a unos 30 mm.
  - pero su sensibilidad se ve muy afectada por el tipo de material y por el grado de humedad ambiental y del cuerpo a detectar.
  - Las aplicaciones típicas son, la detección de materiales no metálicos como vidrio, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc.





## Detectores capacitivos

- Detectores capacitivos
  - Observaciones sobre la aplicación
    - Sensibilidad respecto a la humedad elevada
    - Detectar objetos a través de una pared no metálica. Pared inferior a 4 mm y constante dieléctrica del material por lo menos 4 veces el de la pared.
    - Por coste, detección de metales con inductivos y no capacitivos.
    - Objetos no metálicos, también posible utilizar ópticos

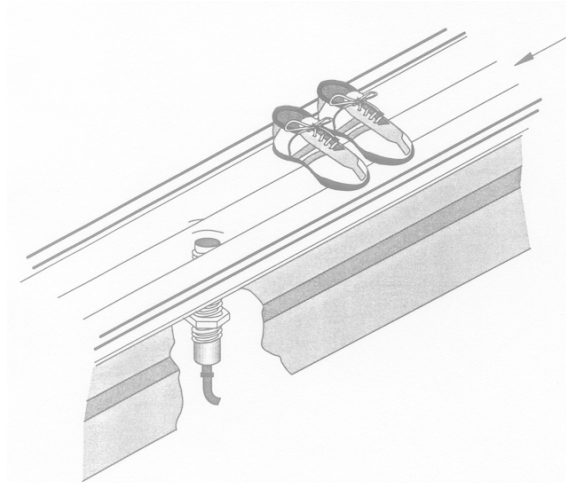


## Detectores capacitivos

- Detectores capacitivos
  - Observaciones sobre la aplicación
    - Sensibilidad respecto a la humedad elevada
    - Detectar objetos a través de una pared no metálica. Pared inferior a 4 mm y constante dieléctrica del material por lo menos 4 veces el de la pared.
    - Por coste, detección de metales con inductivos y no capacitivos.
    - Objetos no metálicos, también posible utilizar ópticos
    - Detección de objetos mate y negros
      - Objetos de goma, cuero, plástico y otros materiales difíciles de detectar por sensores ópticos y los ultrasónicos muy caros. CAPACITIVOS

## Detectores capacitivos

- Aplicaciones
  - Detección de suelas de goma negras

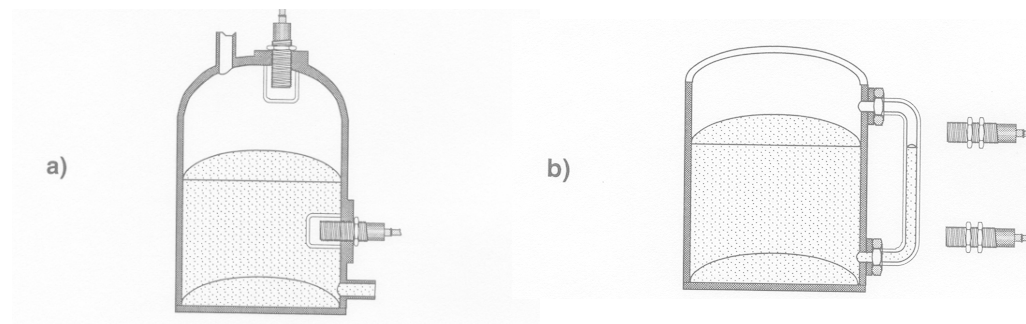


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

49

## Detectores capacitivos

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

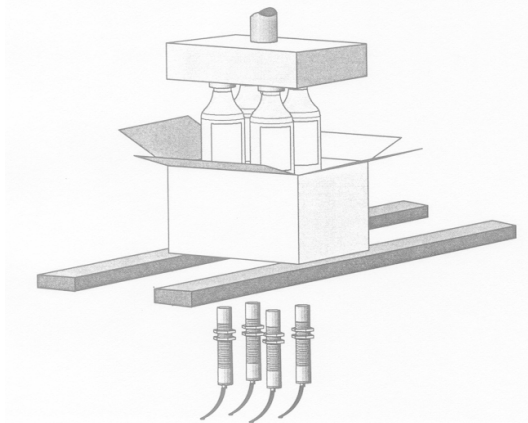


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

50

## Detectores capacitivos

- Aplicaciones
  - Verificación del contenido de paquetes
    - Comprobación del contenido de una caja a través del cartón

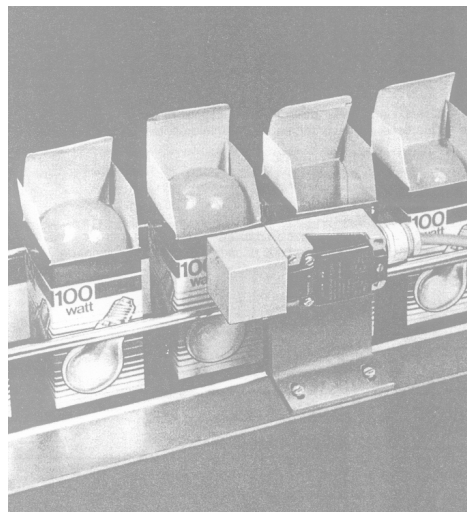


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

51

## Detectores capacitivos

- Aplicaciones



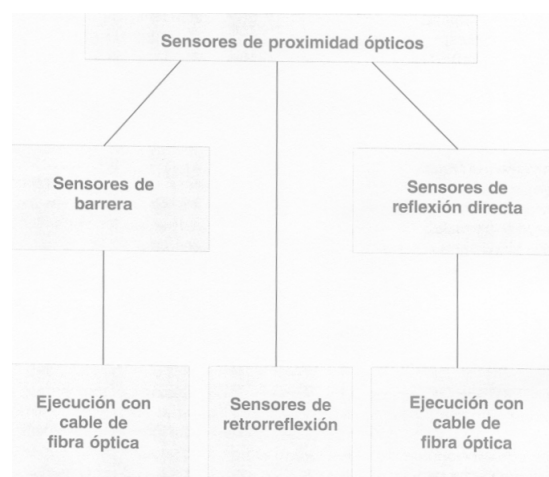
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

52

# Detectores ópticos

## Detectores ópticos

- Sensores de proximidad ópticos
  - Luz roja o infraroja (roja visible) → cable de fibra óptica



## Detectores ópticos

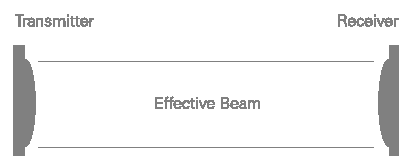
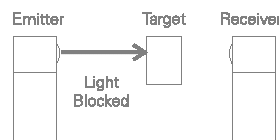
- Margen de funcionamiento de los sensores de proximidad ópticos
  - Contaminación polvo, virutas, etc. → Interferencias en los sensores y mal funcionamiento
    - Ensuciamiento de las lentes de la óptica del sensor
    - De los reflectores.
    - Contaminación del rayo de luz
    - Reflexión directa.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

## Detectores ópticos

### ■ Barreras fotoeléctricas directas



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



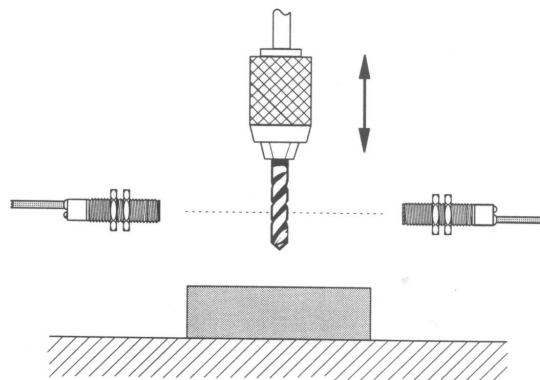


## Detectores ópticos

- Ventajas del sensor de barrera
  - Incremento de la fiabilidad debido a la presencia permanente de luz durante el estado de reposo
  - Amplio alcance
  - Pueden detectarse pequeños objetos incluso a largas distancias
  - Adecuado para ambientes agresivos
  - Buena precisión de posicionado.
- Desventajas
  - Dos elementos separados(emisor-receptor) conexiones independientes
  - No para objetos completamente transparentes (podría ajustarse)
  - Un fallo en el emisor es evaluado como objeto presente (importante en aplicaciones para prevención de accidentes)

## Detectores ópticos

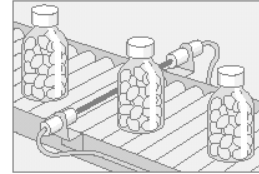
- Aplicaciones
  - Rotura de una broca



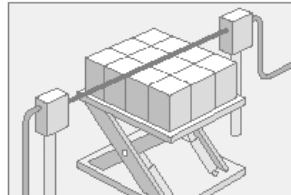
## Detectores ópticos

### ■ Aplicaciones

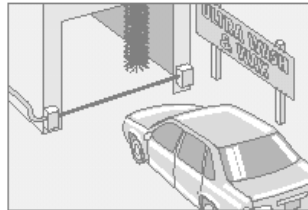
- Verificando objetos en envases transparentes



- Altura



- Lavado de coches



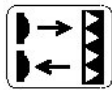
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

59

## Detectores ópticos

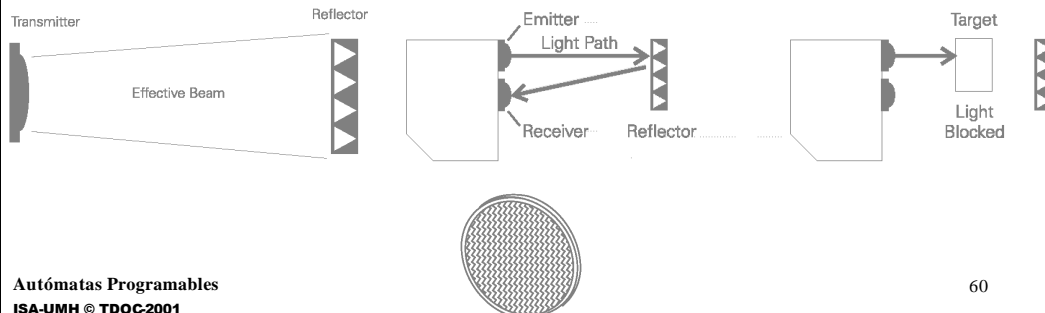
- Barreras fotoeléctricas por reflexión

- Alcance mayor que los de reflexión directa



- Cortina fotoeléctrica (barrera fotoeléctrica por reflexión de 7 haces)

- Todos los emisores de este Opto BERO especial están dirigidos hacia un reflector que refleja la luz a siete receptores del BERO. La salida lógica se conecta cuando se interrumpe uno de los haces de luz. Se pueden cubrir completamente un margen de 42 cm.



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

60

## Detectores ópticos

### ■ Ventajas

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

### ■ Inconvenientes

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

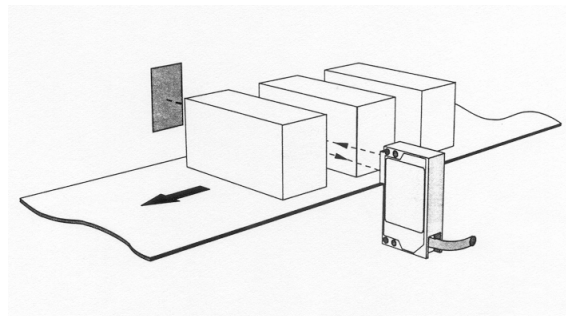
### ■ Notas

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

## Detectores ópticos

### ■ Aplicaciones

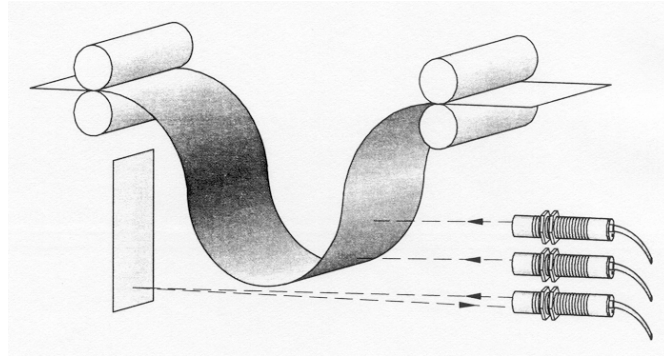
- Presencia y conteo de objetos



- Ventaja
- Sólo se necesita un reflector pasivo, frente a las barreras 2 activos cableado

## Detectores ópticos

- Aplicaciones
  - Control de un bucle compensador
  - Reflector una lámina o tres individuales

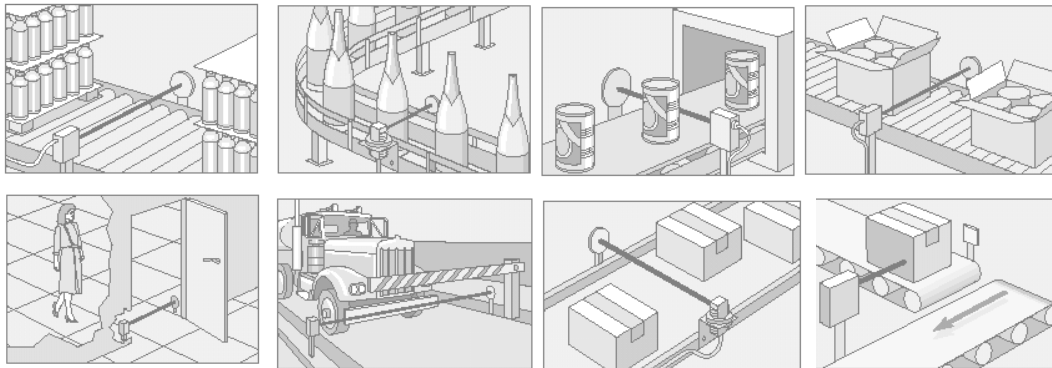


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

63

## Detectores ópticos

- Aplicaciones
  - Flujo de palets, contando botellas, botes, cajas; detectar personas, parking

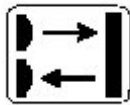


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

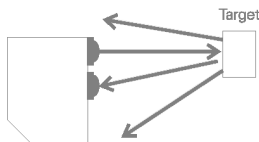
64

## Detectores ópticos

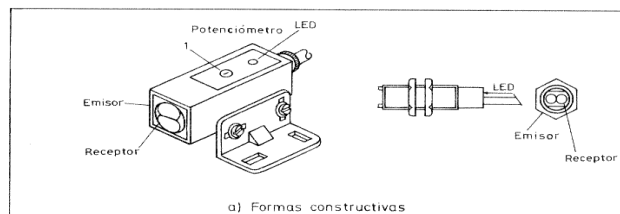
### ■ Emisores-captadores de luz por reflexión



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



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001



65

## Detectores ópticos

### ■ Ventajas

- Propio objeto hace de reflector
- El objeto puede ser reflectante, especular o transparente y hasta traslúcido → refleje suficiente
- Permiten detectar en posición frontal (a diferencia de barrera lateral)
- Dependiendo del ajuste del sensor los objetos pueden detectarse selectivamente frente a un fondo

### ■ Inconveniente

- La respuesta del sensor no es lineal. Luego no son tan adecuados como los de barrera para una elevada precisión de respuesta lateral

### ■ Notas

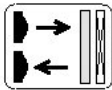
- El fondo en ausencia de objeto no se debe detectar
- Fallo emisor no objeto

Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

66

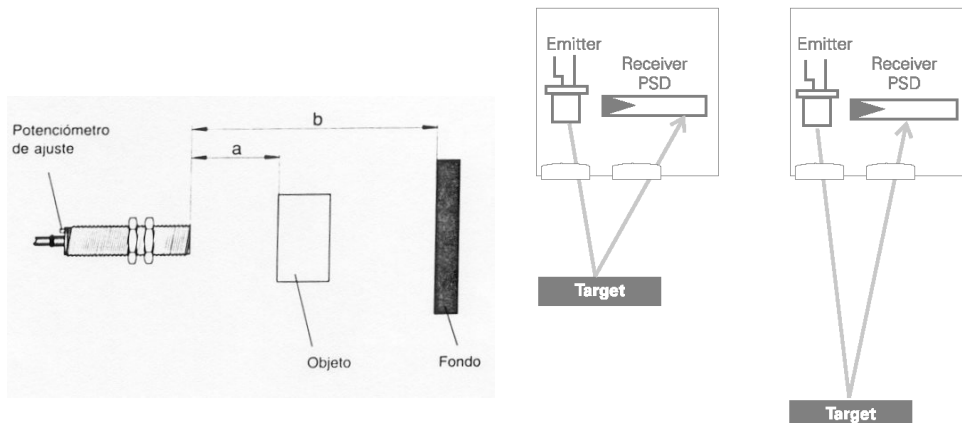
## Detectores ópticos

- Objetos con baja reflexión
  - Plásticos negro mate, goma negra, materiales oscuros con superficies rugosas, tejidos oscuros, acero pulido,...
  - No reaccionan o sólo lo hacen a distancias muy cortas
  - Soluciones alternativas
    - Barrera o retroreflexión para acercamiento lateral
    - Capacitivos o ultrasónicos para aproximación frontal
- Influencia del fondo en el ajuste de la sensibilidad
  - Si no hay clara diferencia entre el objeto y el fondo
  - Emisores-captadores de luz por reflexión con borrado de fondo
    - Pueden detectar objetos hasta una distancia de reflexión determinada. Todo lo que queda de fondo se borra.
    - El nivel del foco se puede modificar



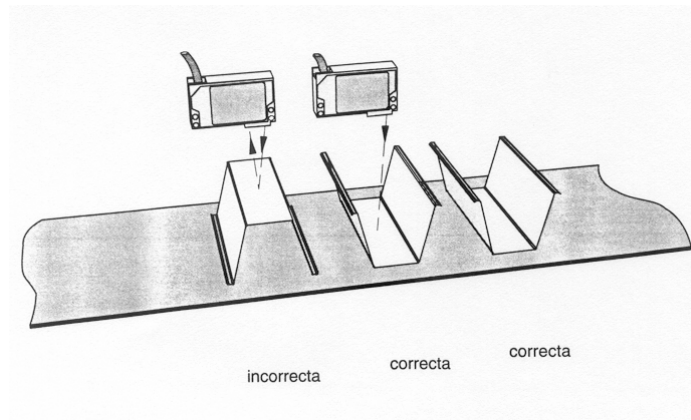
## Detectores ópticos

- Borrado de fondo. Sensor de posición



## Detectores ópticos

- Aplicaciones
  - Verificación de la posición de una pieza

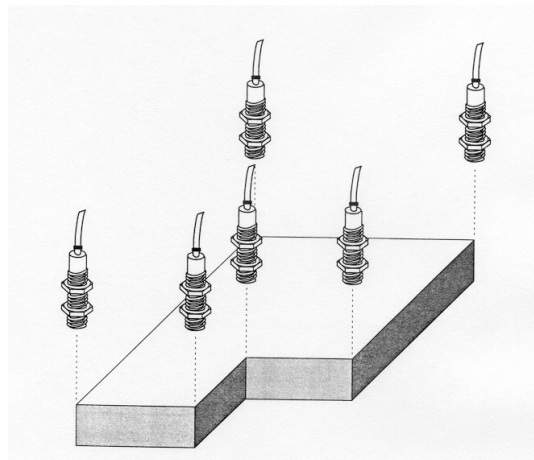


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

69

## Detectores ópticos

- Aplicaciones
  - Control de forma y posición

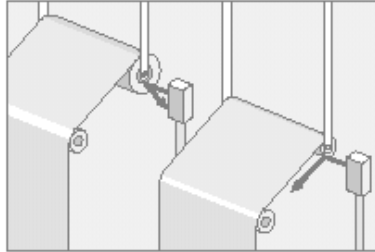


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

70

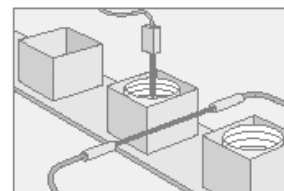
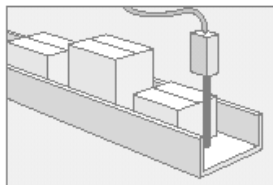
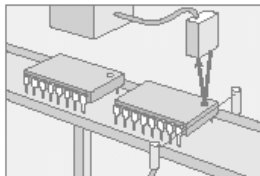
## Detectores ópticos

- Aplicaciones
  - Final del rollo de material



## Detectores ópticos

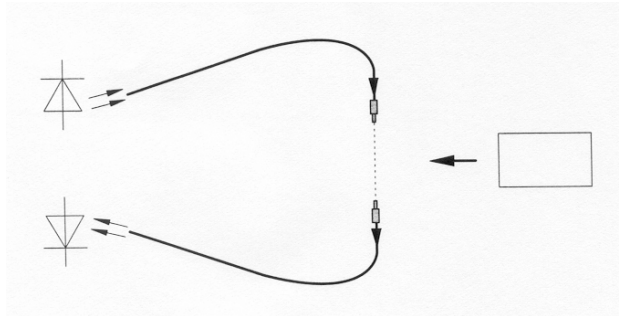
- Aplicaciones
  - Determinar la orientación de un CI, detectar cajas de distinta altura,





## Detectores ópticos

- Sensores de proximidad con captadores para fibra óptica se utilizan cuando:
  - los dispositivos convencionales ocupan demasiado espacio.
  - En áreas con riesgo de explosión
  - Permiten detectar con precisión la posición de pequeños objetos



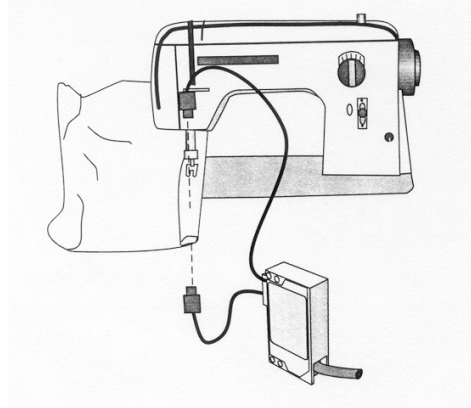
## Detectores ópticos

- Ventajas de sensores ópticos adaptados con fibras
  - Detección de objetos en áreas de acceso restringido, por ejemplo, a través de agujeros
  - Posibilidad de instalación a distancia del cuerpo sensor (lugares peligrosos: calor, agua, radiaciones, riesgo de explosión,...)
  - Detección precisa de pequeños objetos
  - Los elementos detectores pueden desplazarse

## Detectores ópticos

### ■ Aplicaciones

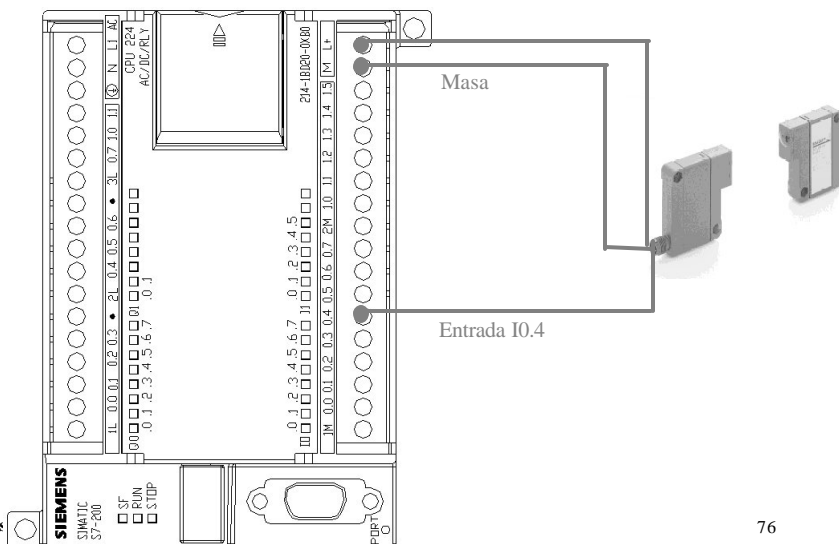
- Sensor de barrera con fibra óptica. Distinción entre una o dos capas de tejido



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

75

## Detectores ópticos



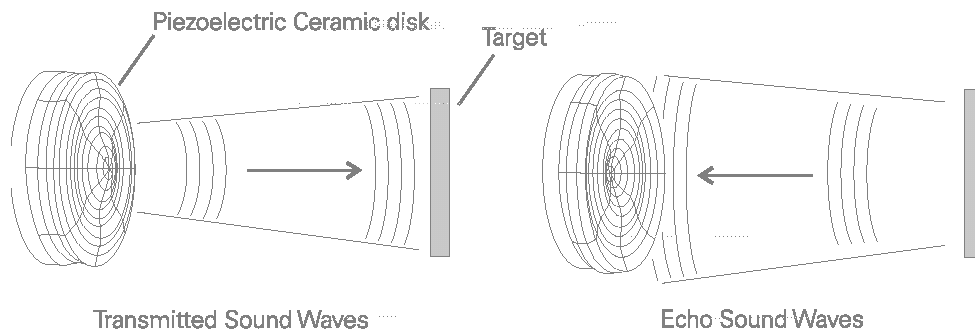
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

76

# Detectores ultrasónicos

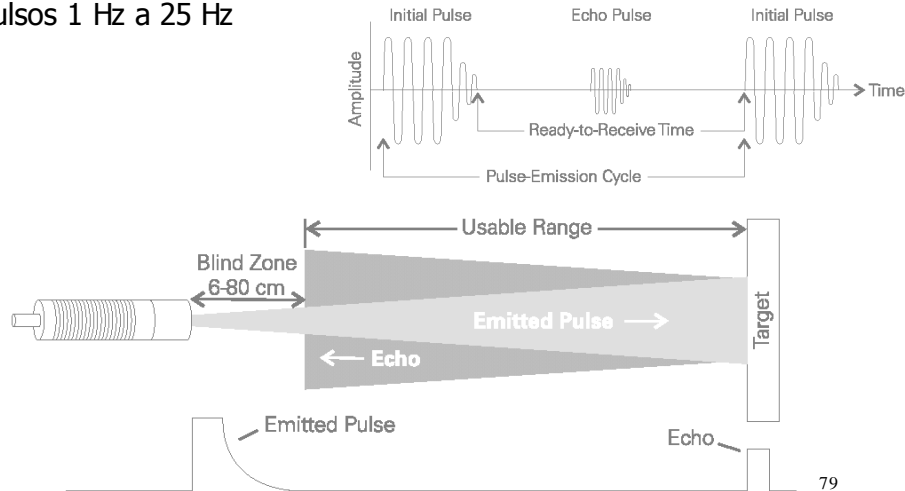
## Detectores ultrasónicos

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



## Detectores ultrasónicos

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



Autómatas Prog  
ISA-UMH © TDOC----

79

## Detectores ultrasónicos

### ■ Ventajas:

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

### ■ Desventajas

- Objetos con superficies inclinadas, el sonido se desvía.
- Reaccionan con relativa lentitud. Frecuencia de conmutación máxima entre 1 y 125 Hz
- Más caros que los ópticos prácticamente el doble

Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC2001

80

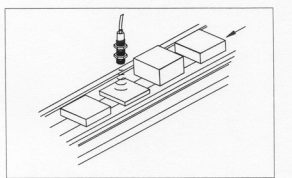
## Detectores ultrasónicos

- Efecto del tipo de objeto
  - Los materiales que absorben el sonido tales como telas gruesas, lana, algodón, gomaespuma, lana de roca. → barreras ultrasónicas
  - Objetos reflectantes, transparentes o intensamente negros que no podrían con ópticos
  - Láminas finas de material transparente de 0.1 mm se pueden detectar
- Posición del objeto
  - Dibujos próxima transparencia

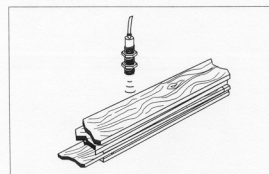
## Detectores ultrasónicos

### ■ Aplicaciones

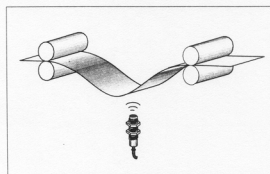
b) Clasificación según diferentes alturas



c) Detección de grueso en lotes



a) Control de un bucle entre rodillos de alimentación

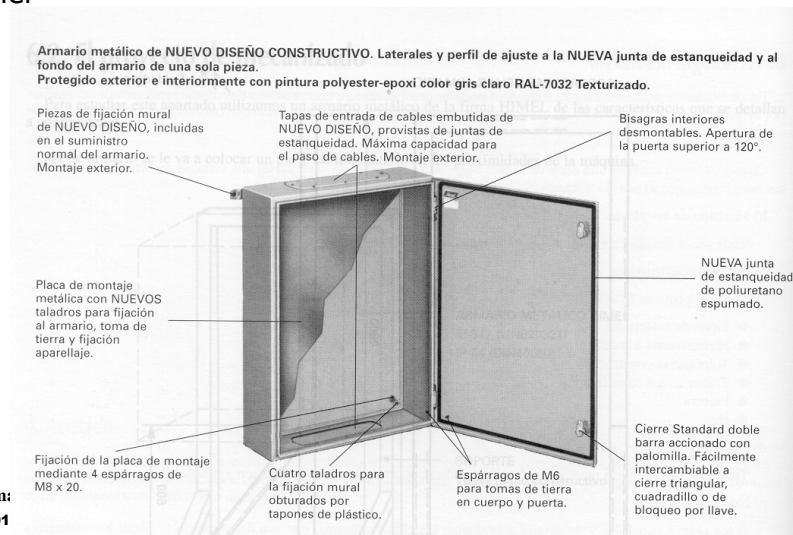


## Conexión de sensores

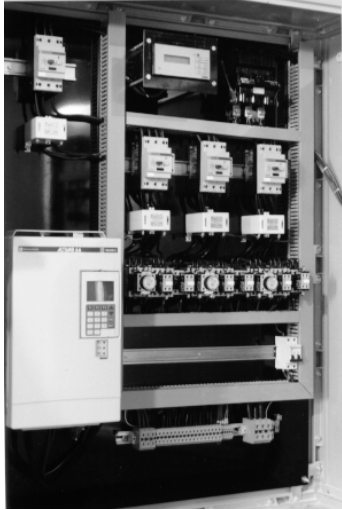
# Cuadros eléctricos

## Cuadros eléctricos

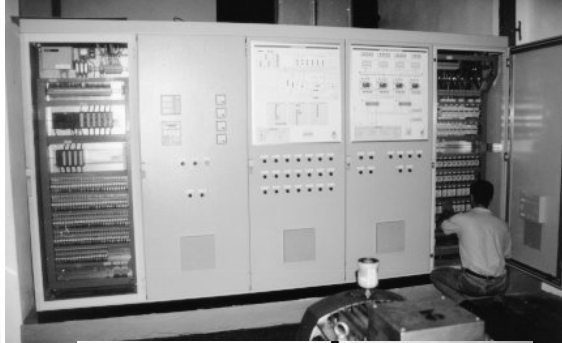
### ■ Himel



## Cuadros eléctricos



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001



85

## Cuadros eléctricos

### ■ Canaletas

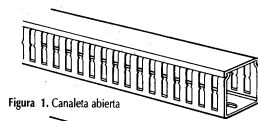


Figura 1. Canaleta abierta

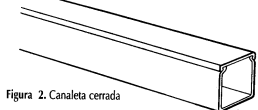


Figura 2. Canaleta cerrada

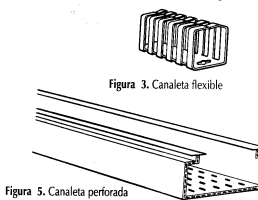


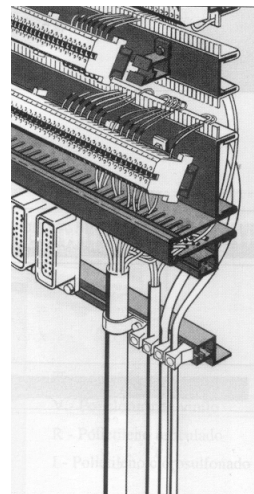
Figura 3. Canaleta flexible



Figura 4. Espiral para recoger hilos.



Figura 5. Canaleta perforada

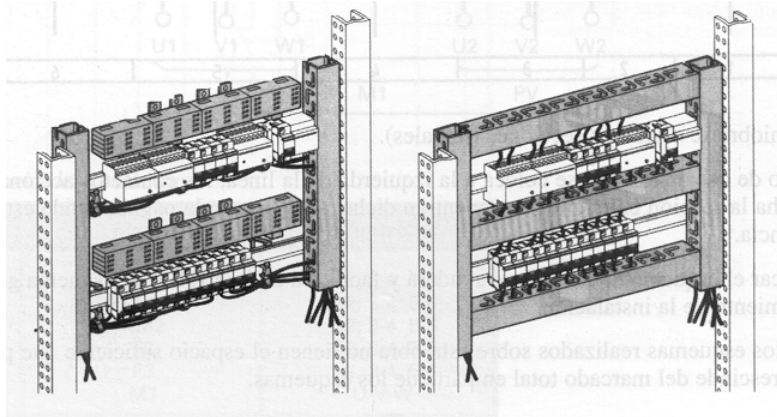


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

86

## Cuadros eléctricos

### ■ Canalizaciones

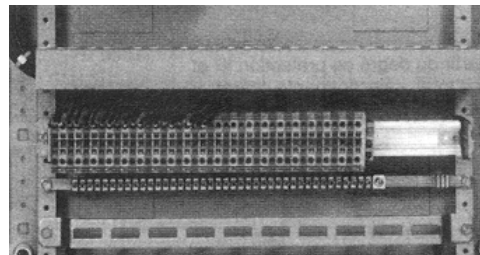
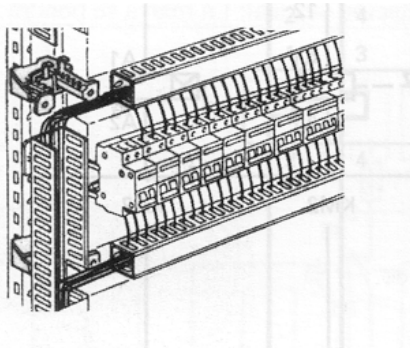


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

87

## Cuadros eléctricos

### ■ Canalizaciones



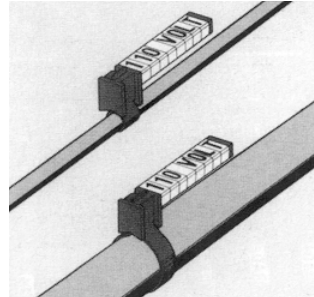
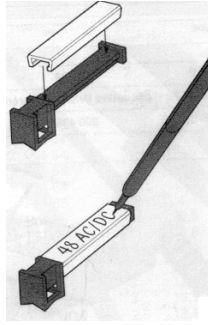
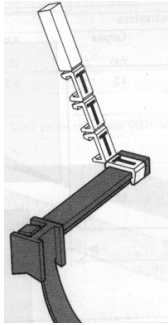
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

88



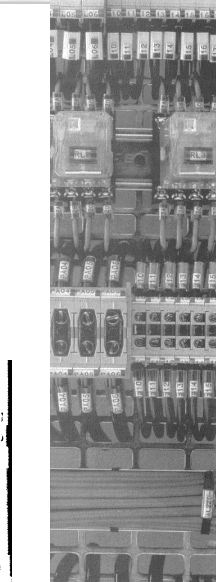
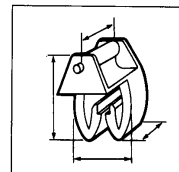
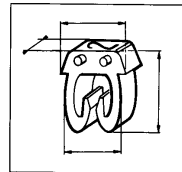
## Cuadros eléctricos

- Para indentificación de aparatos y conductores



Etiqueta

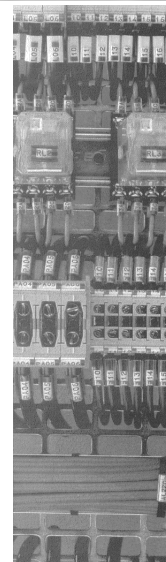
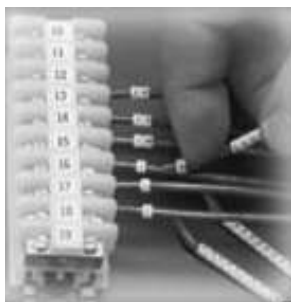
Portaetiqueta



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

## Cuadros eléctricos

- Imágenes de diferentes marcados



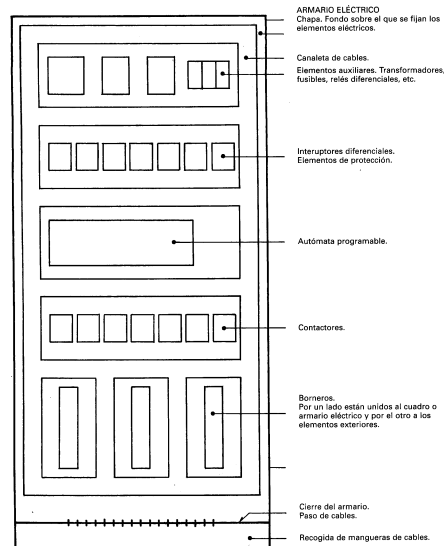
Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

90



## Cuadros eléctricos

### ■ Armario

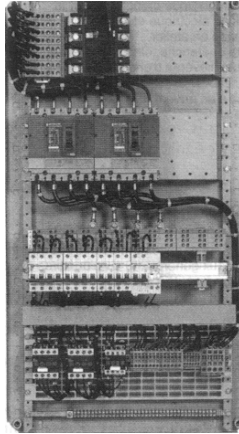


## Cuadros eléctricos

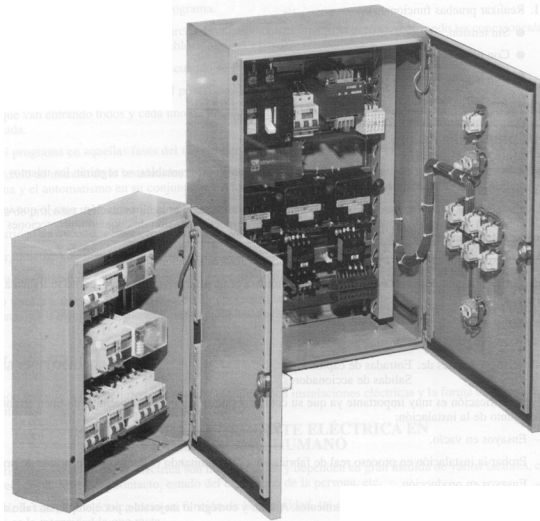
- Consideraciones técnicas de montaje e instalación para evitar las perturbaciones electromagnéticas
  - Una perturbación electromagnética es una deformación de la señal enviada por un captador (sensor, final de carrera,...) hacia un aparato de lógica programada. PROVOCANDO UNA ACCIÓN NO DESEADA
  - Fuentes de perturbaciones electromagnéticas: Los motores eléctricos, alumbrado fluorescente, variadores electrónicos, rectificadores, equipos informáticos,...
  - El diseño del armario que evite las perturbaciones.
- Precauciones
  - Todas las partes metálicas de la instalación y el cuadro interconectadas. Masa de referencia
  - Separar cables de potencia de los cables de mando
  - Los elementos de control separados de los elementos de potencia. Si el cuadro es muy grande (cuadro de potencia y cuadro de control)

## Cuadros eléctricos

### ■ Ejemplos



**Autómatas Programables**  
**ISA-UMH © TDOC-2001**



93

## Cuadros eléctricos

### ■ Cuadro eléctrico (elementos de potencia)

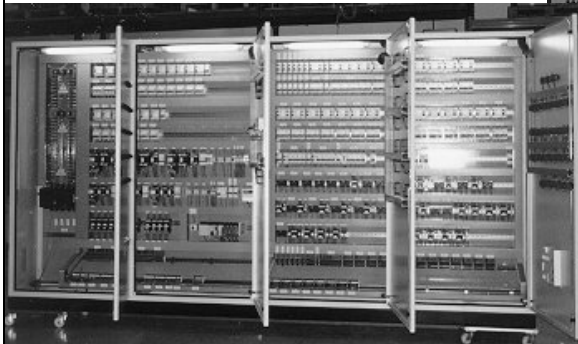


**Autómatas Programables**  
**ISA-UMH © TDOC-2001**

94

## Cuadros eléctricos

### ■ Cuadro de potencia y de control

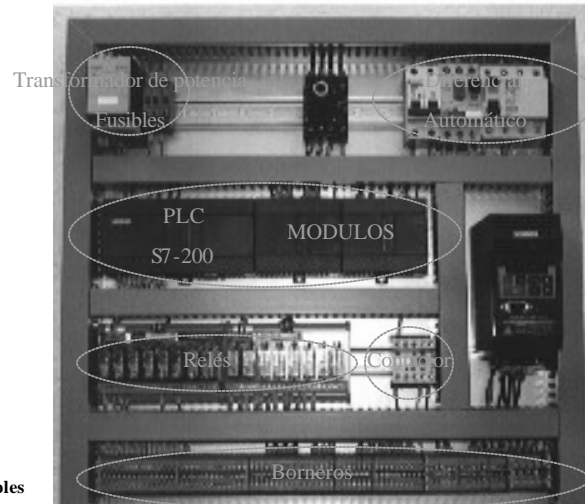


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

95

## Cuadros eléctricos

### ■ Cuadro de control

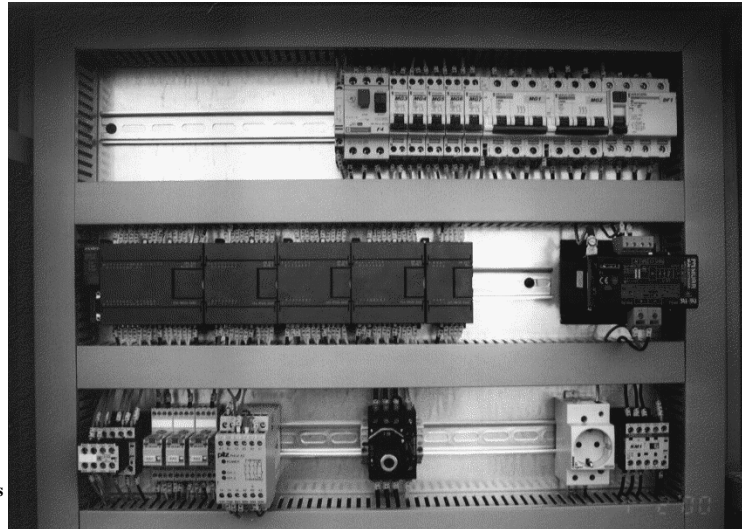


Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

96

## Cuadros eléctricos

- Cuadro de control



Autómatas Programables  
ISA-UMH © TDOC-2001

97