

# Apuntes de Diseño de Instalación Eléctrica

*Universidad Politécnica de Valencia*  
*Escuela Politécnica Superior de Alcoy*  
*Departamento de Ingeniería Eléctrica*

Autores:

José Manuel Díez Aznar

Pedro Ángel Blasco Espinosa

# Índice

## **Bloque 1: Introducción a los automatismos**

### **Tema 1:** Generalidades.

- 1.1. Concepto.
- 1.2. Estructura general de un automatismo.
- 1.3. Tecnologías de implementación.
- 1.4. Tipos de automatismos.

### **Tema 2:** Componentes.

- 2.1. Tipos de señales.
- 2.2. Elementos de protección.
- 2.3. Elementos de mando y maniobra.
- 2.4. Elementos de control.

### **Tema 3:** Normas de representación de automatismos.

- 3.1. Esquema de potencia y esquema de mando.
- 3.2. Clasificación de esquemas.
- 3.3. Normas de representación.

## **Bloque 2: Diseño de automatismos cableados**

### **Tema 4:** Generalidades.

- 4.1. Elemento accionado y su codificación.
- 4.2. Expresiones lógicas. Álgebra de Boole.

### **Tema 5:** Automatismos sin memoria.

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Símbolo representativo. Monodo.
- 5.3. Ecuación de accionamiento.
- 5.4. Representación de esquema de mando.

### **Tema 6:** Automatismos con memoria.

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Símbolo representativo. Binodo.

6.3. Ecuación de accionamiento.

6.4. Diagrama de funcionamiento.4.3.- Accesorios y aparatos genéricos.

### **Bloque 3: Diseño de automatismos programados**

**Tema 7:** Generalidades.

7.1. Introducción.

7.2. Ecuación de accionamiento y ecuación de voltios.

7.3. Procedimiento general de diseño.

**Tema 8:** El autómatas LOGO.

8.1. Introducción.

8.2. Cableado y direccionamiento.

8.3. Programación de un LOGO.

***Bloque I: Introducción a los automatismos***

## **TEMA 1: Generalidades**

**1.1. Concepto.**

**1.2. Estructura general de un automatismo.**

**1.3. Tecnologías de implementación.**

**1.4. Tipos de automatismos.**

### **1.1. Concepto**

---

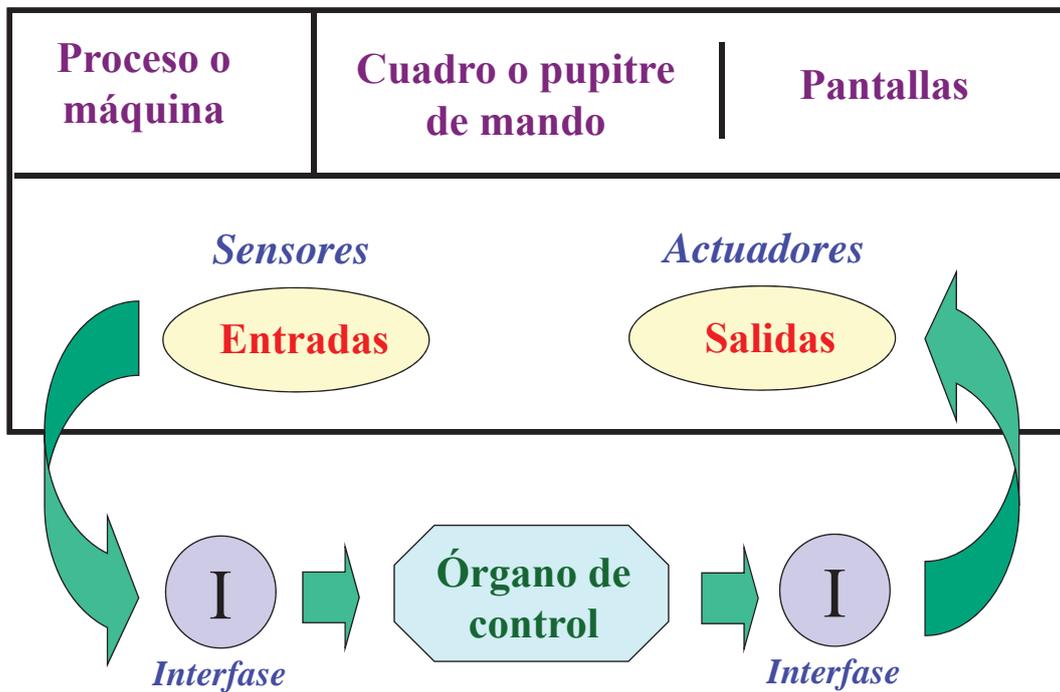
#### **✚ ¿Qué se entiende por automatismo?.**

*Toda máquina o conjunto de máquinas, que evolucionan respetando unas condiciones de funcionamiento prefijadas, con la mínima intervención humana posible.*

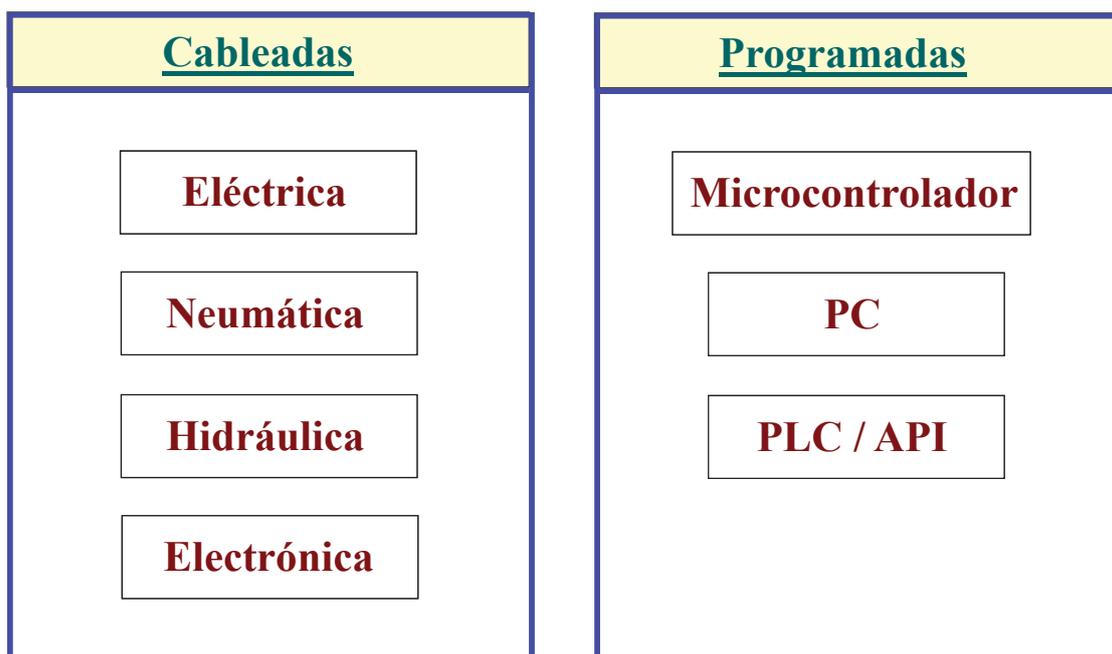
#### **✚ ¿Por qué es necesario automatizar?.**

- 1) Encargarse de trabajos repetitivos, peligrosos y penosos.*
- 2) Controlar la seguridad del personal e instalaciones.*
- 3) Incrementar la producción y productividad.*
- 4) Disminuir el consumo de materia y energía.*

## 1.2. Estructura general



## 1.3. Tecnologías de implementación



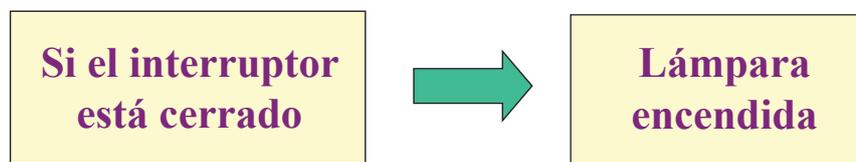
## 1.4. Tipos de automatismos

---

### + Según la combinación de sus entradas

#### Sin memoria (Combinacional)

- 1) *Si se cumplen las condiciones que hacen que una salida esté activada, ésta lo estará.*
- 2) *Cuando no se cumplan estará desactivada.*

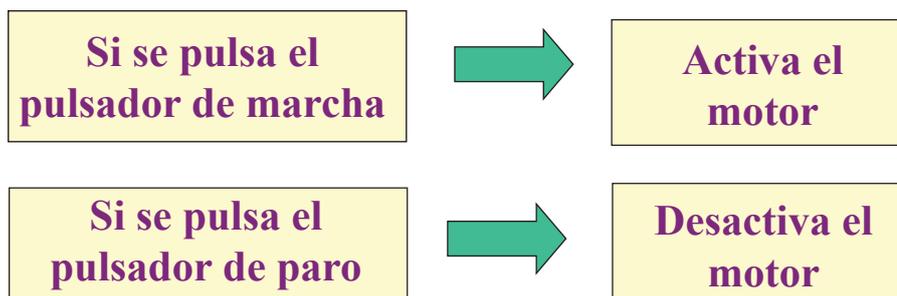


## 1.4. Tipos de automatismos

---

#### Con memoria (Secuencial)

- 1) *Si se cumplen las condiciones que hacen que una salida se active, ésta se activará, y permanecerá activada aunque desaparezca la condición.*
- 2) *Cuando se cumplen las condiciones de desactivación, se desactivará.*



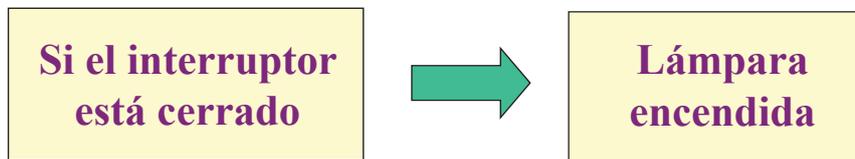
## 1.4. Tipos de automatismos

---

### + Según el momento de actuación de las señales

#### Asíncronos

*Son aquellos donde los cambios de las variables de entrada actúan en el mismo instante en el que se producen.*

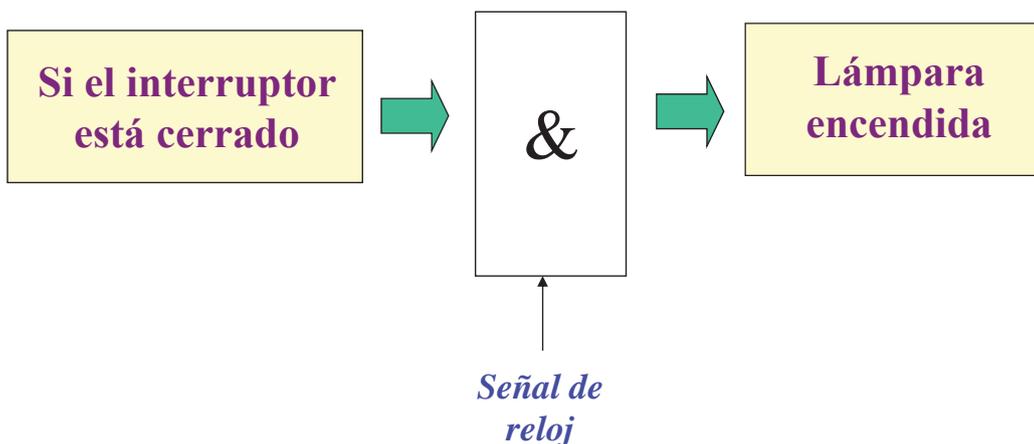


## 1.4. Tipos de automatismos

---

#### Síncronos

*Los cambios se tienen en cuenta en función de una señal de reloj.*



*Bloque I: Introducción a los automatismos*

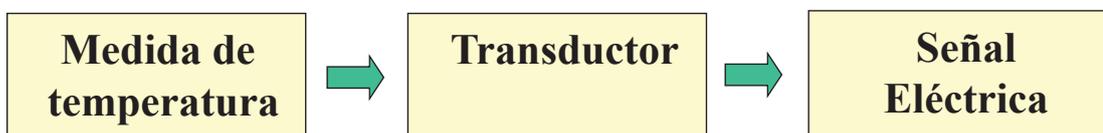
## TEMA 2: Componentes

- 2.1. Tipos de señales.
- 2.2. Elementos de protección.
- 2.3. Elementos de mando y maniobra.
- 2.4. Elementos de control.

### 2.1. Tipos de señales

---

Toda información procesada por un automatismo debe ser de naturaleza eléctrica.



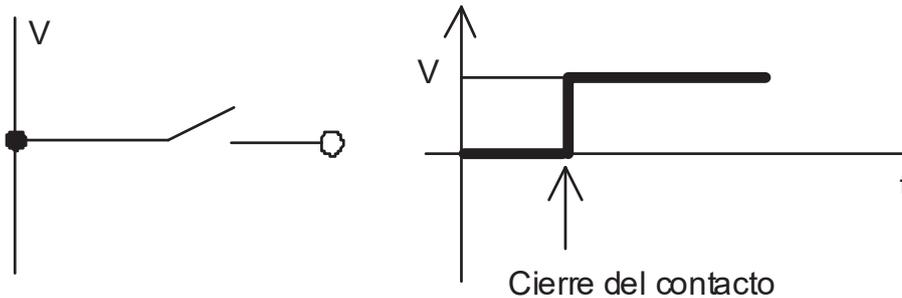
Las señales eléctricas tratadas pueden ser:

- 1) Todo o nada.
- 2) Analógicas.
- 3) Numéricas.

## 2.1.1. Señales “Todo o nada”

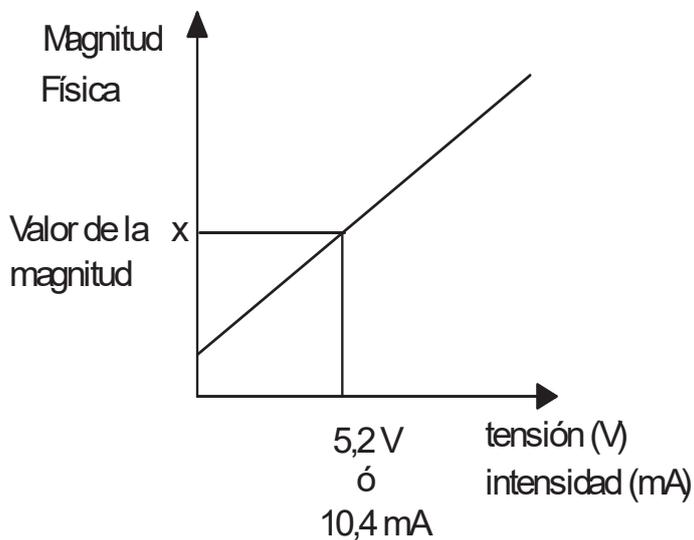
Son señales que sólo pueden adoptar dos valores: hay señal (V) o no hay señal (0).

Generalmente son a base de contactos.



## 2.1.2. Señales “Analógicas”

Representan funciones continuas donde la evolución de la magnitud tiene su evolución eléctrica.



### Señales de Tensión.

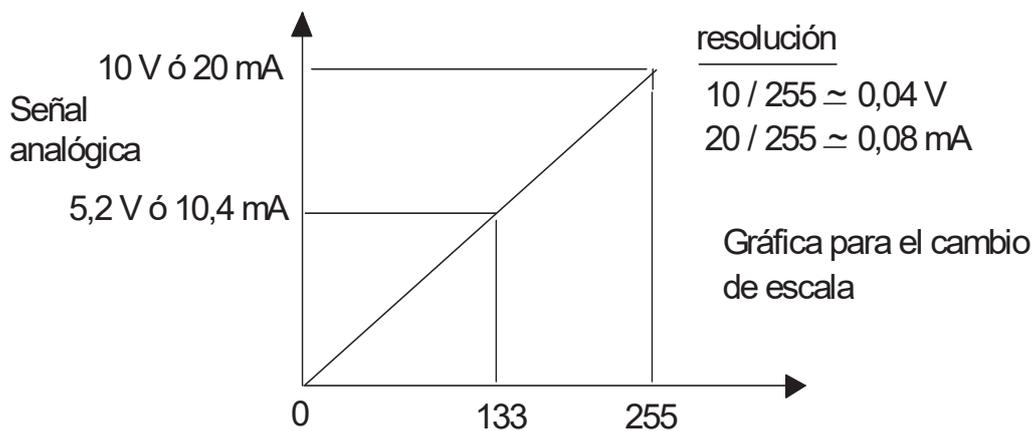
- 0 a 10V
- 0 a 5V
- 1 a 5V
- -10 a +10V

### Señales de Intensidad.

- 4 a 20mA

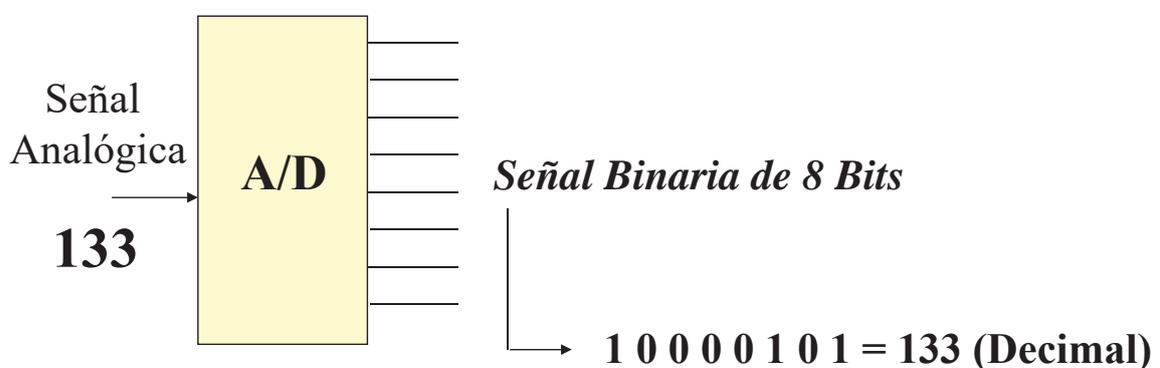
## 2.1.2. Señales “Numéricas”

Corresponde a una evolución discreta. Se parte de una señal analógica y se trocea en partes (depende de la resolución), utilizando un conversor (Analógico/Digital) A/D .



## 2.1.2. Señales “Numéricas”

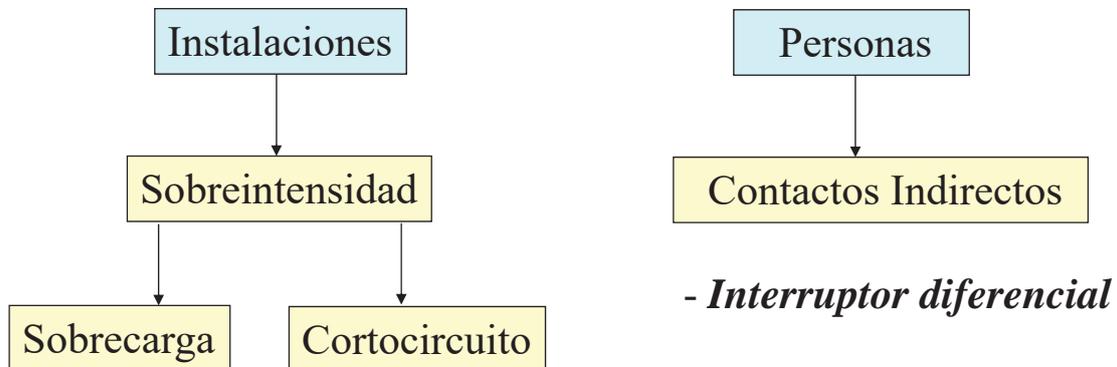
Funcionamiento del conversor A/D.



## 2.2. Elementos de protección

---

*¿Qué es necesario proteger?*



- *Fusible*
- *Relé térmico*
- *Interruptor magnetotérmico.*
- *Guardamotor*

- *Interruptor diferencial*

***NOTA: En Instalaciones Eléctricas de BT se explicarán estos dispositivos***

## 2.3. Elementos de mando y maniobra

---

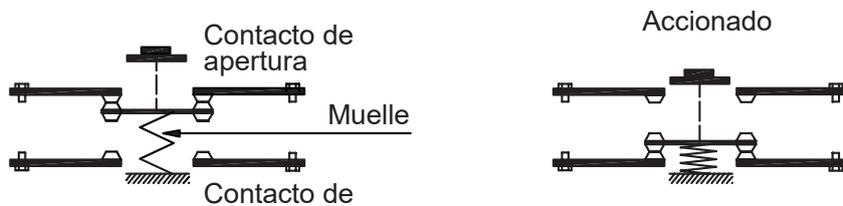
*Son elementos o componentes que se utilizan para realizar el mando y la maniobra de un automatismo.*

*A continuación se desarrollan los más utilizados en el diseño de automatismos electromecánicos.*

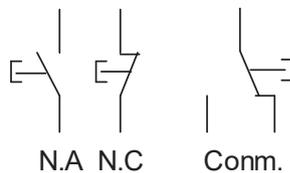
- ✚ **Pulsadores.**
- ✚ **Interruptores o selectores**
- ✚ **Relés y contactores.**
- ✚ **Temporizadores**

## 2.3.1. Pulsador

- ✦ Elemento que al presionar sobre él modifica el estado de unos contactos y al dejar de presionar los contactos vuelven a su estado inicial debido a un resorte.

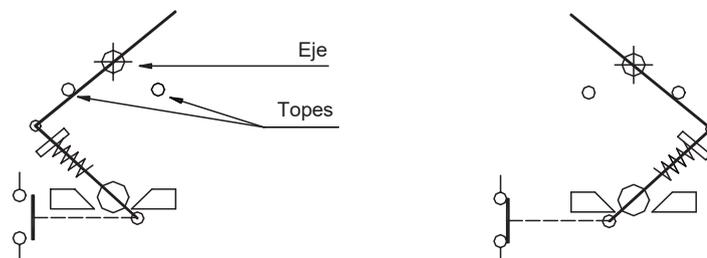


### ✦ Simbología de contactos

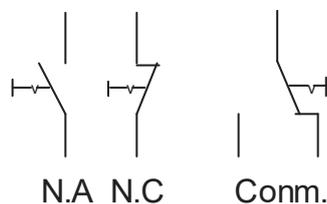


## 2.3.2. Interruptor o selector

- ✦ Elemento que al actuar sobre él modifica el estado de unos contactos y es necesario actuar de nuevo para que los contactos vuelven a su estado inicial.



### ✦ Simbología de contactos

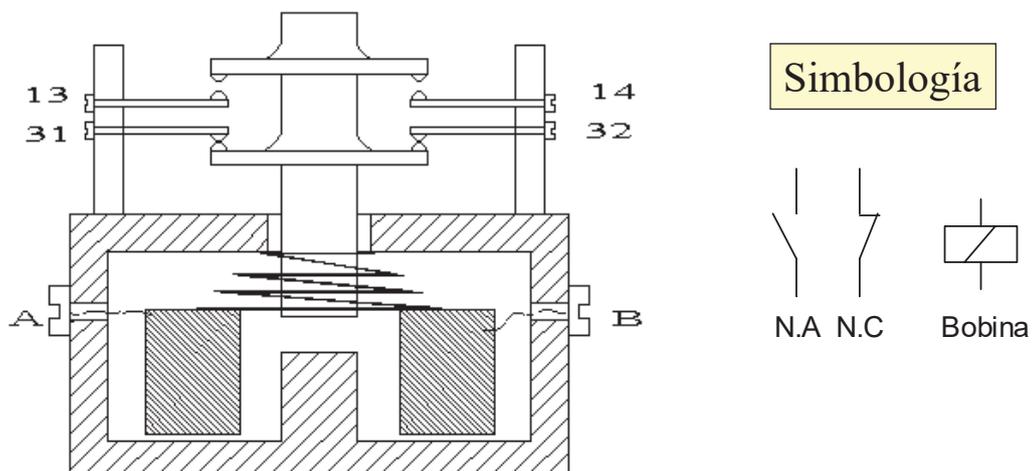


## 2.3.2. Tipos de accionadores

	Accionador manual, símbolo general		Mando de palanca
	Accionador manual protegido		Mando de llave
	Mando de tirador		Mando de manivela
	Mando rotatorio		Mando de corredera o roldana
	Mando de pulsador		Mando de leva
	Mando por efecto de proximidad		Mando térmico para protección
	Mando por contacto		Mando por motor eléctrico
	Accionamiento de emergencia tipo "seta"		Mando por reloj eléctrico
	Mando de volante		Accionamiento por el nivel de un fluido
	Mando de pedal		

## 2.3.3. Relés y contactores

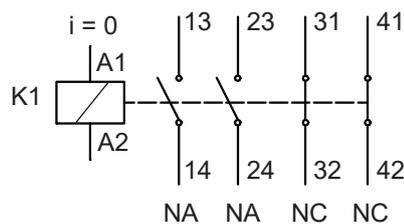
✚ Principio general de funcionamiento.



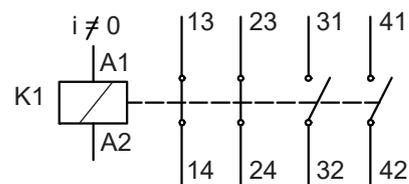
## 2.3.3. Relés y contactores

### Relé auxiliar

Es un interface que consta de una bobina y contactos N.A y N.C. Los contactos suelen soportar pequeñas intensidades (hasta 16 A), por lo tanto, suelen emplearse en el circuito de mando.



*Bobina desactivada*

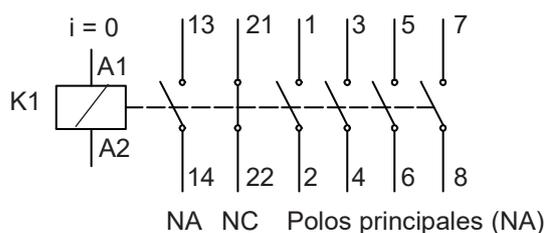


*Bobina activada*

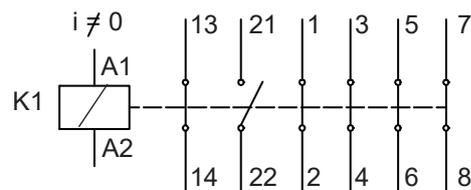
## 2.3.3. Relés y contactores

### Contactador

Es un interface que consta de una bobina, contactos principales y contactos auxiliares N.A y N.C. Los contactos principales se alojan en el circuito de potencia y los auxiliares en el circuito de mando.



*Bobina desactivada*



*Bobina activada*

## 2.3.4. Temporizadores

### ✚ Concepto

*Está constituido principalmente por una bobina y unos contactos N.A y N.C.*

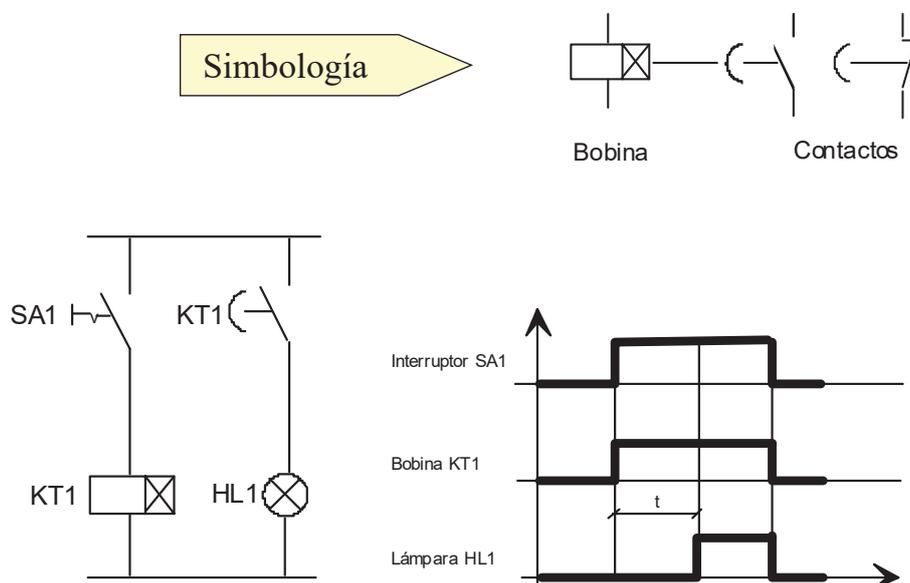
*El cambio de estado de los contactos se produce en función de un tiempo, es decir, el contacto N.A se cierra y el N.C se abre.*

*Los tipos de temporizadores básicos son los siguientes:*

- a) Temporizado a la conexión.*
- b) Temporizado a la desconexión.*

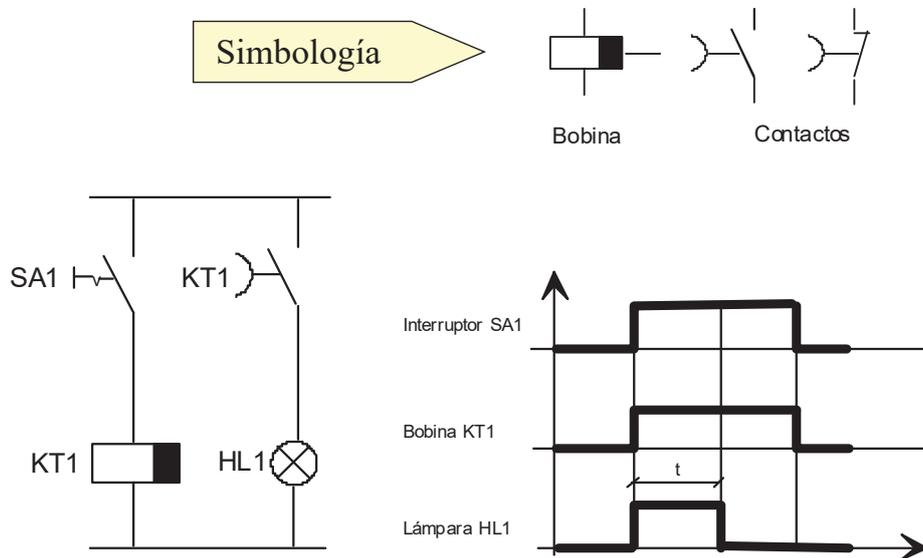
## 2.3.4. Temporizadores

### ✚ Temporizado a la conexión



## 2.3.4. Temporizadores

### ✚ Temporizado a la desconexión



## 2.4. Elementos de control

*Son elementos o componentes que suministran información al automatismo de una determinada magnitud física.*

*A continuación se desarrollan los más utilizados en el diseño de automatismos electromecánicos:*

- ✚ Finales de carrera.
- ✚ Sensor de proximidad inductivo y capacitivo.
- ✚ Sensor óptico.

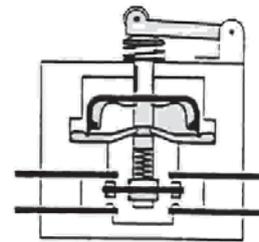
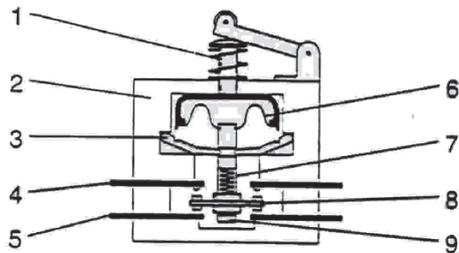
*Además como añadido:*

- ✚ Código de barras.

## 2.4.1. Finales de carrera

---

- ✚ Es un elemento de control de posición con contacto físico, es decir, en la detección se produce contacto entre la pieza y el sensor.



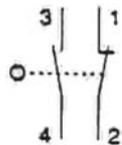
- 1 Muelle de compresión
- 2 Caja
- 3 Disco de retención
- 4 Contacto normalmente abierto
- 5 Contacto normalmente cerrado

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

## 2.4.1. Finales de carrera

---

- ✚ Simbología de contactos.

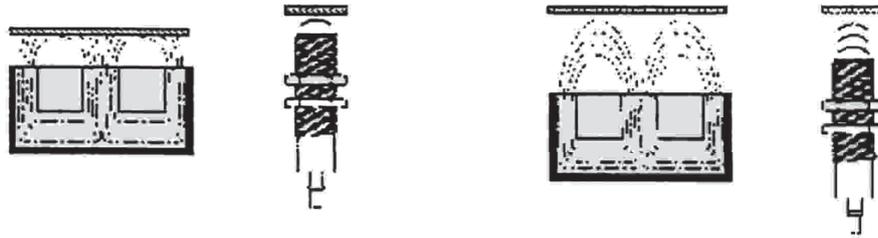


- ✚ Consejos de montaje.

- 1) Elección adecuada del elemento de ataque
- 2) Rigidez en el montaje del dispositivo sobre la máquina
- 3) Precisión en el montaje. Establecer la holgura adecuada entre el sensor y la pieza a detectar.

## 2.4.2. Sensor inductivo

- ✚ Es un elemento de control de posición sin contacto físico, cuyo funcionamiento se basa en fenómenos inductivos.



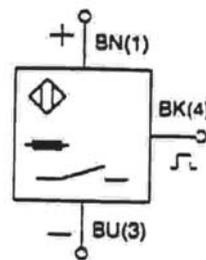
Detección

No detección

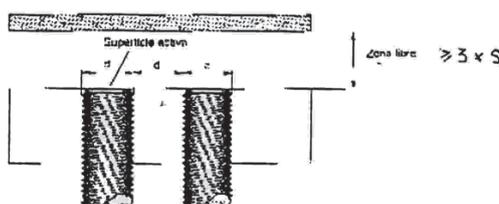
Sólo puede detectar materiales férricos

## 2.4.2. Sensor inductivo

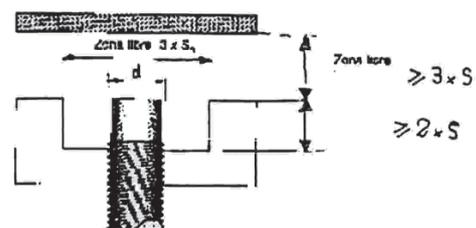
- ✚ Simbología normalizada.



- ✚ Tipos según su construcción.



Rasantes



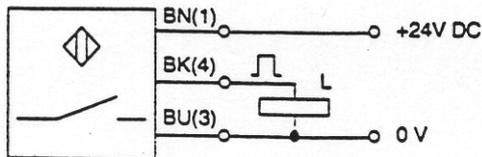
No Rasantes

## 2.4.2. Sensor inductivo

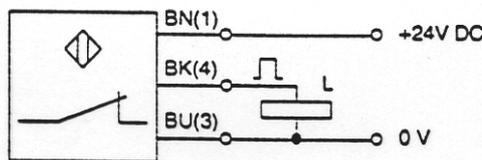
---

### ✚ Esquema de conexiones.

PNP: Conexión de la carga al terminal negativo



*PNP con contacto normalmente abierto*



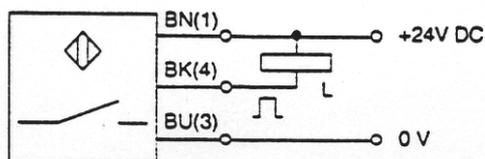
*PNP con contacto normalmente cerrado*

## 2.4.2. Sensor inductivo

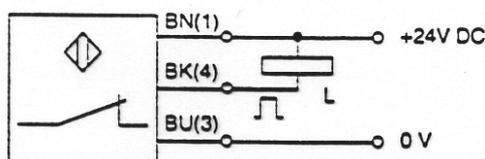
---

### ✚ Esquema de conexiones.

NPN: Conexión de la carga al terminal positivo



*NPN con contacto normalmente abierto*

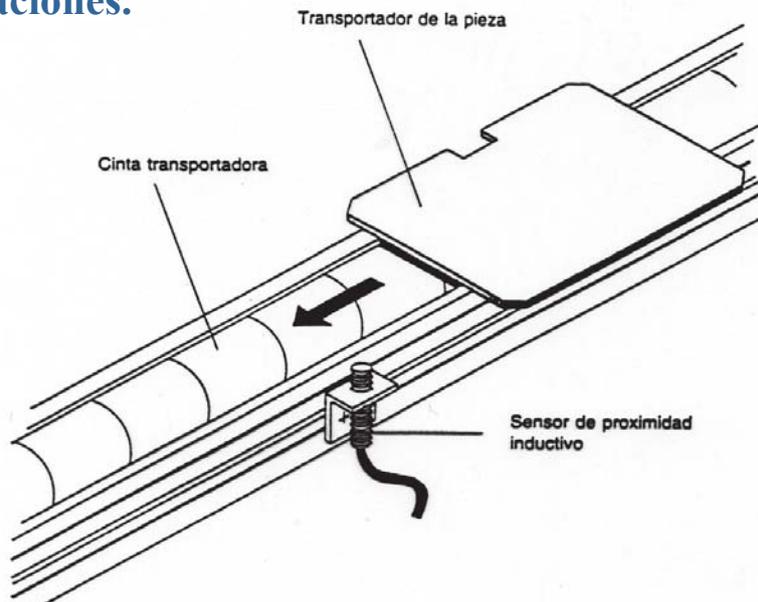


*NPN con contacto normalmente cerrado*

## 2.4.2. Sensor inductivo

---

### Aplicaciones.

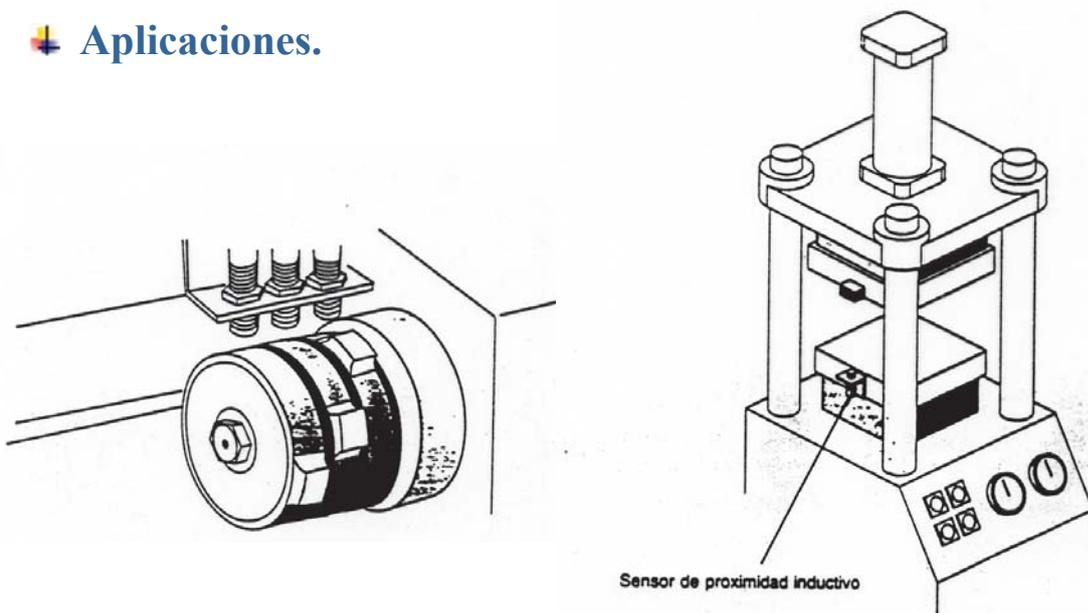


Detección de transportadores metálicos de piezas en una cinta

## 2.4.2. Sensor inductivo

---

### Aplicaciones.



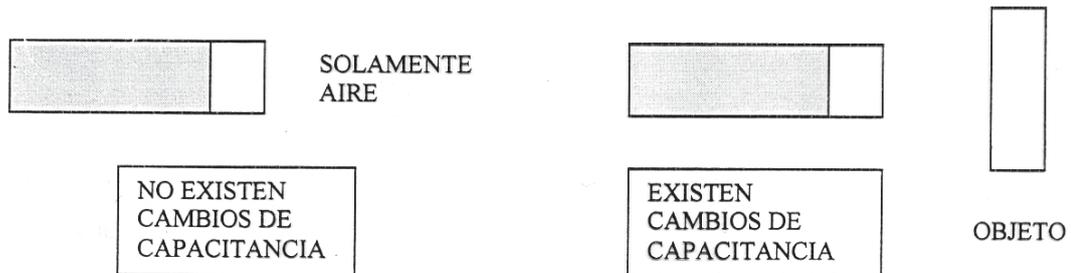
Detección de un árbol de levas

Detección de la posición final de la matriz de una prensa

## 2.4.3. Sensor capacitivo

---

- ✚ Es un elemento de control de posición sin contacto físico, cuyo funcionamiento se basa en fenómenos capacitivos.



## 2.4.3. Sensor capacitivo

---

### ✚ Permite:

- 1) Detectar materiales conductores o no conductores de la electricidad, aunque se encuentren en estado sólido, líquido o polvo.
- 2) Detectar metales, pero no férricos.
- 3) Regular la sensibilidad de detección mediante ajuste de un potenciómetro incorporado en el propio sensor.

### ✚ Inconvenientes:

- 1) Influencia de la variación de humedad del aire que lo circunda.

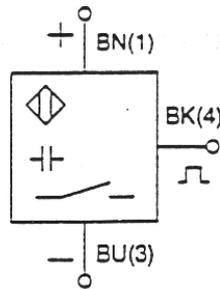
## 2.4.3. Sensor capacitivo

---

### + Tipos

- 1) Alimentación en c.c.: A tres y cuatro hilos.
- 2) Alimentación en c.a.: A tres y dos hilos.

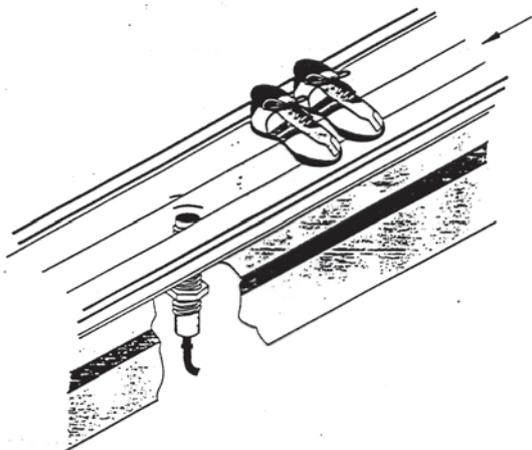
### + Simbología



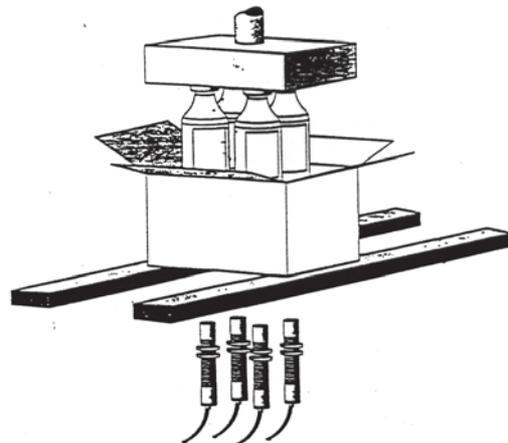
## 2.4.3. Sensor capacitivo

---

### + Aplicaciones



Detección de un par de suelas de goma

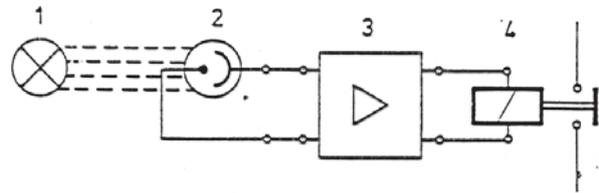


Comprobación del contenido de una caja de botellas de leche

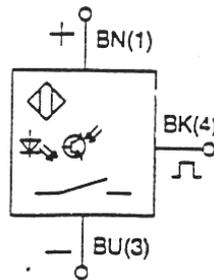
## 2.4.4. Sensor óptico

✚ **Consta básicamente de cuatro partes.**

- 1) Emisor de Luz.
- 2) Receptor de Luz.
- 3) Sistema amplificador de señales.
- 4) Dispositivo de conmutación

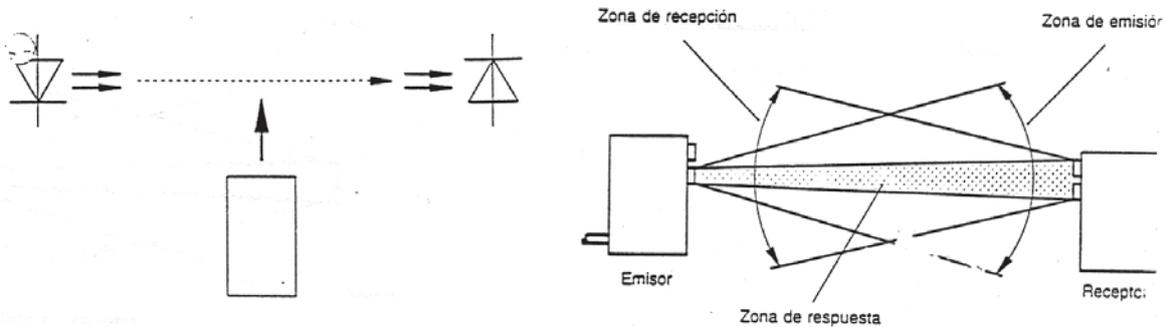


✚ **Simbología.**



## 2.4.4. Sensor óptico

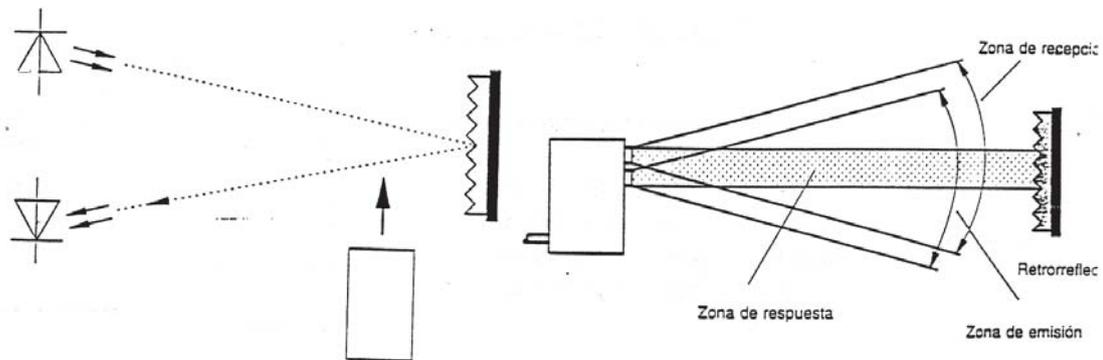
✚ **Tipo barrera.**



- 1 *El emisor y el receptor se montan separados*
- 2 *La distancia máxima de detección es de 10 m*

## 2.4.4. Sensor óptico

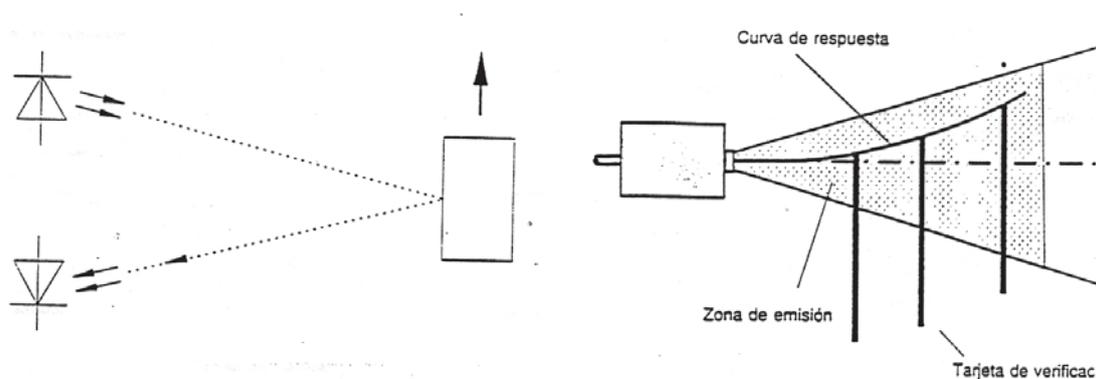
### ✚ Reflexión sobre espejo.



- 1 El emisor y el receptor se suministra en el mismo módulo
- 2 La distancia máxima de detección es de 5 m

## 2.4.4. Sensor óptico

### ✚ Reflexión directa.



- 1 El emisor y el receptor se suministra en el mismo módulo
- 2 La distancia máxima de detección es de 1 m

## 2.4.4. Sensor óptico

---

### ✚ Ventajas e inconvenientes: TIPO BARRERA.

#### Ventajas

- Amplio alcance de detección.
- Detección de pequeños objetos incluso a grandes distancias.
- No importa el tipo de superficie, ni el color del objeto a detectar.

#### Inconvenientes

- Necesidad de conexiones independientes emisor-receptor.
- Un fallo del emisor se evalúa como objeto presente.
- Mayor coste de montaje.

## 2.4.4. Sensor óptico

---

### ✚ Ventajas e inconvenientes: REFLEXIÓN SOBRE ESPEJO.

#### Ventajas

- Instalación y ajustes más sencillo que el tipo barrera.
- El objeto puede ser de cualquier tipo, siempre y cuando absorba la cantidad de luz necesaria para que reaccione el sensor.
- Conexión conjunta de emisor-receptor.

#### Inconvenientes

- Los objetos transparentes, claros o muy brillantes pueden pasar inadvertidos para el sensor.
- Un fallo del emisor se evalúa como objeto presente.

## 2.4.4. Sensor óptico

---

### + Ventajas e inconvenientes: REFLEXIÓN DIRECTA.

#### Ventajas

- No se requiere reflector adicional.
- El objeto puede ser de cualquier tipo, siempre y cuando refleje la suficiente cantidad de luz sobre el sensor.
- Conexión conjunta de emisor-receptor.

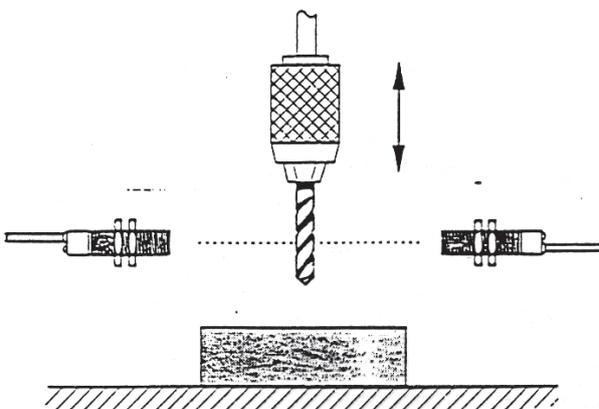
#### Inconvenientes

- No reaccionan ante determinadas formas de superficies.
- Materiales cuya superficie sea muy oscura, pueden originar problemas de reflexión.

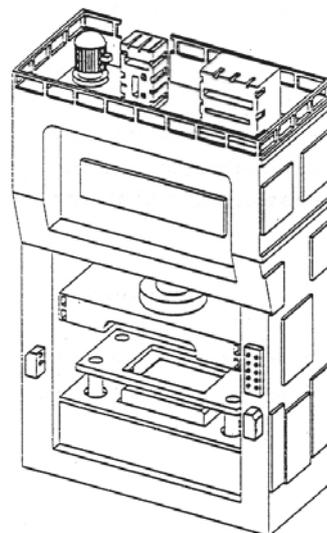
## 2.4.4. Sensor óptico

---

### + Aplicaciones.



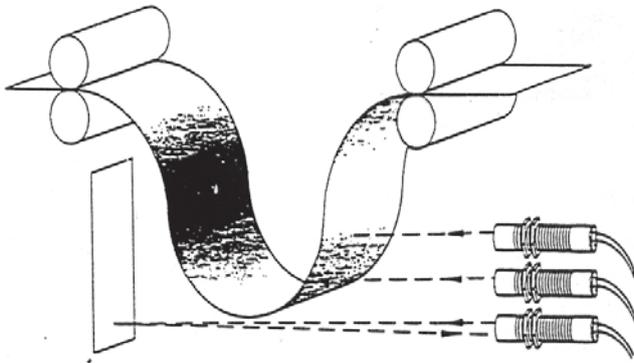
Verificación de la rotura de una broca



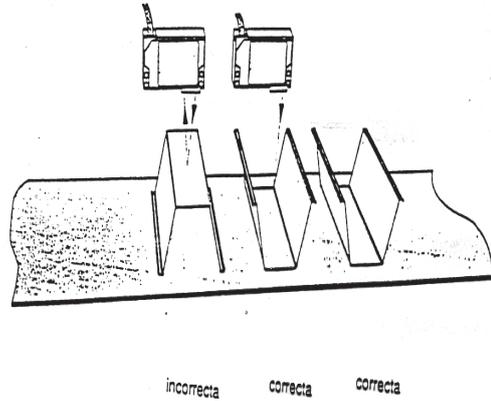
Prevención de accidentes en una prensa

## 2.4.4. Sensor óptico

### ✚ Aplicaciones.



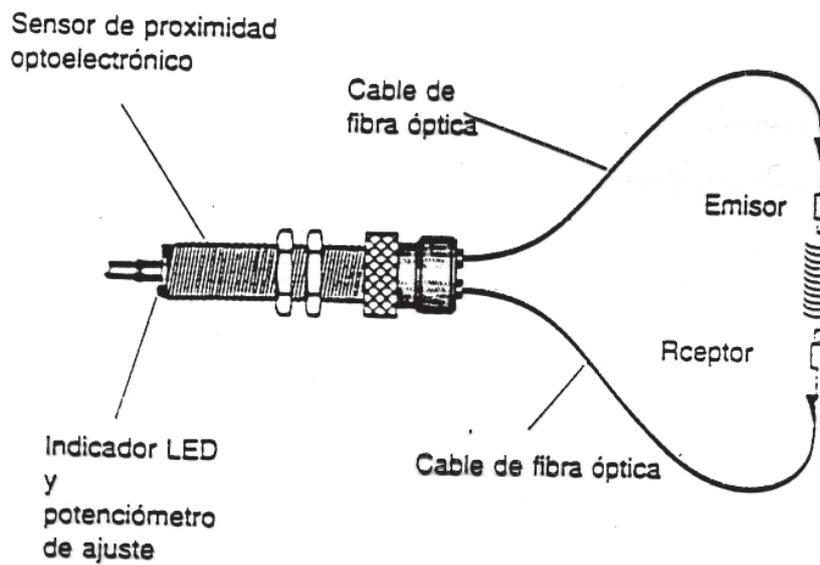
Compensación de un rollo de tela



Comprobación de posición de perfiles

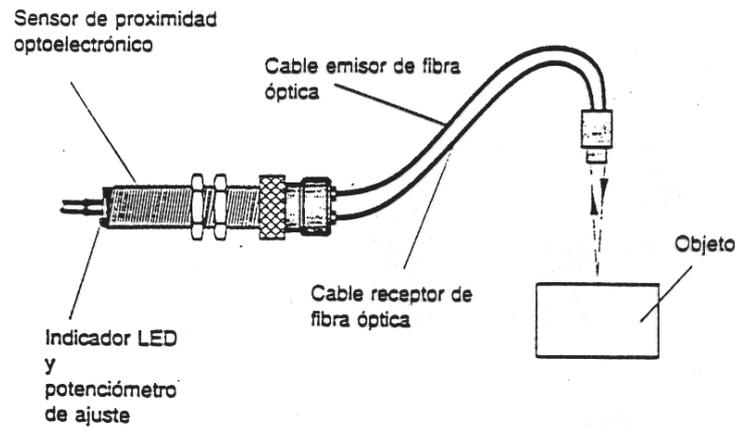
## 2.4.4. Sensor óptico

### ✚ Variantes de los sensores ópticos.



## 2.4.4. Sensor óptico

### ✚ Variantes de los sensores ópticos.



- Se utilizan cuando los dispositivos convencionales ocupan excesivo espacio.
- Instalaciones con riesgo de incendio y explosión.
- Instalaciones sometidas a altas temperaturas.

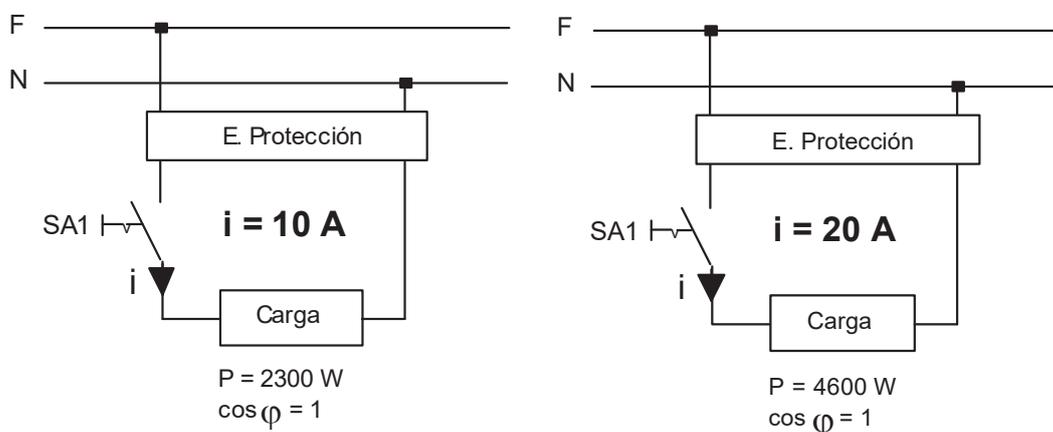
**Bloque I: Introducción a los automatismos**

## TEMA 3: Normas de representación de automatismos

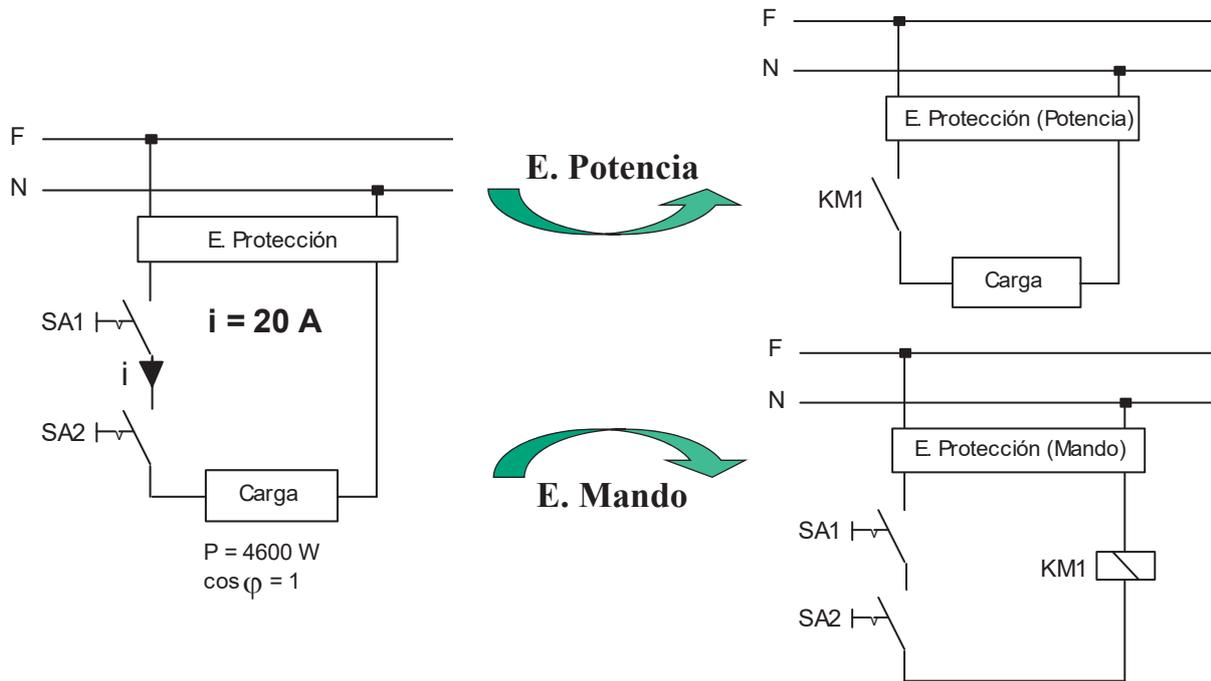
- 3.1. Esquema de potencia y esquema de mando.
- 3.2. Clasificación de esquemas.
- 3.3. Normas de representación.

### 3.1. Esquema de potencia y de mando

*¿ Por qué es necesario tener un esquema de potencia y otro de mando?*



## 3.1. Esquema de potencia y de mando

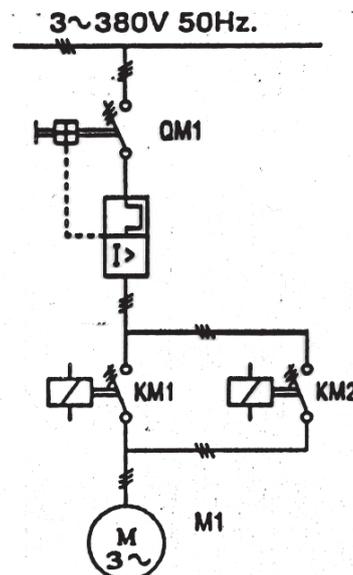


## 3.2. Clasificación de esquemas

- ✚ Desde el número de elementos representados por un único símbolo.

Unifilar

*Se representan varios cables con un trazo único y sólo un símbolo*

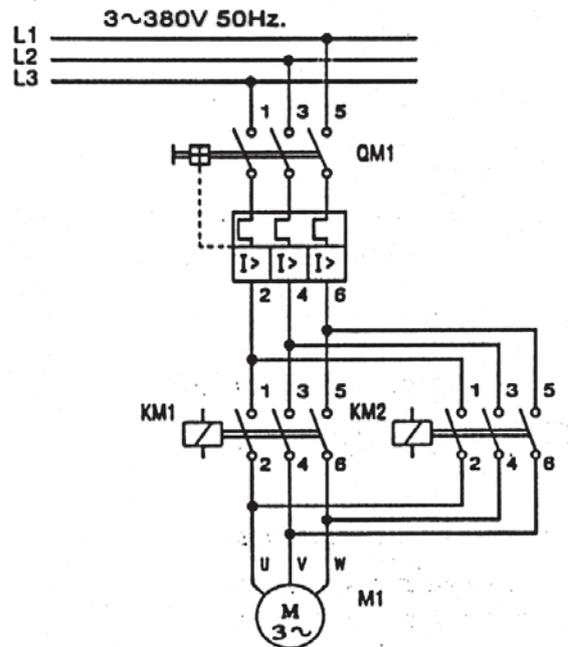


## 3.2. Clasificación de esquemas

- Desde el número de elementos representados por un único símbolo.

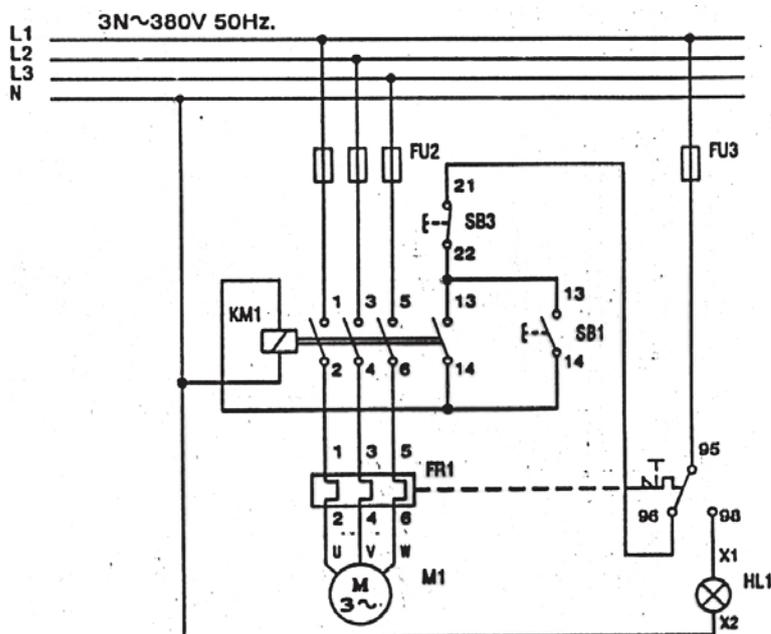
Multifilar

*Cada conductor se representa por una línea y cada elemento por un símbolo*



## 3.2. Clasificación de esquemas

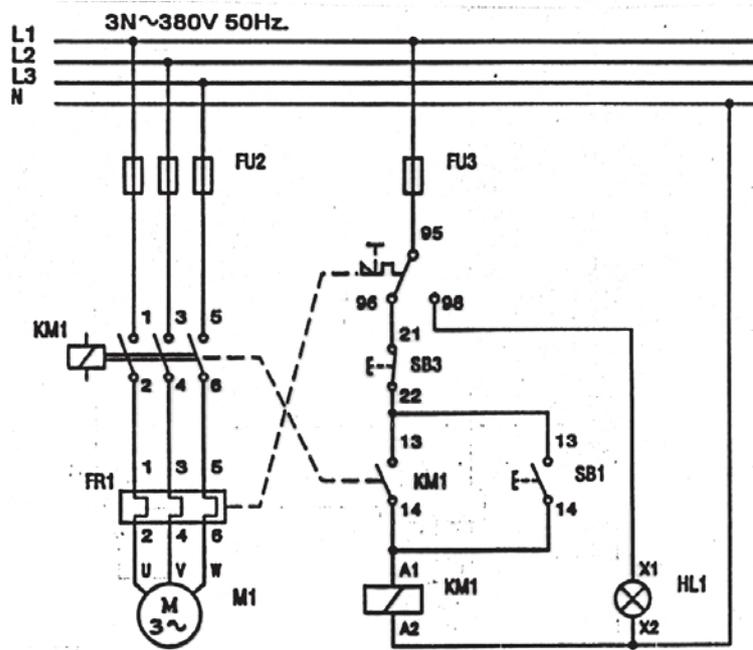
- Según el emplazamiento de los símbolos.



Representación conjunta

## 3.2. Clasificación de esquemas

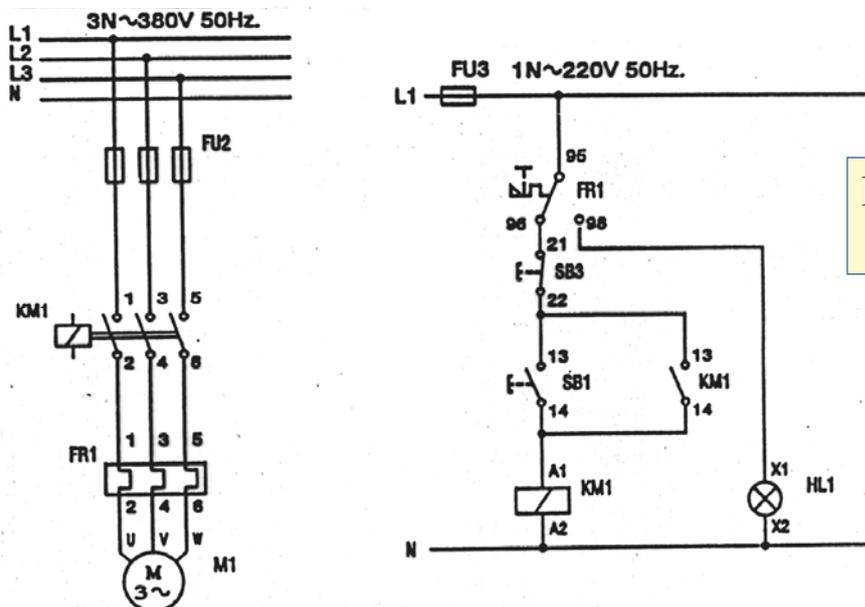
✚ Según el emplazamiento de los símbolos.



Representación  
Semidesarrollada

## 3.2. Clasificación de esquemas

✚ Según el emplazamiento de los símbolos.



Representación  
Desarrollada

## 3.3. Normas de representación

---

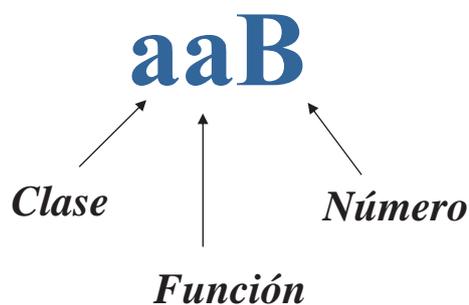
El técnico o diseñador de un proyecto cualesquiera, debe de tener en cuenta que la ejecución de las instalaciones las realizará una tercera persona, para ello debe de proporcionar la documentación necesaria para llevar a cabo tal fin. Esta documentación consiste principalmente en la elaboración de planos, que con el objetivo de facilitar la tarea de comprensión, deberán seguir unas normas de representación estandarizadas.

Las reglas de representación que vamos a seguir se rigen por las normas UNE y IEC-CEI.

### 3.3.1 Identificación de elementos

---

✚ Según la norma IEC-CEI.



Por ejemplo: KM1, KM2

## 3.3.1 Identificación de elementos

---

✚ Los más empleados en el desarrollo de la asignatura son los siguientes:

- **FR:** Relé térmico
- **FU:** Cortacircuito fusible
- **GS:** Fuente de alimentación
- **HA:** Señalizador acústico
- **HL:** Señalizador luminoso
- **KA:** Relé auxiliar
- **KM:** Contactador
- **KT:** Temporizador
- **M:** Motor
- **QF:** Interruptor automático
- **SA:** Selector o conmutador
- **SB:** Pulsador
- **SQ:** Detector de posición
- **ST:** Detector de temperatura
- **SL:** Detector de nivel
- **SP:** Detector de presión
- **YV:** Electroválvula

## 3.3.2 Marcado de bornes

---

✚ Reglas generales

- Para la identificación de bornes se utilizan letras mayúsculas y números arábigos.
- Las marcas de bornes puestas sobre los aparatos deben ser únicas dentro del mismo.
- Las marcas de bornes de impedancia serán siempre alfanuméricas (A1-A2) y las de los bornes de los contactos serán numéricas (13-14).
- El borne de entrada tendrá el número pequeño.



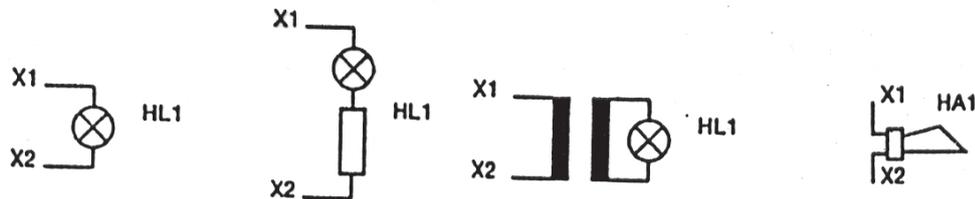
## 3.3.2 Marcado de bornes

### ✚ Casos particulares

- Bobinas electromagnéticas.



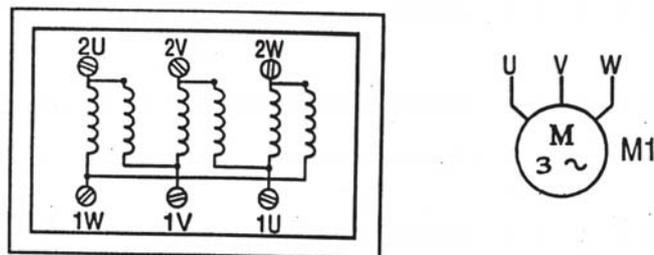
- Indicadores.



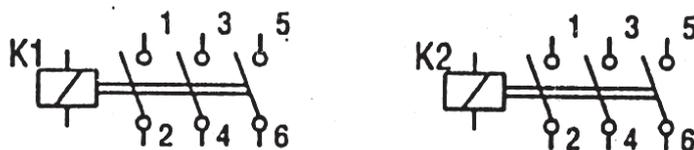
## 3.3.2 Marcado de bornes

### ✚ Casos particulares

- Máquinas eléctricas.



- Contactos principales

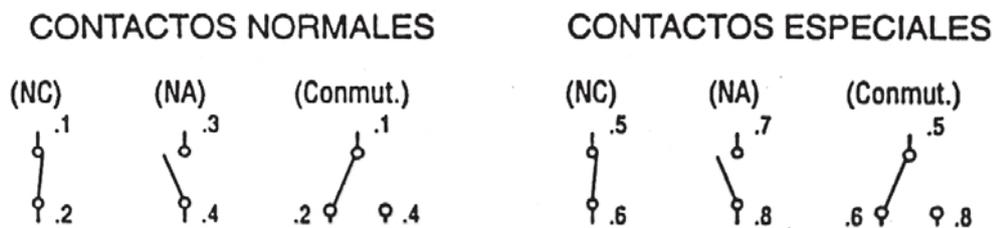


## 3.3.2 Marcado de bornes

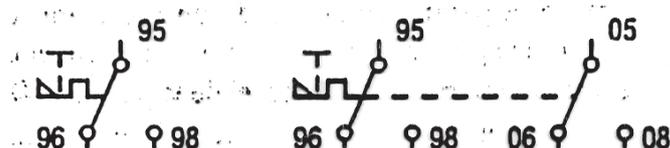
---

### ✚ Casos particulares

- Contactos auxiliares



- Contactos auxiliares de elementos de protección



## 3.3.3 Marcado de conductores

---

### ✚ Asignación de colores

- Verde/Amarillo: Conductor de protección.
- Azul claro: Conductor de neutro.
- Negro, marrón o gris: Fase, cualquier otro conductor, excepto los anteriores.
- En corriente continua: Rojo (Positivo) y Negro (Negativo).

### ✚ Identificación

- 3N ~ 400V 50Hz.
- 1N ~ 230V 50 Hz.

## 3.3.4 Información complementaria

### ✚ Leyenda

En un lateral del esquema o plano se identifica de forma literal cada uno de los símbolos empleados (**ver detalle**).

### ✚ Referencias cruzadas

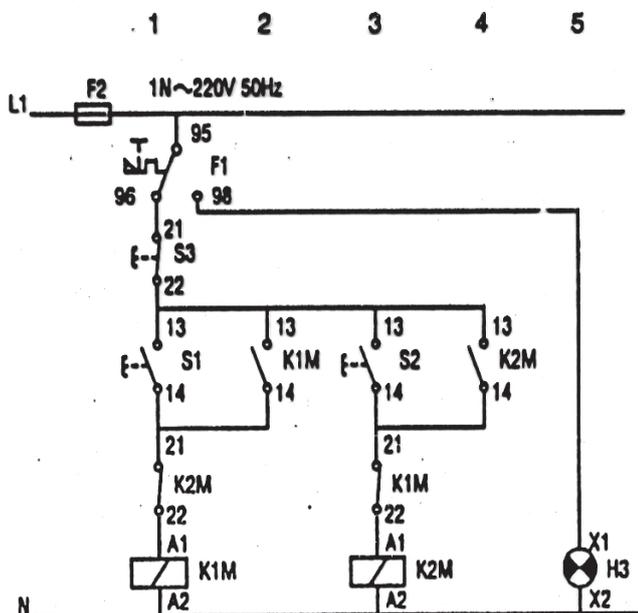
Tiene las siguientes funciones:

- 1) Representar en el plano todos los contactos y demás elementos de mando.
- 2) Facilitar la localización rápida de todos los elementos relacionados entre sí.

Puede ser: *Gráfica* o *Tabulada*

## 3.3.4 Información complementaria

### ✚ Leyenda



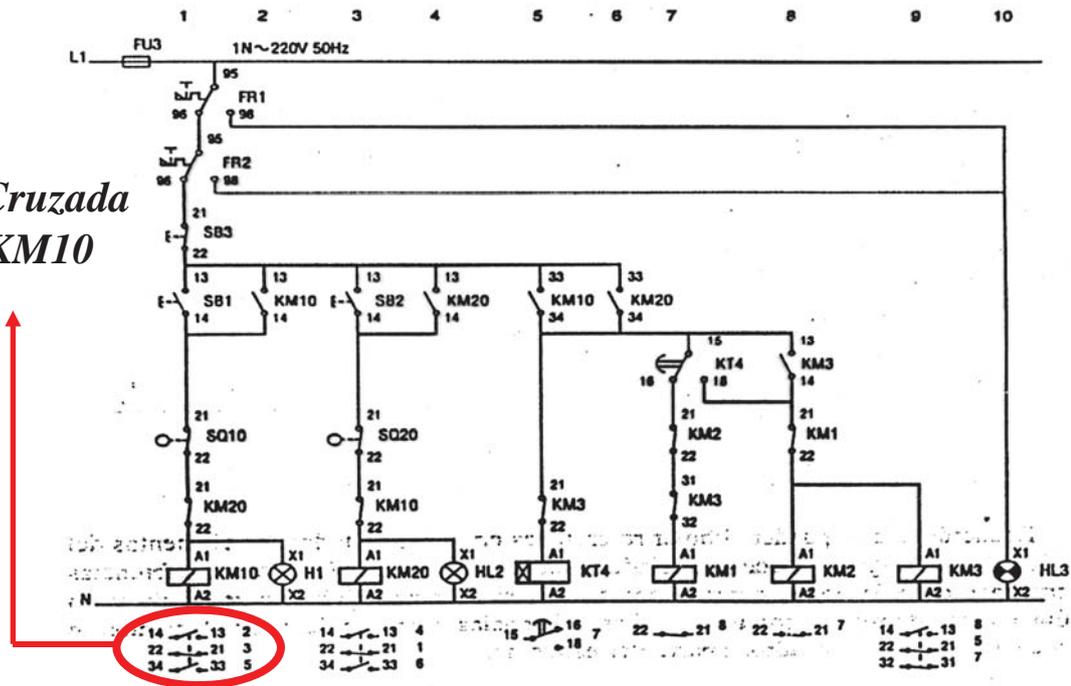
S1: PULSADOR GIRO A DCHA.  
S2: PULSADOR GIRO A IZDA.  
S3: PULSADOR PARO  
K1M: CONTACTOR GIRO A DCHA.  
K2M: CONTACTOR GIRO A IZDA.  
F1: RELÉ TÉRMICO  
F2: CORTACIRCUITOS FUSIBLE  
H1: LÁMPARA GIRO A DCHA.  
H2: LÁMPARA GIRO A IZDA.  
H3: LÁMPARA AVISO AVERÍA

### 3.3.4 Información complementaria

#### Referencias cruzadas mediante símbolos



Ref. Cruzada de KM10

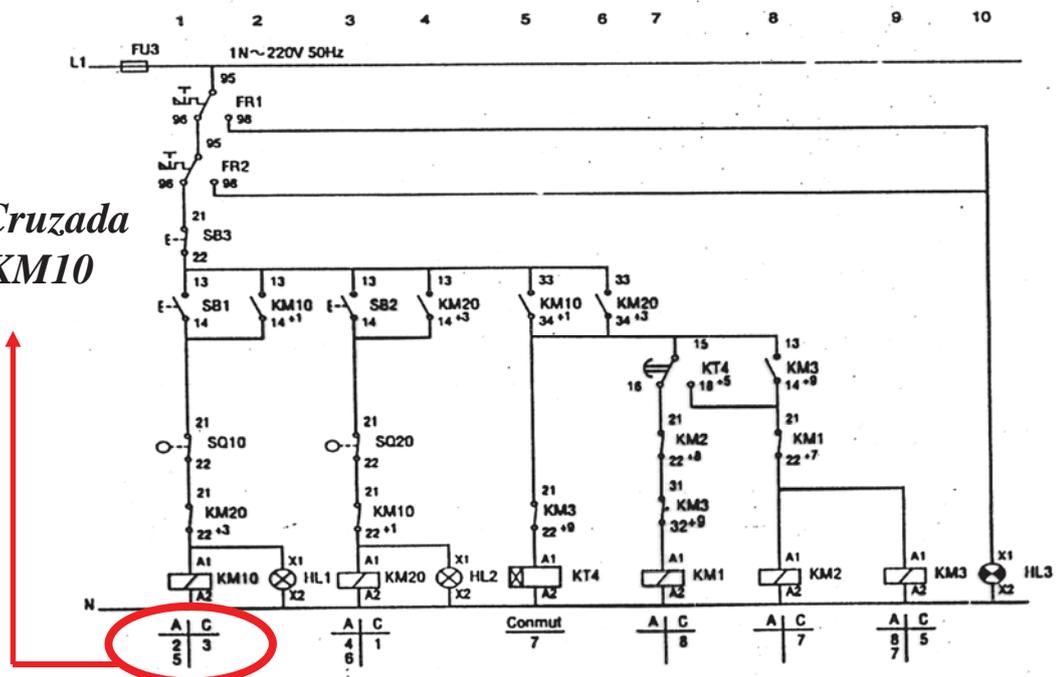


### 3.3.4 Información complementaria

#### Referencias cruzadas tabuladas



Ref. Cruzada de KM10



**Bloque II: Diseño de automatismos cableados**

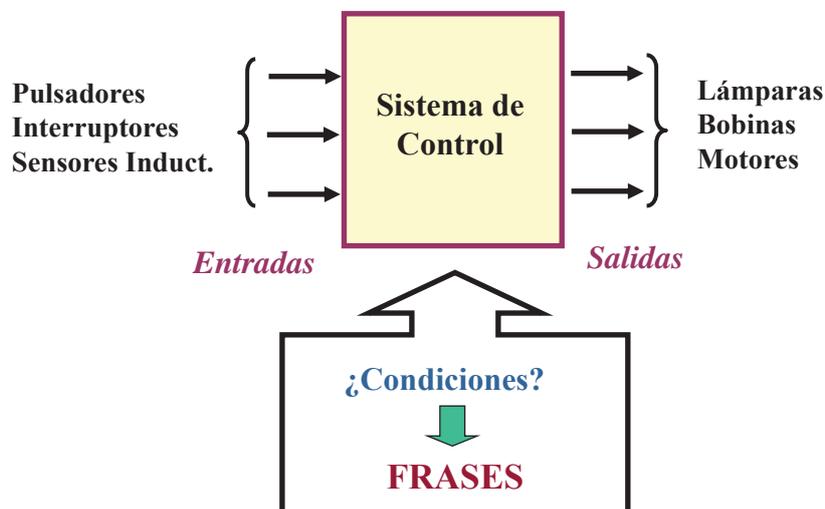
## TEMA 4: Generalidades

- 4.1. Elemento accionado y su codificación.
- 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.
  - 4.2.1. Funciones básicas.
  - 4.2.2. Función cualesquiera.
  - 4.2.3. Propiedades y reglas.

### 4.1. Elemento accionado y su codificación

---

- ✚ La representación gráfica del circuito de mando de un sistema es la siguiente:



## 4.1. Elemento accionado y su codificación

---

✚ Las frases de funcionamiento podrían ser:

- Cuando se accione el pulsador se activa el motor.
- Cuando el sensor detecte la posición “A” se para el motor.
- Cuando el selector se encuentre en la posición 1 se enciende la lámpara.



¡Problema! → Frases complejas poco operativas

¡SOLUCIÓN! → CODIFICAR VARIABLES Y FRASES

## 4.1. Elemento accionado y su codificación

---

✚ En primer lugar debemos codificar las variables (Normas UNE, EN, IEC). Por ejemplo:

*Pulsador de marcha = SB1*

✚ En segundo lugar se debe reducir el texto de las frases de funcionamiento que se van a utilizar. Generalmente, estas frases definen situaciones que pueden adoptar dos estados que a su vez son antagónicos u opuestos:

*Cuando se pulse SB1* → *SB1*

*Cuando no se pulse SB1* →  $\overline{SB1}$

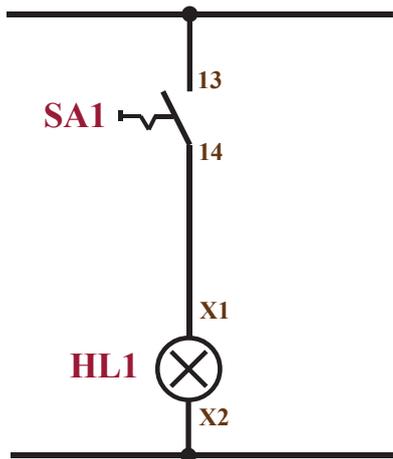
Lógica  
Positiva

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

---

- ✚ El comportamiento de un sistema se puede expresar mediante expresiones o ecuaciones lógicas.

### Función "SI"



#### Tabla de verdad

SA1	HL1
0	0
1	1

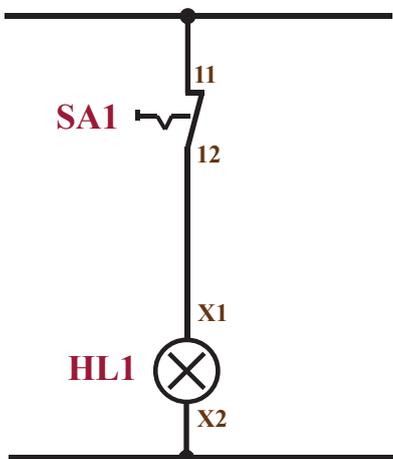
#### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = SA1$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

---

### Función "NO"



#### Tabla de verdad

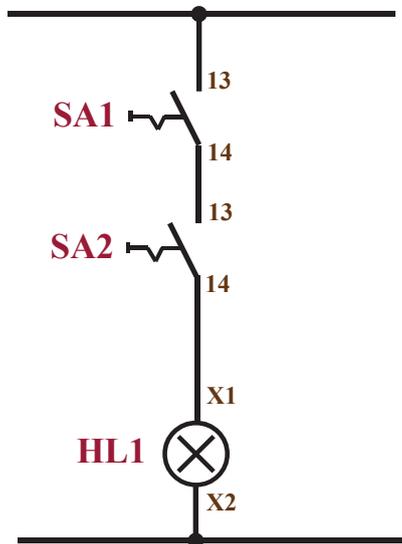
SA1	HL1
0	1
1	0

#### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = \overline{SA1}$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

### Función "Y" (Producto lógico)



### Tabla de verdad

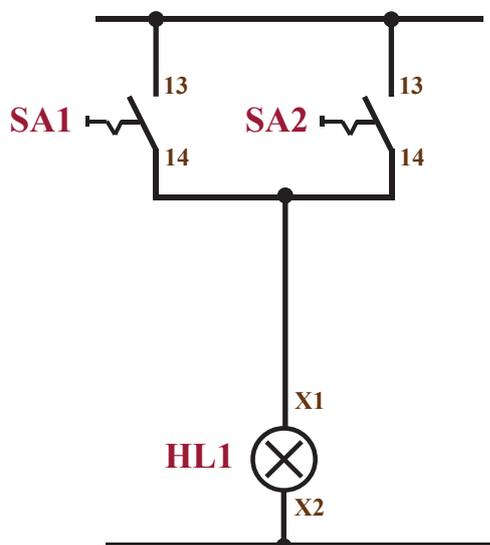
SA1	SA2	HL1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = SA1 \cdot SA2$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

### Función "O" (Suma lógica)



### Tabla de verdad

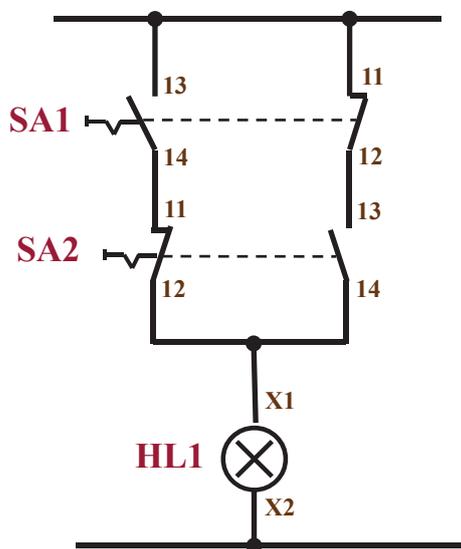
SA1	SA2	HL1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = SA1 + SA2$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

### Función O-Exclus. ” (Suma lógica Exclusiva)



#### Tabla de verdad

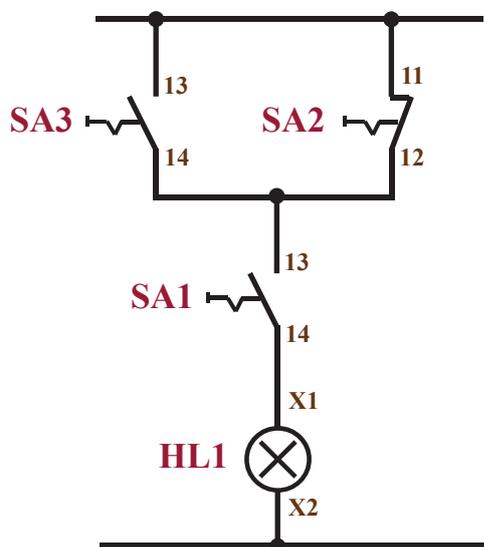
SA1	SA2	HL1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

#### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = SA1 \oplus SA2$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

### Función Cualesquiera



#### Tabla de verdad

SA1	SA2	SA3	HL1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

#### Ecuación de accionamiento

$$HL1 = SA1 \cdot (\overline{SA2} + SA3)$$

## 4.2. Expresiones lógicas. Algebra de Boole.

---

### Propiedades

$$A + \bar{A} = 1$$

$$A \cdot \bar{A} = 0$$

$$A + A = A$$

$$A \cdot A = A$$

$$A + 1 = 1$$

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A + 0 = A$$

### Reglas de De Morgan

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

*¡Imprescindible!  
Tecnología  
cableada*

**Bloque II: Diseño de automatismos cableados**

## TEMA 5: Automatismos sin memoria

5.1. Introducción.

5.2. Símbolo representativo. Monodo.

5.3. Ecuación de accionamiento.

5.4. Representación de esquema de mando.

### 5.1. Introducción

---

✚ Recordamos el concepto de este tipo de automatismos.

**Sin memoria (Combinacional)**

- 1) *Si se cumplen las condiciones que hacen que una salida esté activada, ésta lo estará.*
- 2) *Cuando no se cumplan estará desactivada.*

Si el interruptor  
está cerrado

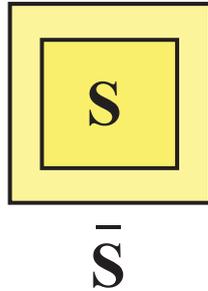


Lámpara  
encendida

## 5.2. Símbolo representativo. Monodo.

---

- ✚ A partir de este gráfico se obtiene fácilmente las ecuaciones sin tener que recurrir a la tabla de verdad.



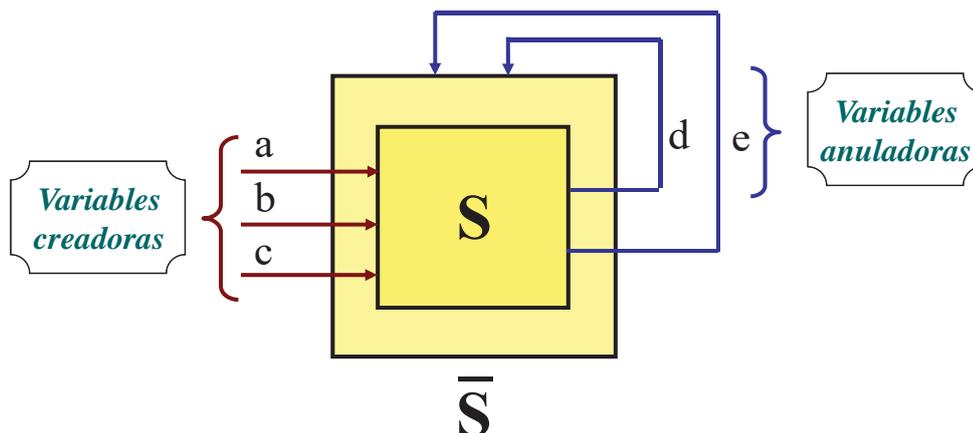
- Los rectángulos representan los dos estados del sistema lógico.
- El rectángulo exterior representa el estado estable (de partida).

## 5.2. Símbolo representativo. Monodo.

---

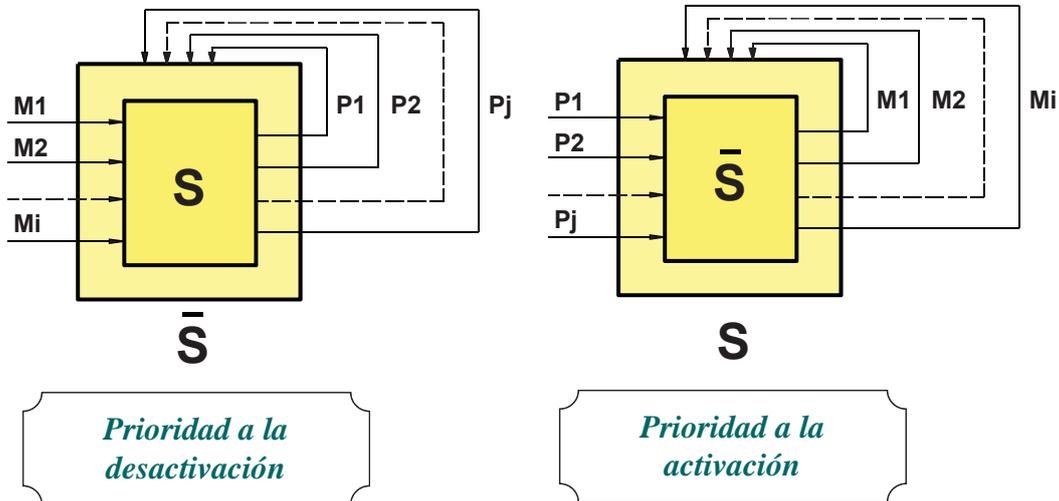
### ✚ Inclusión de VARIABLES CREADORAS Y ANULADORAS.

- 1) **Variables creadoras:** son aquellas que hacen que la salida adopte el estado "S".
- 2) **Variables anuladoras:** son aquellas que hacen que la salida adopte el estado " $\bar{S}$ ".



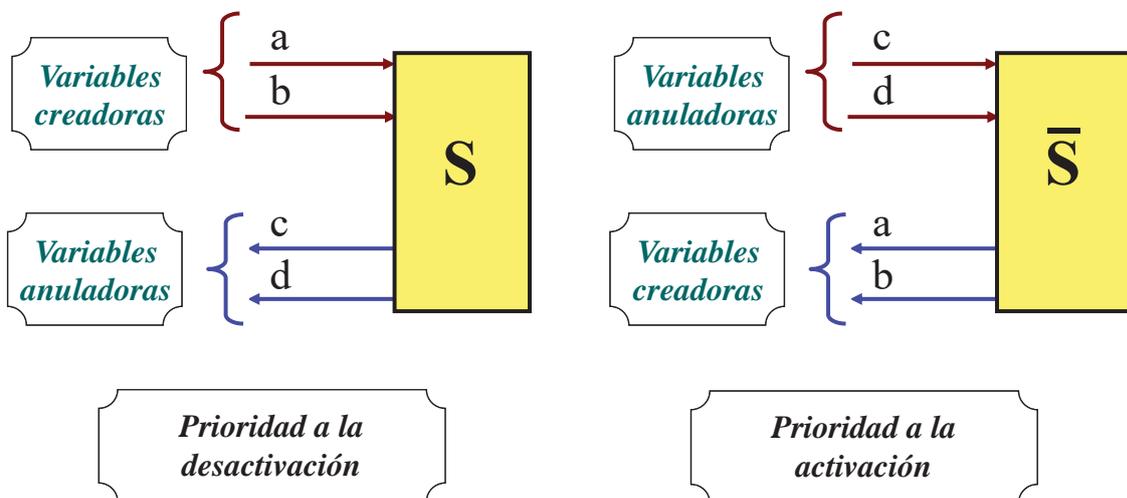
## 5.2. Símbolo representativo. Monodo.

✚ Generalización de un monodo para “n” variables.



## 5.2. Símbolo representativo. Monodo.

✚ Otra forma de representación de un monodo.



## 5.3. Ecuación de accionamiento.

### Prioridad a la desactivación

- Del monodo correspondiente a un sistema con prioridad a la desactivación, se deduce que:

$$S = (M_1 + M_2 + \dots + M_i) \cdot \overline{(P_1 + P_2 + \dots + P_j)}$$

- Aplicando las reglas de De Morgan.

$$S = (M_1 + M_2 + \dots + M_i) \cdot \overline{P_1} \cdot \overline{P_2} \cdot \dots \cdot \overline{P_j}$$

- Generalización matemática de la ecuación.

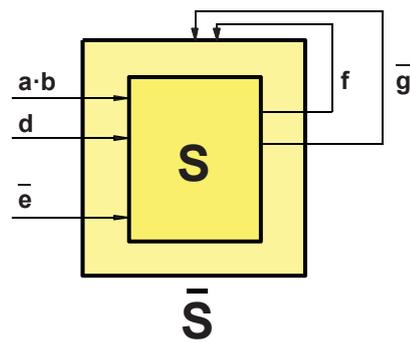
$$S = \left( \sum_1^i M_i \right) \cdot \prod_1^j \overline{P_j}$$

## 5.3. Ecuación de accionamiento.

### Ejemplo de aplicación (Prioridad a la desactivación)

#### Condiciones de funcionamiento

- ❑ La salida "S" estará **activada** cuando:
  - a) Se cierren los interruptores "a" y "b".
  - b) Se cierre el interruptor "d".
  - c) No se cierre el interruptor "e".
- ❑ La salida "S" estará **desactivada** cuando:
  - a) Se cierre el interruptor "f".
  - b) No se cierre el interruptor "g".



$$S = (a \cdot b + d + \overline{e}) \cdot \overline{f} \cdot \overline{g}$$

$$S = (a \cdot b + d + \overline{e}) \cdot \overline{f} \cdot \overline{g}$$

## 5.3. Ecuación de accionamiento.

### Prioridad a la activación

- Del monodo correspondiente a un sistema con prioridad a la activación, se deduce que:

$$\bar{S} = (P_1 + P_2 + \dots + P_j) \cdot \overline{(M_1 + M_2 + \dots + M_i)}$$

- Aplicando las reglas de De Morgan.

$$\bar{\bar{S}} = \overline{(P_1 + P_2 + \dots + P_j) \cdot \overline{(M_1 + M_2 + \dots + M_i)}}$$

$$S = \overline{(P_1 + P_2 + \dots + P_j)} + (M_1 + M_2 + \dots + M_i)$$

$$S = \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 \cdot \dots \cdot \bar{P}_j + (M_1 + M_2 + \dots + M_i)$$

- La generalización matemática es la siguiente:

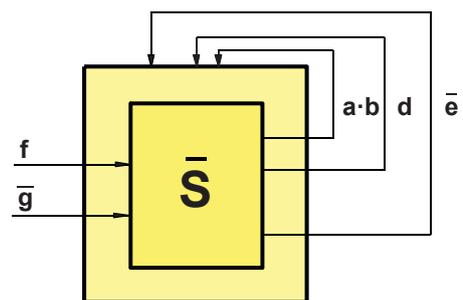
$$S = \sum_1^i M_i + \prod_1^j \bar{P}_j$$

## 5.3. Ecuación de accionamiento.

### Ejemplo de aplicación (Prioridad a la activación)

#### Condiciones de funcionamiento

- ❑ La salida "S" estará **activada** cuando:
  - a) Se cierren los interruptores "a" y "b".
  - b) Se cierre el interruptor "d".
  - c) No se cierre el interruptor "e".
- ❑ La salida "S" estará **desactivada** cuando:
  - a) Se cierre el interruptor "f".
  - b) No se cierre el interruptor "g".



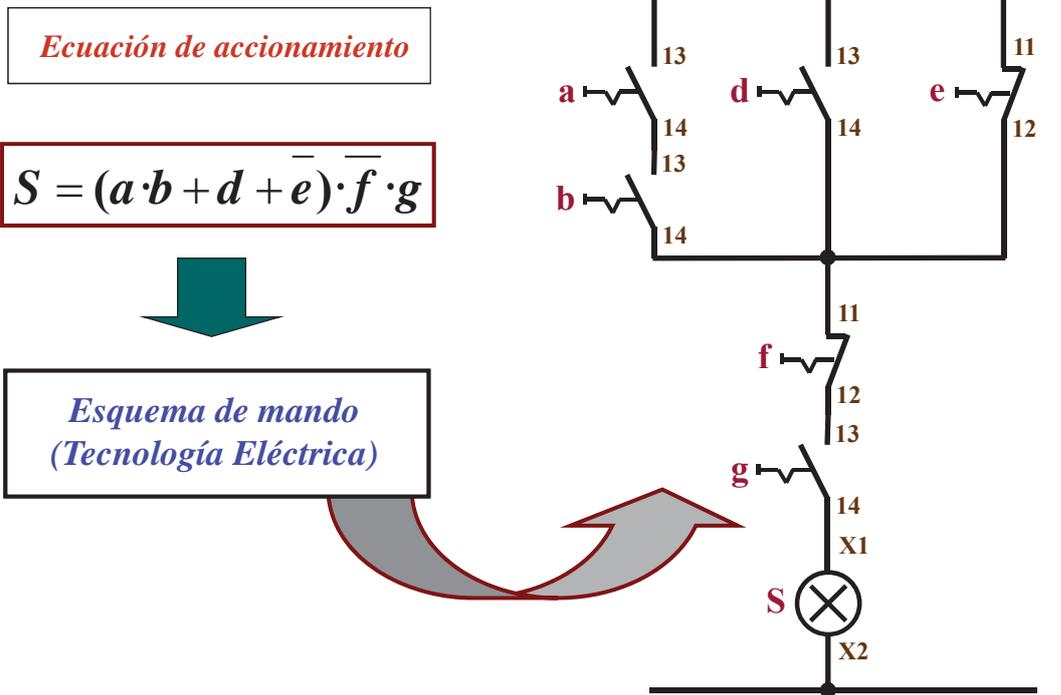
S



$$S = (a \cdot b + d + \bar{e}) + (\bar{f} \cdot \bar{g})$$

$$S = (a \cdot b + d + \bar{e}) + (\bar{f} \cdot \bar{g})$$

## 5.4. Representación de esquema de mando.



**Bloque II: Diseño de automatismos cableados**

## TEMA 6: Automatismos con memoria

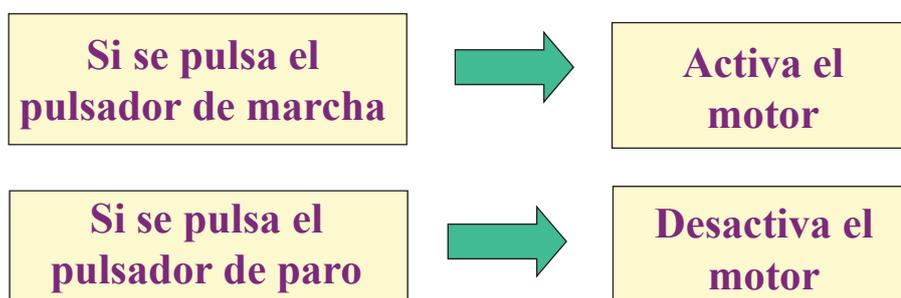
- 6.1. Introducción.
- 6.2. Símbolo representativo. Binodo.
- 6.3. Ecuación de accionamiento.
- 6.4. Diagrama de funcionamiento.

### 6.1. Introducción

✚ Recordamos el concepto de este tipo de automatismos.

**Con memoria (Secuencial)**

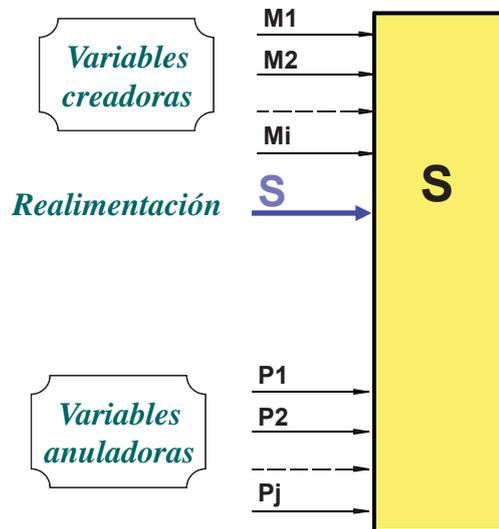
- 1) *Si se cumplen las condiciones que hacen que una salida se active, ésta se activará, y permanecerá activada aunque desaparezca la condición.*
- 2) *Cuando se cumplen las condiciones de desactivación, se desactivará.*



## 6.2. Símbolo representativo. Binodo.

---

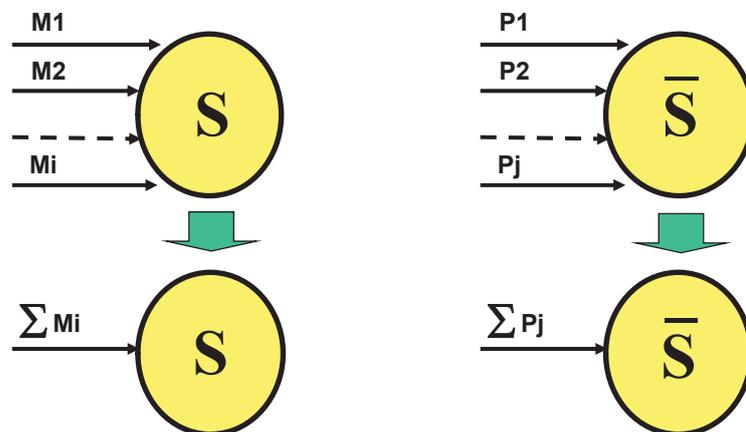
- ✚ Un monodo puede utilizarse para diseñar un sistema de control con memoria utilizando una realimentación de la propia salida.



## 6.2. Símbolo representativo. Binodo.

---

- ✚ El Binodo se representa mediante una elipse. A diferencia del monodo, cada estado queda identificado de forma independiente por un binodo.



## 6.3. Ecuación de accionamiento.

---

- ✚ La ecuación de accionamiento en los sistemas de control con memoria, puede plantearse de dos formas diferentes. La utilización de una u otra dependerá del diseñador y del tipo de tecnología de control empleada.

Utilizando la realimentación de la propia salida

$$S = \underset{\uparrow}{(S + \sum_1^i M_i)} \cdot \prod_1^j \overline{P_j} \quad \text{Prioridad a la desactivación}$$

## 6.3. Ecuación de accionamiento.

---

Utilizando un planteamiento “Tipo Biestable”

- ✚ De los binodos se deduce que:

$$S = M_1 + M_2 + \dots + M_i$$

*Ecuación de activación*

$$\overline{S} = P_1 + P_2 + \dots + P_j$$

*Ecuación de desactivación*

- ✚ Generalización matemática de las ecuaciones.

$$S = \sum_1^i M_i \quad \overline{S} = \sum_1^j P_j$$

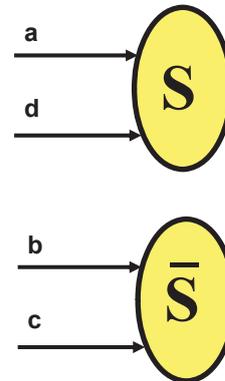
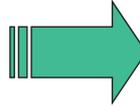
El tipo de prioridad depende: de la tecnología empleada, del dispositivo utilizado y del diseño realizado

## 6.3. Ecuación de accionamiento.

*Ejemplo de aplicación*

*Condiciones de funcionamiento*

- ❑ Al pulsar “a” o “d” se activa “S”.
- ❑ Al pulsar “b” o “c” se desactiva “S”



Utilizando realimentación

$$S = (S + a + d) \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

Utilizando planteamiento biestable

$$S = a + d$$

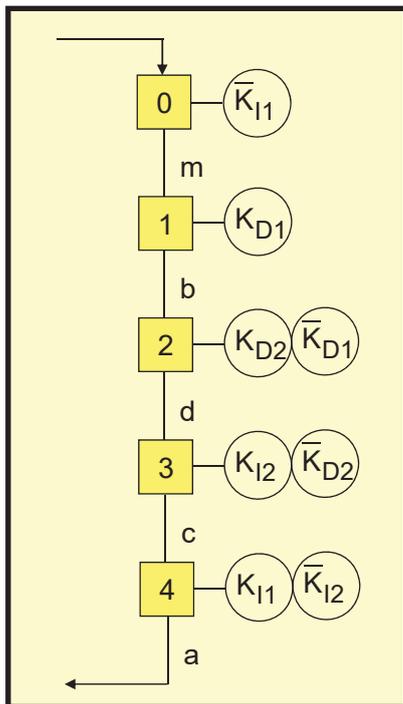
$$\bar{S} = b + c$$

## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

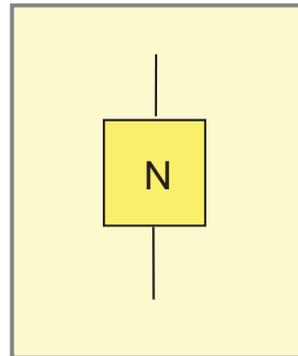
**OBJETIVOS:**

- # Tener un diagrama útil para poder describir lo más preciso posible, utilizando una serie de reglas, como se van activando y desactivando las variables de salida e internas al ir modificándose de forma secuencializada las variables de entrada.
- # Se utiliza también para que el usuario (mantenimiento, producción e ingeniería) pueda ayudarle a entender el funcionamiento del automatismo, comprender el funcionamiento de planos y programas y facilitar la detección de averías, etc.

## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

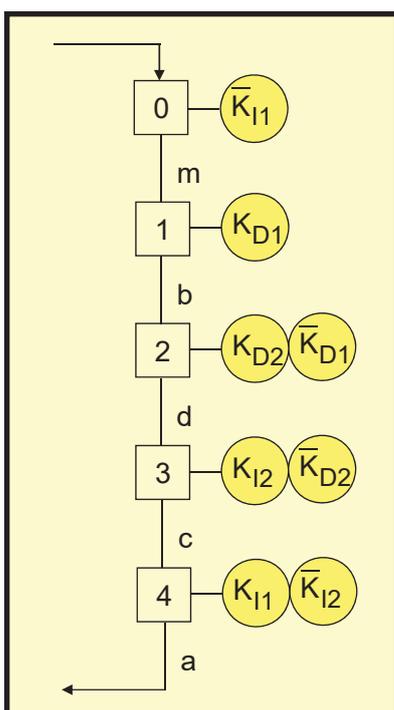


### Estados del sistema (e.d.s.)

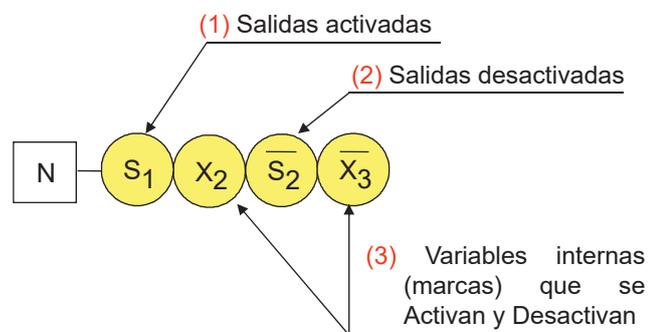


Siendo "N" un número que se corresponde con el orden de Sucesión del estado dentro del proceso.

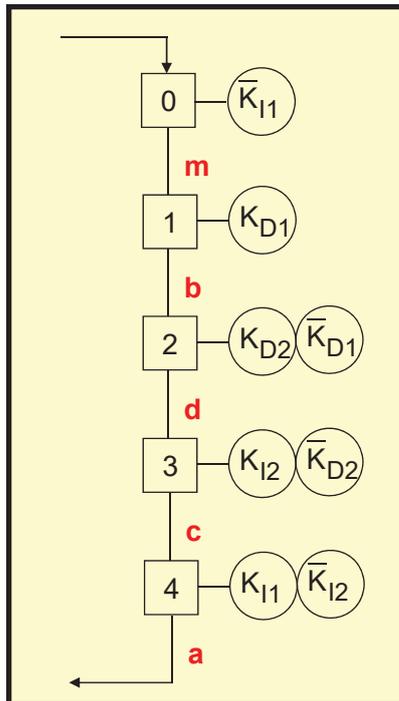
## 6.4. Diagrama de funcionamiento.



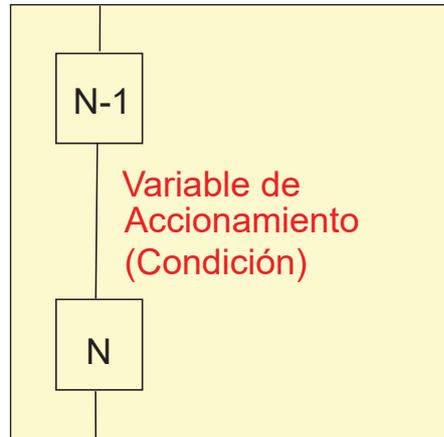
### Estados Operativos



## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

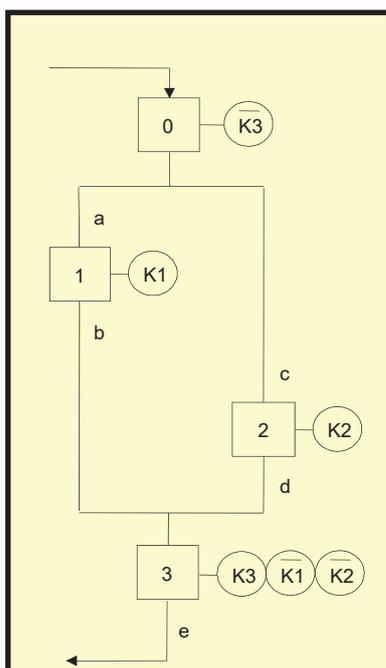


### Variables de accionamiento



Son las que condicionan el paso de un e.d.s. a otro del Diagrama de funcionamiento.

## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

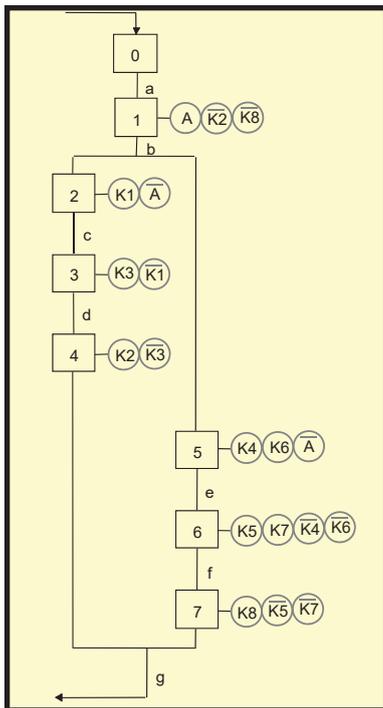


### Secuencias alternativas

El proceso sigue uno de entre varios caminos posibles.

La prioridad se establece de izquierda a derecha

## 6.4. Diagrama de funcionamiento.



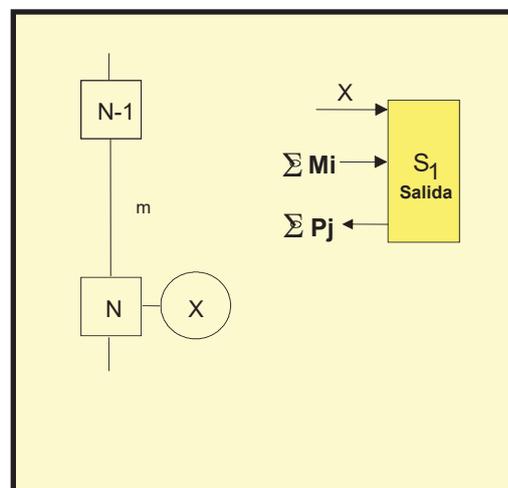
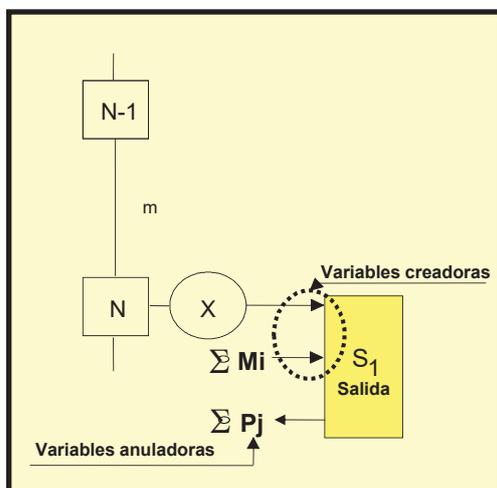
### Secuencias simultáneas

El proceso sigue por varios caminos al mismo tiempo.

Para salir de una secuencia simultánea es necesario que todos los caminos finalicen su recorrido.

## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

### Manejo de sistemas con memoria y sin memoria en los D.F.

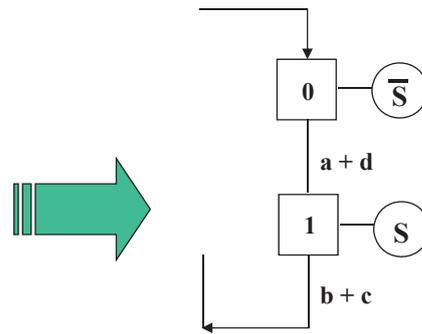


## 6.4. Diagrama de funcionamiento.

*Ejemplo de aplicación*

*Condiciones de funcionamiento*

- ❑ Al pulsar "a" o "d" se activa "S".
- ❑ Al pulsar "b" o "c" se desactiva "S"



Utilizando realimentación

$$S = (S + a + d) \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

Utilizando planteamiento biestable

$$S = a + d$$

$$\bar{S} = b + c$$

**Bloque III: Diseño de automatismos programados**

## TEMA 7: Generalidades

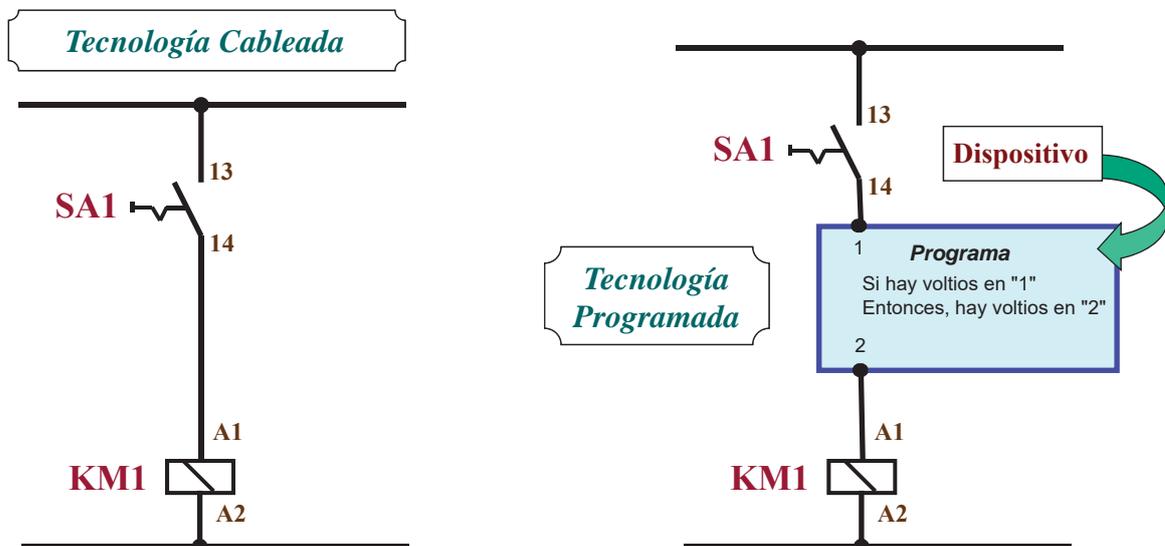
### 7.1. Introducción.

### 7.2. Ecuación de accionamiento y ecuación de voltios.

### 7.3. Procedimiento general de diseño.

## 7.1. Introducción.

### ✚ Diferencia entre un esquema cableado y programado

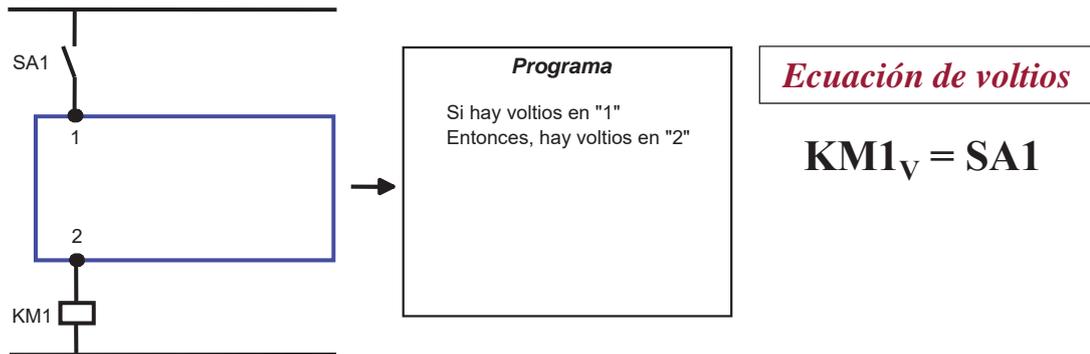


*¡Tenemos que pensar en voltios!*

## 7.2. Ecuación de accionamiento y Ecuación de voltios.

### ✚ Posibilidades de implementación de la ecuación de accionamiento $KM1=SA1$ en un sistema programado

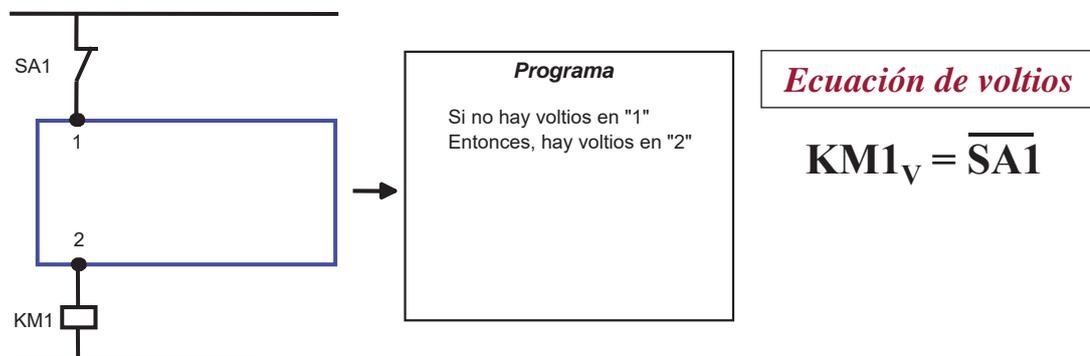
#### CASO 1 : Se elige un contacto N.A.



*Ecuación de accionamiento = Ecuación de voltios*

## 7.2. Ecuación de accionamiento y Ecuación de voltios.

#### CASO 2 : Se elige un contacto N.C.

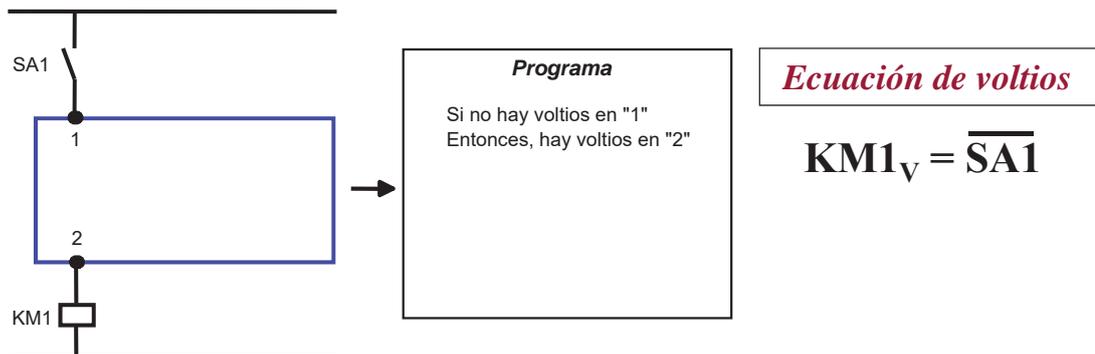


*Ecuación de accionamiento  $\neq$  Ecuación de voltios*

## 7.2. Ecuación de accionamiento y Ecuación de voltios.

### ✚ Posibilidades de implementación de la ecuación de accionamiento $KM1 = \overline{SA1}$ en un sistema programado

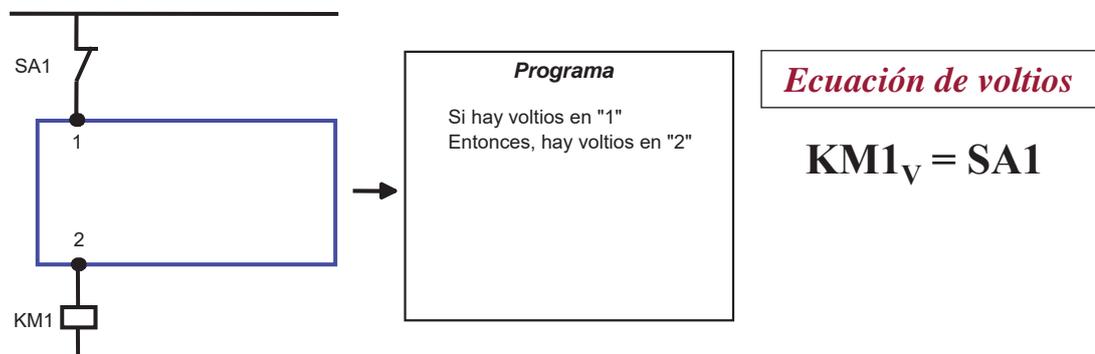
#### CASO 1 : Se elige un contacto N.A.



*Ecuación de accionamiento = Ecuación de voltios*

## 7.2. Ecuación de accionamiento y Ecuación de voltios.

#### CASO 2 : Se elige un contacto N.C.

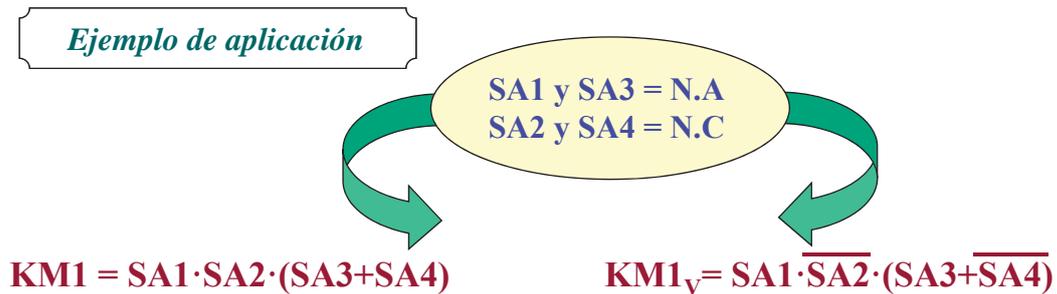


*Ecuación de accionamiento  $\neq$  Ecuación de voltios*

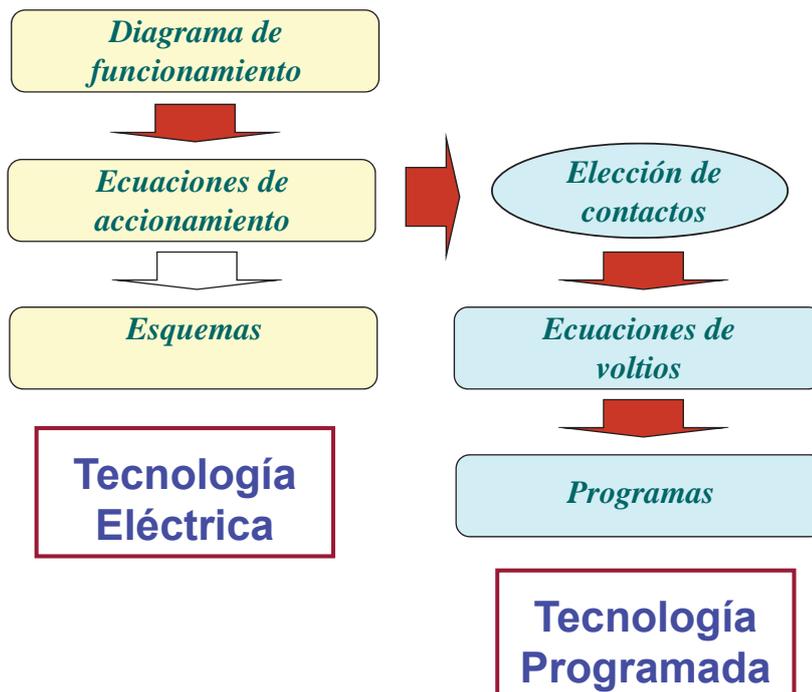
## 7.2. Ecuación de accionamiento y Ecuación de voltios.

### ✚ Conclusiones:

- Cuando se eligen contactos normalmente abiertos, la ecuación de accionamiento coincide con la ecuación de voltios.
- Cuando se elige un contacto normalmente cerrado, su estado lógico en la ecuación de voltios es inverso en relación a la ecuación de accionamiento.



## 7.3. Procedimiento general de diseño.



**Bloque III: Diseño de automatismos programados**

## TEMA 8: El autómatas LOGO.

### 8.1. Introducción.

### 8.2. Cableado y direccionamiento.

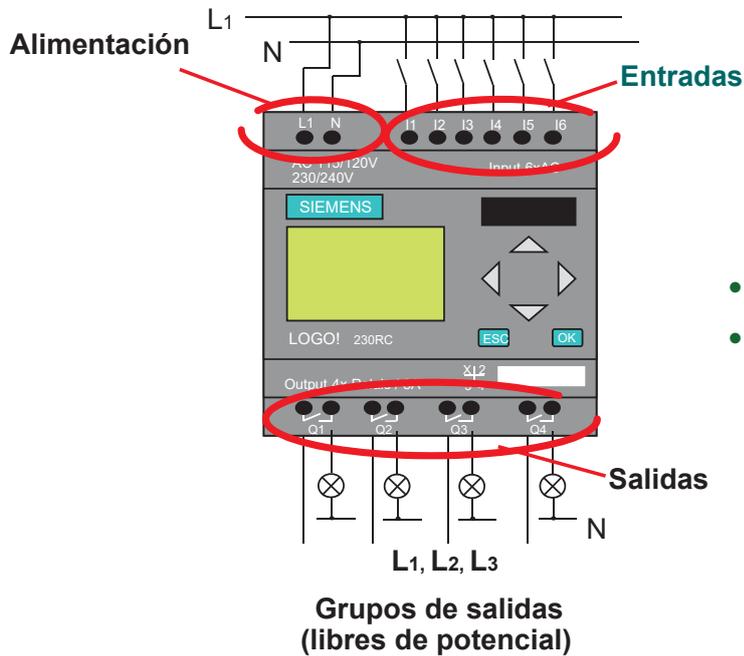
### 8.3. Programación de un LOGO.

## 8.1. Introducción.



- 1 Terminales de alimentación
- 2 Terminales de entrada
- 3 Conector de PC/Módulo
- 4 Teclado de servicio
- 5 Pantalla de visualización
- 6 Terminales de salida
- 7 Montaje sobre perfil DIN de 35 mm. mediante un simple "clack"

## 8.2. Cableado y direccionamiento de variables externas.



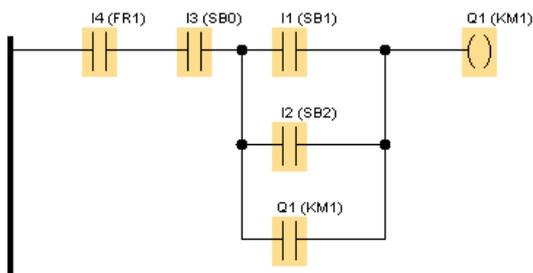
### Direccionamiento

- Entradas: I1.....I12
- Salidas: O1.....O8

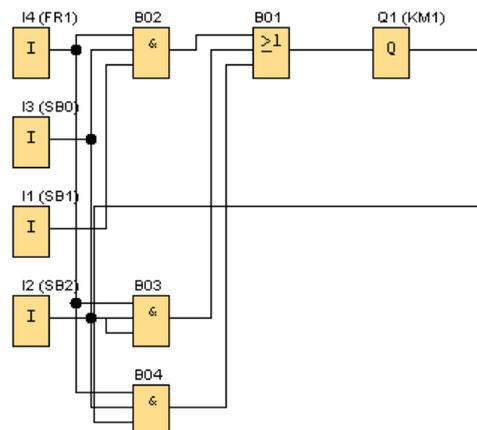
## 8.3. Programación de un LOGO.

✚ La programación del LOGO se realiza utilizando un lenguaje gráfico de funciones (FUP) o mediante diagrama de contactos (KOP).

### Diagrama de contactos



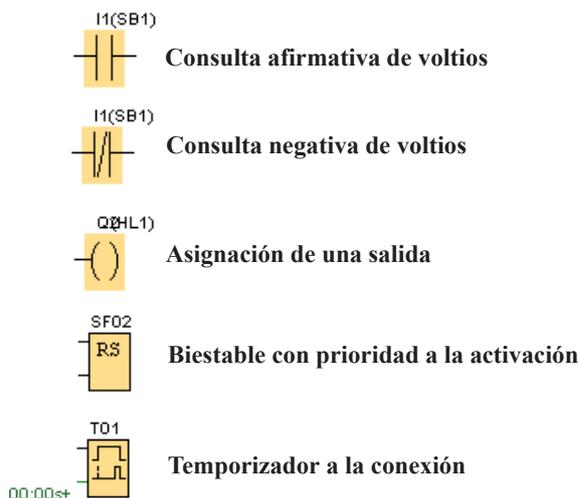
### Diagrama de funciones



### 8.3. Programación de un LOGO.

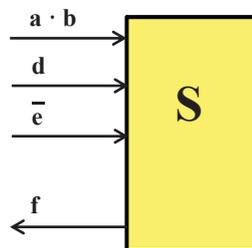
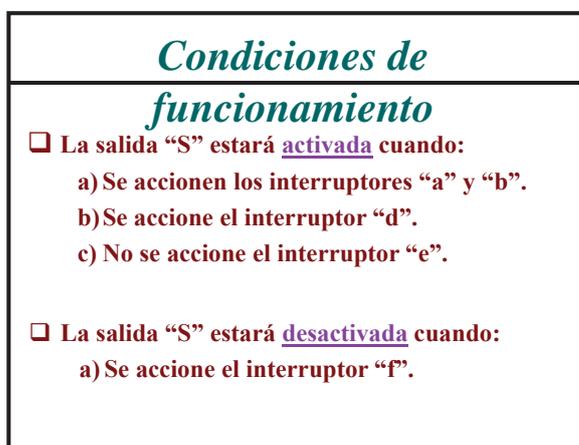
#### ✚ Funciones y bloques.

El número de funciones y bloques depende del tipo de LOGO utilizado. En el curso únicamente vamos a utilizar funciones simples, y que son suficientes para programar los ejercicios que se han desarrollado con anterioridad en la tecnología cableada.



### 8.3. Programación de un LOGO.

#### ✚ Ejemplo de Aplicación de sistemas SIN MEMORIA o COMBINACIONALES

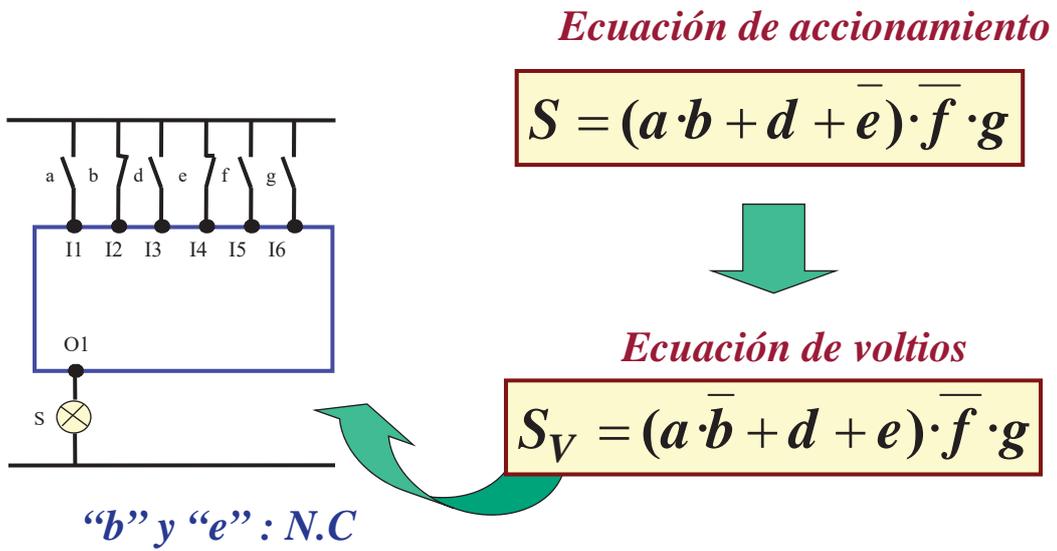


**Ecuación de accionamiento**

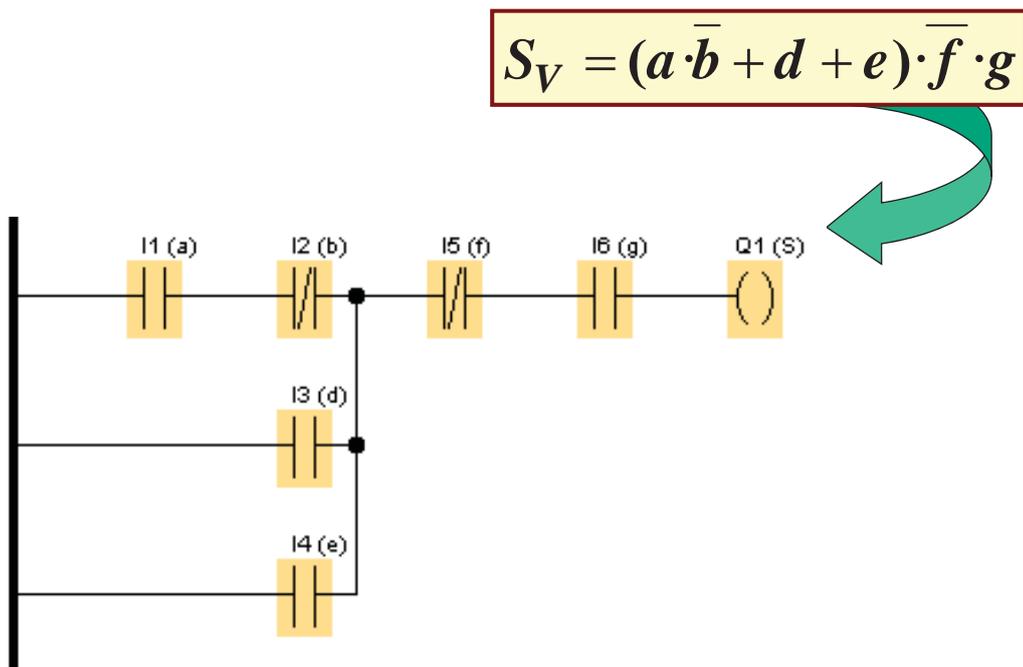


$$S = (a \cdot b + d + \bar{e}) \cdot \bar{f}$$

### 8.3. Programación de un LOGO.



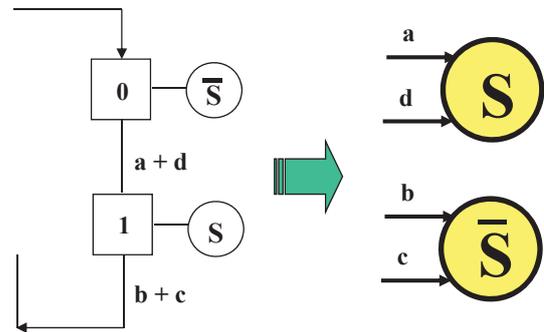
### 8.3. Programación de un LOGO.



### 8.3. Programación de un LOGO.

#### ✚ Ejemplo de aplicación.

Condiciones de funcionamiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Al pulsar "a" o "d" se activa "S".</li> <li>❑ Al pulsar "b" o "c" se desactiva "S"</li> </ul>



#### Utilizando realimentación

$$S = (S + a + d) \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

#### Ecuaciones de accionamiento

$$S = a + d$$

$$\bar{S} = b + c$$

#### Utilizando planteamiento biestable

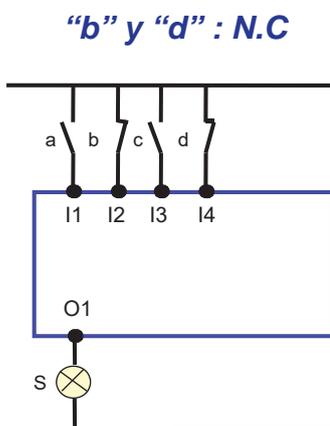
### 8.3. Programación de un LOGO.

#### ✚ Ejemplo de aplicación.

**A: Utilizando realimentación**

#### *Ecuación de accionamiento*

$$S = (S + a + d) \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

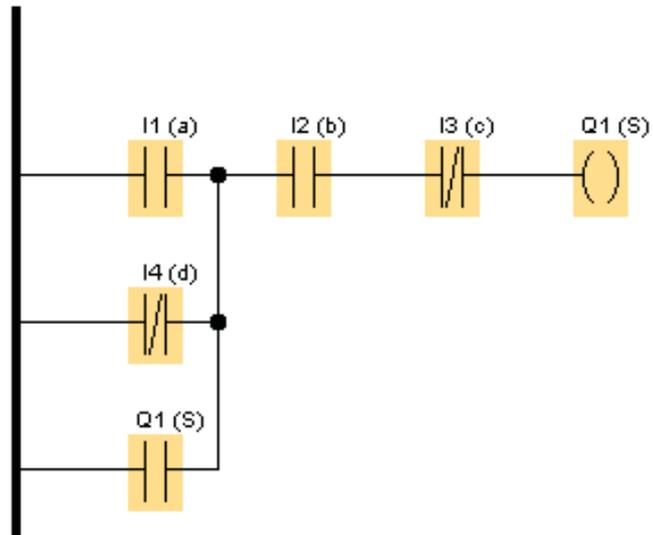


#### *Ecuación de voltios*

$$S_V = (S + a + \bar{d}) \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

### 8.3. Programación de un LOGO.

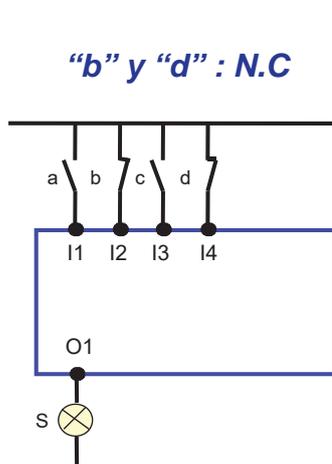
#### A: Utilizando realimentación



### 8.3. Programación de un LOGO.

#### ✚ Ejemplo de aplicación.

#### B: Utilizando Biestable



#### Ecuaciones de accionamiento

$$S = a + d$$

$$\bar{S} = b + c$$

#### Ecuaciones de voltios

$$S_V = a + \bar{d}$$

$$\bar{S}_V = \bar{b} + c$$

### 8.3. Programación de un LOGO.

#### B: Utilizando Biestable

