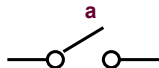


Álgebra de Boole (Relés y ecuaciones en el mundo industrial)

Variables y funciones lógicas en el mundo real

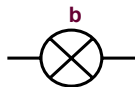
- **Interruptor modelado como una variable lógica (a)**

- Interruptor cerrado $\rightarrow a = 1$
- Interruptor abierto $\rightarrow a = 0$
- a es la variable asociada al interruptor

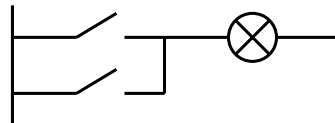


- **Bombilla modelada como una variable lógica (b)**

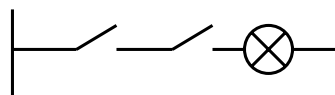
- Bombilla encendida $\rightarrow b = 1$
- Bombilla apagada $\rightarrow b = 0$



- **Función O con interruptores**



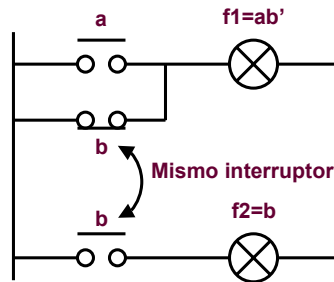
- **Función Y con interruptores**



- **Comprobar las tablas de la verdad**

Función complemento

- Se puede realizar la función complemento de forma mecánica: se dispone de la variable complementada y sin complementar mecánicamente (contacto abierto, contacto cerrado).
- En muchos casos resulta difícil con interruptores y sin provocar cortocircuitos realizar la función complemento: manejar $f1$ y $f1'$ en el mismo circuito, donde $f1'$ se ha construido a partir de $f1$. En estos casos se necesitan relés (caso de circuito eléctrico).



Lógica positiva/Lógica negativa

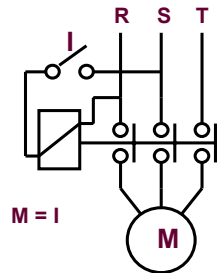
- Si una variable lógica está a 1 significa que la acción o estado asociado a dicha variable se está cumpliendo. Si es 0 indica que no se cumple.
 - En electrónica 1 significa tensión positiva (típico 5V) y 0 significa tensión cero o tensión negativa.
 - Interruptor abierto igual a 0.
 - Interruptor cerrado igual a 1.
- Lo anterior es una convención. Se puede cambiar 0 por 1.
 - Lógica negativa: 1 - 0 voltios, 0 - 5 voltios.
 - 1 - Interruptor abierto 0 - Interruptor cerrado. Típico para detectar fallos de alimentación.



Relés y contactos

- Relé: todo dispositivo que utilizando, ya sea un impulso eléctrico que le es enviado a distancia, o la acción de otros fenómenos ajenos (como presión, temperatura, etc) actúa de modo automático como interruptor, accionando o desconectando un circuito.
- De modo manual o automático retorna a su posición inicial, una vez terminada la acción del impulso del accionador; a esta operación se le llama rearme o desbloqueo.
- Clasificación:
 - Relés: gobiernan circuitos de baja potencia.
 - Contactores: circuitos de alta potencia.

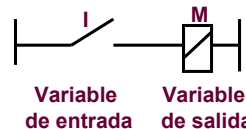
Esquema eléctrico



Ecuación lógica

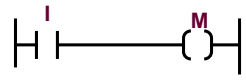
$M = I$

Esquema de relés



Variable de entrada Variable de salida

Esquema de contactos



Contacto Bobina

Relé con más detalle

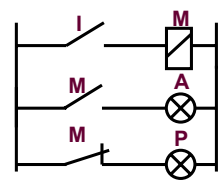
Ecuación lógica

$M = I$

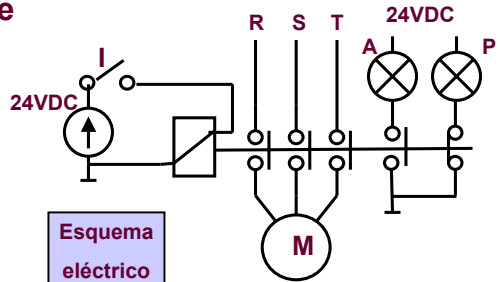
$A = I$

$P = I'$

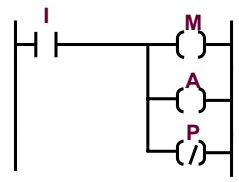
Esquema de relés



Esquema eléctrico



Esquema de contactos

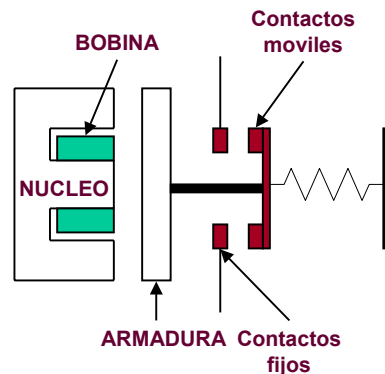


Tipos de relés y estructura

- **Calsificación según tecnología:**
 - Electromagnéticos
 - Neumáticos
 - Térmicos
 - Electrónicos
- **Clasificación según misión:**
 - Instantáneos
 - Temporizados
- **En automatismos industriales tienen dos funciones:**
 - Separación galvánica.
 - Elemento de memoria (se contará más adelante)
- **Partes de un relé (contactor)**
 - Contactos principales
 - Cierre o apertura del circuito principal.
 - Contactos auxiliares
 - Gobierno del contactor y su señalización.
 - Circuito electromagnético
 - Sistema de soplado
 - Apaga el arco al abrir el circuito. Aunque se separen los contactos, la corriente sigue pasando a través del aire ionizado, cuando la carga es inductiva. Esto aumenta la resistencia y por tanto el calor originado, que puede dañar los contactos.
 - Soporte o estructura del aparato.

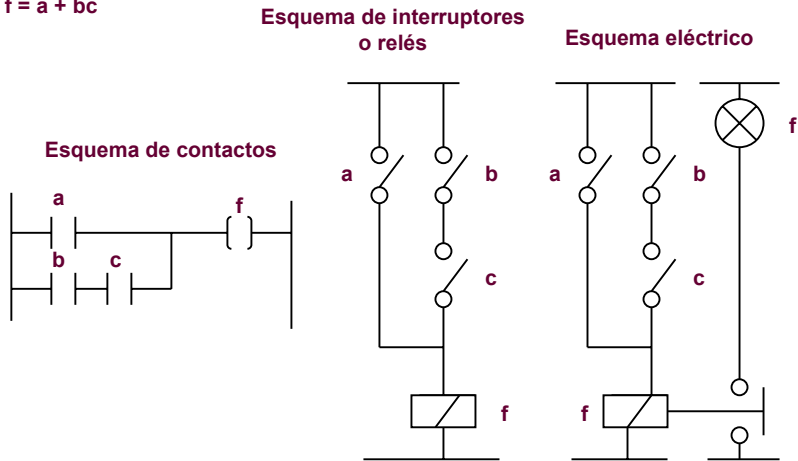
Circuito electromagnético de un relé

- **Puede trabajar en continua o en alterna.**
- **Estructura:**
 - Núcleo
 - Chapa magnética aislada
 - Armadura
 - Chapa magnética aislada
 - Bobina
 - En alterna se coloca una espira de sombra para evitar la vibración por los pasos por 0 de la corriente alterna.
- **Los contactos pueden estar normalmente abiertos o normalmente cerrados. Permite realizar la operación complemento fácilmente.**



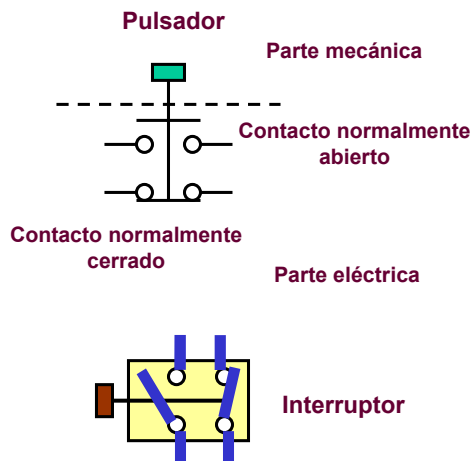
Ejemplo combinacional con contactos y bobinas I

$$f = a + bc$$



Pulsadores, interruptores y contactos.

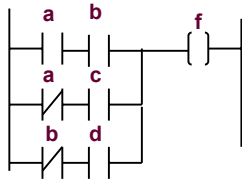
- Pulsadores sólo se mantiene la acción mientras se pulsa.
- Interruptores: la acción se mantiene después de conmutar.
- Contactos: mecánicamente acoplado al pulsador/ interruptor se pueden colocar contactos que cambian al cambiar el estado del pulsador/interruptor.
 - Normalmente abierto.
 - Normalmente cerrado



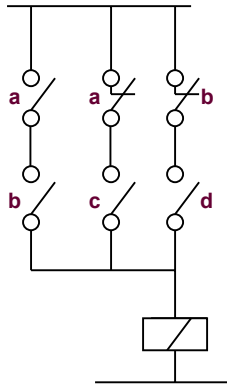
Ejemplo combinacional con contactos y bobinas II

$$f = ab + a'c + b'd$$

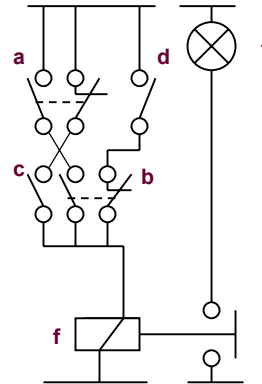
Esquema de contactos



Esquema de interruptores o relés

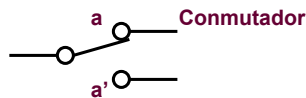


Esquema eléctrico

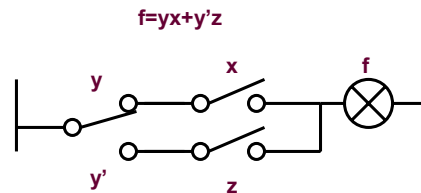


Variables negadas con interruptores

- Una variable asociada a un interruptor no puede ser 0 y 1 simultáneamente, si no es un doble interruptor con un contacto normalmente abierto y otro normalmente cerrado

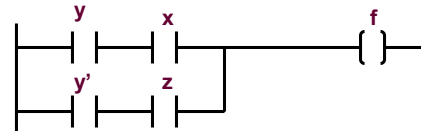
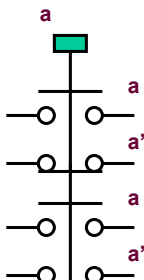


Esquema eléctrico



$$f = yx + y'z$$

Esquema de contactos



Funciones lógicas y la práctica

- **Una función lógica de más de 4 variables es común en la práctica**
 - Ir por la tabla de la verdad y obtener la función lógica es inviable.
 - Imposible de aplicar Karnaugh.
 - Hay programas para simplificar (orientados al diseño digital).
- **Solución práctica**
 - Obtener directamente desde la especificación del problema una función lógica representativa que, por supuesto, no será la óptima
 - Refleja directamente el funcionamiento del sistema
 - A veces, aplicando Karnaugh aparecen expresiones que son difíciles de interpretar desde el punto vista del sistema a controlar
- **Problema de escribir la función lógica directamente**
 - ¿Habré contemplado todos los casos?
 - Ejemplo: Poner en marcha un motor cuando no se debe
 - Muy grave si hay un obrero manipulándolo
 - Con la tabla no había problemas porque se contemplaban todos los posibles valores de las entradas
- **Solución:**
 - Intentar prevenir que la función tome valor 1 en casos indeseados.
 - ¿Cómo? Analizando y separando las condiciones de parada

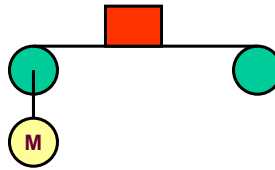
Escribir funciones lógicas de control en la práctica

- **Primero: Analizar las condiciones bajo las cuales no debe funcionar el sistema**
 - Si ninguna de estas condiciones se cumple entonces es posible arrancar el sistema
 - Ejemplo:
 - No arrancar el motor si está activado su relé térmico de temperatura
 - No poner en marcha una bomba si no hay agua en su depósito
- **Segundo: Analizar las condiciones que hacen que el sistema funcione (1 lógico) cuando no hay ninguna condición de parada activa.**
 - Ejemplo:
 - Interruptor de arranque
 - Pieza en la posición correcta
- **Formato de la función lógica final:**

$$f = \text{CondiciónParada1}' * \text{CondiciónParada2}' * \dots * (\text{Condición Arranque1} + \text{CondiciónArranque2} + \dots)$$
 - Si no se cumple ninguna de las condiciones de parada y se cumple alguna de las condiciones de arranque se pone en marcha el sistema

Ejemplo

- **Una cinta transportadora que se pone en marcha al pulsar el pulsador de arranque o cuando recibe una orden de arranque remota**
 - PA: Pulsador de arranque
 - RA: señal remota de arranque
 - M: señal arranque motor
- **La cinta no debe funcionar si el motor tiene sobrecalentamiento**
 - TM: contacto relé térmico motor. Se abre el contacto cuando hay sobrecalentamiento



$$M = TM(PA+RA)$$