

LA LÓGICA CABLEADA

Para desarrollar esquemas, de forma sencilla, conviene recurrir al álgebra de Boole.

¿Quién fue su artífice?

Breve historia



George Boole

George Boole nació el 2 de noviembre de 1815 en Lincoln, Lincolnshire, Inglaterra. Realizó sus estudios, primero en una escuela local y luego en una escuela de comercio. Su padre le inició desde muy joven en matemáticas y le enseñó como construir instrumentos ópticos. A la edad de doce años tradujo una oda escrita en latín del poeta Horacio. A los dieciséis años fue asistente de un maestro.

A pesar de que su curiosidad se centraba en los idiomas, en 1835, abrió una escuela y empezó a estudiar matemáticas por su cuenta. Examinó los trabajos de Laplace y Lagrange y a partir de notas de los mismos realizó su primera obra.

Duncan Gregory, editor del periódico matemático en Cambridge le propuso estudiar en la universidad, a lo que Boole tuvo que negarse debido a que el dinero que obtenía de la escuela lo utilizaba para mantener a sus padres. Publicó un trabajo acerca de ecuaciones diferenciales, que le hizo merecedor de una medalla otorgada por la Sociedad Real.

En 1849, obtuvo el puesto de director de matemáticas en la Universidad Queens y allí trabajó durante el resto de su vida.

En 1854 publicó sus estudios sobre las teorías matemáticas de lógica y probabilidad. Boole redujo la lógica a una forma de álgebra sencilla, naciendo así lo que se conoce como álgebra booleana, que influyó, de forma notable, en el desarrollo de los circuitos eléctricos y en la informática.

Fue galardonado con honores de la universidad de Dublín y Oxford, siendo elegido miembro de la Sociedad Real en 1857. Su esposa Mary, era sobrina de Sir George Everest, de quien se le dio el nombre al Monte Everest.

Murió de pulmonía, a los 49 años, el 8 de diciembre de 1864 en Ballintemple, County Cork, Irlanda.

Utilidad del álgebra de Boole.

Para interpretar lo que se presenta a continuación, sólo será necesario saber que en un contacto caben dos estados, uno, activado o cerrado, al que asignamos con la cifra 1 y otro inactivado o abierto, al que asignamos con la cifra 0.

Para simplificar el resultado interesa hacer un extracto del mismo, recurriendo a "la tabla de la verdad", que no es ni más ni menos que un reflejo de las anotaciones que suelen hacerse cuando realizamos un juego de lógica.

Puerta lógica

Una puerta o compuerta lógica, es la expresión física en la lógica de conmutación. Cada puerta lógica consiste en una red de dispositivos interruptores.



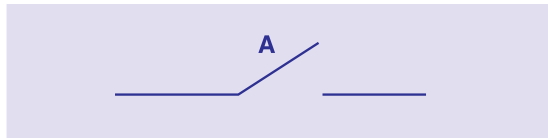
Podemos trabajar y experimentar con relés o interruptores electromagnéticos para conseguir las condiciones de cada compuerta lógica.

Por ejemplo, para la función Y (AND) colocamos interruptores en serie.

Basta que uno de éstos tenga la condición de «abierto», para que la salida de la compuerta Y sea = 0, mientras que para la ejecución de una compuerta O (OR), la conexión de los interruptores debe ser en paralelo.

LÓGICA DIRECTA

Puerta SI (IF)



Símbolo de la función lógica **SI**.

Función

La puerta lógica **SI**, realiza la función igualdad.

Ecuación

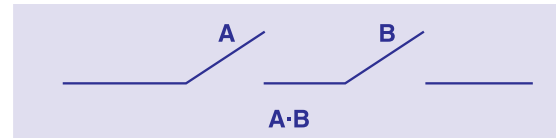
La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta **SI** es:

$$F = A$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta SI	
Entrada A	Salida A
0	0
1	1

Puerta Y (AND)



Símbolo de la función lógica **Y**.

Su símbolo es un punto (\cdot), aunque se suele omitir. Así, el producto lógico de las variables A y B se indica como AB, y se lee A y B o simplemente A por B.

Función

La puerta lógica Y, más conocida por su nombre en inglés AND, realiza la función de producto lógico.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta AND es:

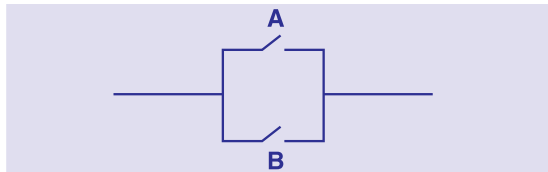
$$F = AB$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta AND		
Entrada A	Entrada B	Salida AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Su definición se puede dar, como una compuerta que entrega un 1 lógico sólo si todas las entradas están a nivel alto 1.

Puerta O (OR)



Símbolo de la función lógica **O**.

La puerta lógica **O**, más conocida por su nombre en inglés OR, realiza la operación de suma lógica.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta OR es:

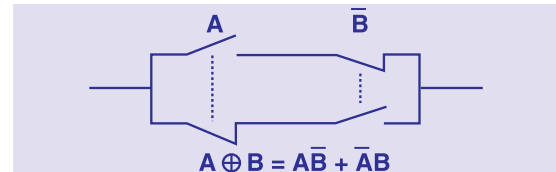
$$F = A + B$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta OR		
Entrada A	Entrada B	Salida A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Podemos definir la puerta O como aquella que proporciona a su salida un **1** lógico si al menos una de sus entradas está a **1**.

Puerta OR-exclusiva (XOR)



Símbolo de la función lógica **O-exclusiva**.

La puerta lógica O-exclusiva, más conocida por su nombre en inglés XOR, realiza la función $A'B+AB'$. Su símbolo es el más (+) inscrito en un círculo.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta XOR es:

$$F = A \oplus B$$

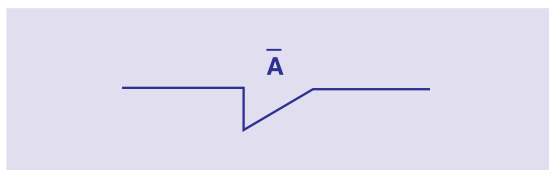
Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta XOR		
Entrada A	Entrada B	Salida A ⊕ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Se puede definir esta puerta como aquella que da por resultado uno, cuando los unos en las entradas son impares. Ej.: 1 y 0, 0 y 1 (en una compuerta de dos entradas).

LÓGICA NEGADA

Puerta NO (NOT)



Símbolo de la función lógica **NO**.

Función

La puerta lógica NO (NOT en inglés) realiza la función de inversión o negación de una variable lógica.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta NOT es:

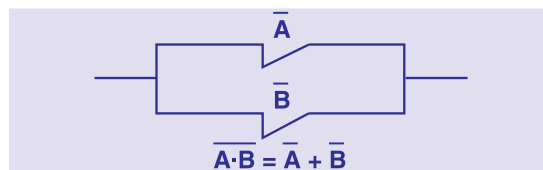
$$F = \bar{A}$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta NOT	
Entrada A	Salida \bar{A}
0	1
1	0

Se puede definir como una puerta que proporciona el estado inverso del que esté en su entrada.

Puerta NO-Y (NAND)



Símbolo de la función lógica **NO-Y**.

Función

La puerta lógica NO-Y, más conocida por su nombre en inglés NAND, realiza la operación de producto lógico negado.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta NAND es:

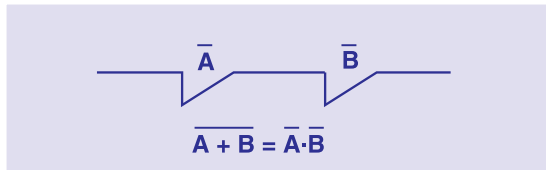
$$F = \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta NAND		
Entrada A	Entrada B	Salida $\overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Podemos definir la puerta NO-Y como aquella que proporciona a su salida un 0 lógico únicamente cuando todas sus entradas están a 1.

Puerta NO-O (NOR)



Símbolo de la función lógica **NO-O**.

La puerta lógica NO-O, más conocida por su nombre en inglés NOR, realiza la operación de suma lógica negada.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta NOR es:

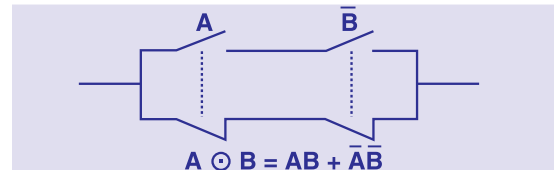
$$F = \overline{A + B} = \overline{A} \times \overline{B}$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta OR		
Entrada A	Entrada B	Salida $\overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Podemos definir la puerta NO-O como aquella que proporciona a su salida un 1 lógico sólo cuando todas sus entradas están a 0. La puerta lógica NOR constituye un conjunto completo de operadores.

Puerta equivalencia (XNOR)



Símbolo de la función lógica **equivalencia**.

La puerta lógica **equivalencia**, más conocida por su nombre en inglés XNOR, realiza la función booleana $AB + A'B'$. Su símbolo es un punto (·) inscrito en un círculo.

Ecuación

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta XNOR es:

$$F = \overline{A \oplus B}$$

Su tabla de verdad es la siguiente:

Tabla de verdad puerta XNOR		
Entrada A	Entrada B	Salida $\overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Se puede definir esta puerta como aquella que proporciona un 1 lógico, sólo si las dos entradas son iguales, esto es, 0 y 0 ó 1 y 1.

Con lo visto anteriormente ya podemos dedicarnos a la representación de esquemas.

TEORÍA BÁSICA DEL MOTOR ELÉCTRICO

Introducción

Gracias al motor eléctrico se ha conseguido reducir notablemente el trabajo que realiza el hombre para su supervivencia.

El motor eléctrico es un dispositivo simple, en principio, que convierte energía eléctrica en energía mecánica.

Con el paso de los años, los motores eléctricos han cambiado substancialmente en diseño, no obstante los principios básicos de operación han seguido siendo iguales.

Mencionaremos los fenómenos de magnetismo y los principios básicos del motor de C.A.

Magnetismo

Sabemos que un imán permanente atraerá objetos de metal cuando el objeto está cerca o en de contacto con dicho imán. El imán puede hacer esta función permanentemente debido a su fuerza magnética propia, definida como "campo magnético". En la Figura **a**, el campo magnético de dos imanes permanentes se representa por las "líneas del flujo". Estas líneas del flujo nos ayudan a visualizar el campo magnético de cualquier imán aunque sean invisibles (podemos materializarlas espolvoreando limaduras de hierro sobre un papel y acercándolo al campo magnético). Las líneas del flujo se dibujan con la dirección indicada, es decir, del polo N al polo S.

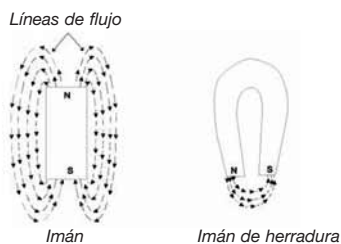


Figura a. Las líneas del flujo de un campo magnético viajan del polo N al polo S.

El número de líneas del flujo varía de un campo magnético a otro. Cuanto más fuerte es el campo magnético, mayor es el número de las líneas del flujo que se dibujan para representar el campo magnético.

Un campo magnético similar se produce alrededor de un conductor eléctrico, cuando circula corriente a través del mismo, Figura **b-1**.

Sus líneas del flujo definen el campo magnético en forma de círculos concéntricos alrededor del conductor. La "regla de la mano izquierda" véase la Figura **b-2**, indica que si se señala con el pulgar de la mano izquierda la dirección de la corriente, los dedos señalarán la dirección que presenta el campo magnético.

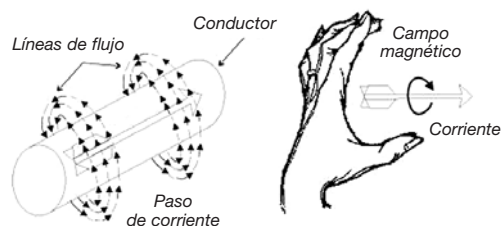


Figura b. El paso de corriente eléctrica en un conductor genera un campo magnético representado por las líneas concéntricas de flujo alrededor del conductor.

Cuando el conductor conforma una bobina (véase Figura **c**), todas las líneas individuales del flujo producidas por cada sección del mismo forman un gran campo magnético alrededor de la bobina. Igual que en el imán permanente, estas líneas del flujo salen del norte de la bobina y vuelven a entrar en la bobina por el polo sur. El campo magnético de una bobina es mucho

mayor que el campo magnético generado alrededor de un simple conductor antes de integrarse en aquella.

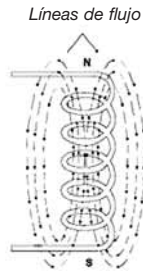


Figura c. Las líneas magnéticas que genera un conductor, en forma de bobina, salen del polo N y entran al polo S.

Este campo magnético alrededor de la bobina puede reforzarse aún más, enrollando ésta en un núcleo de hierro o metal similar, ya que el alma de metal presenta menos resistencia a las líneas del flujo que el aire. (Así es como se realiza la bobina del estator de un motor, bobina de hilo esmaltado de cobre sobre chapas de hierro).

El hecho de que un campo magnético sea producido por una bobina significa que, cuando se invierte la corriente, los polos cambian de situación debido al cambio de dirección del flujo magnético (véase Figura d). Si este fenómeno magnético no se presentara, el motor de CA no existiría.

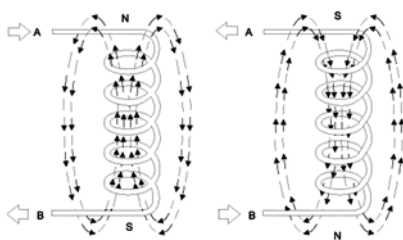


Figura d. Los polos de una bobina electromagnética cambian cuando la dirección del flujo cambia.

Propulsión magnética de un motor

El principio de actuación de los motores se puede demostrar fácilmente usando dos electroimanes y un imán permanente. La corriente pasa a través de la bobina No. 1 en dirección al polo Norte y a través de la bobina No. 2 en dirección al polo Sur. Un imán permanente con un polo Norte y Sur es la pieza móvil de este motor simple. En la figura e-A el polo Norte del imán permanente está enfrente del polo Norte del electroimán. De manera semejante, los polos Sur están uno enfrente del otro. Como los polos magnéticos iguales se rechazan, el imán permanente empieza a girar. Cuando la fuerza de atracción entre los polos opuestos llega a ser lo suficientemente fuerte, el imán gira permanente. El imán giratorio continúa cambiando de dirección hasta que los polos opuestos se alinean. En este punto el rotor normalmente se detendría por la atracción entre los polos diferentes (Figura e-B).

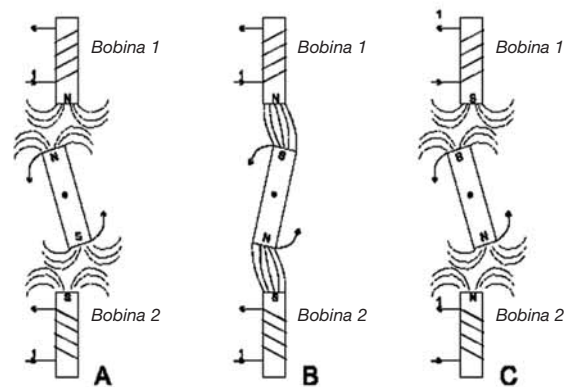


Figura e. Propulsión magnética del motor.

Sí la dirección de la corriente en las bobinas electromagnéticas es invertida repentinamente, se invierte la polaridad de las dos bobinas. Los polos otra vez serán iguales y se repelerán entre ellos. (Figura e-C). Por lo tanto, el imán permanente continuaría rotando.

Este dispositivo sencillo es un motor en su forma más simple. Un motor real es más complejo, y, sin embargo, el principio es igual.

Operación básica del motor de CA

Un motor de CA tiene dos partes eléctricas básicas: un "estator" y un "rotor", como se muestra en la Figura *f*. El estator está en la parte fija. Consiste en un grupo de electroimanes individuales dispuestos de una manera tal que formen un cilindro hueco, con un polo de cada cara de los imanes hacia el centro del grupo. El término, "estator" se deriva de la palabra estático. El rotor es la parte que gira, que consiste en un grupo de electroimanes dispuestos alrededor de un cilindro, con sus polos haciendo frente a los polos del estator. El rotor se localiza dentro del estator y montado en el eje del motor. El término "rotor" se deriva de la palabra rotar. Si cambiamos progresivamente la polaridad de los polos del estator, de una manera tal que su campo magnético combinado rote, el rotor seguirá girando con el campo magnético del estator.

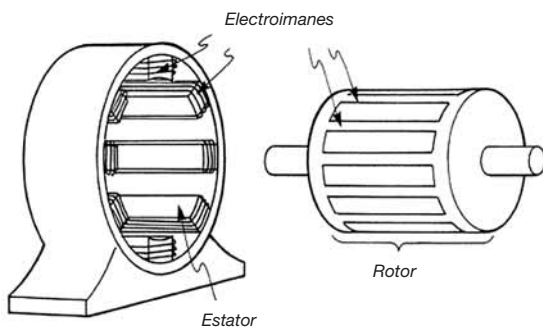


Figura f. Componentes eléctricos básicos de un motor de CA.

En la Figura *g* se muestra como van rotando los campos magnéticos del estator. De acuerdo con la figura, el estator tiene seis polos magnéticos y el rotor tiene dos polos. En el tiempo 1, los polos A-1 del estator y el C-2 son polos Norte y los polos opuestos, A-2 y C-1, son los polos sur. El polo S del rotor es atraído por los dos polos N del estator y el polo N del rotor es atraído por los dos polos del sur del estator. En el tiempo 2, la polaridad de los polos del estator se cambia de modo que ahora el C-2 y

B-1 son los polos N y C-1 y B-2 son los polos S. El rotor se ve forzado a rotar 60 grados para alinearse con los polos del estator según lo demostrado en la figura. En el tiempo 3, B-1 y A-2 son los polos N. En el tiempo 4, A-2 y C-1 son los polos N. Al realizarse cada cambio, los polos del rotor son atraídos por los polos opuestos en el estator. En consecuencia, como el campo magnético del estator rota, el rotor se ve forzado a rotar con él.

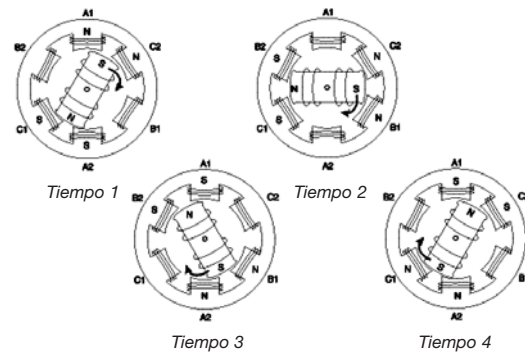


Figura g. Rotación del campo magnético de un motor de CA.

Motor trifásico.

Para producir un campo magnético que rota en el estator de un motor de CA trifásico, se necesita que las bobinas del estator estén correctamente conectadas a la fuente de alimentación de corriente. La conexión para un estator de 6 polos se muestra en la Figura *h*. Cada fase de la fuente de alimentación trifásica está conectada con los polos opuestos y las bobinas asociadas se bobinan en la misma dirección. Como

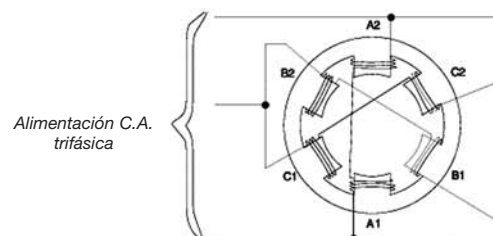
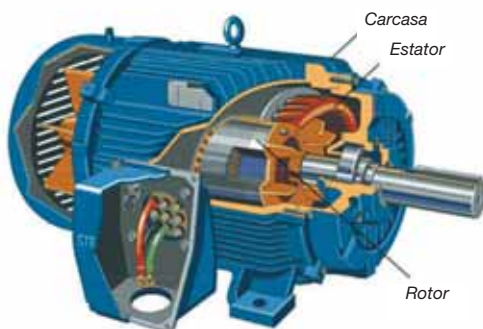


Figura h. Cómo se conecta a la red trifásica el interior de un motor con un estator de seis polos.

hemos visto en la Figura **d**, la polaridad de los polos del electroimán es determinada por la dirección de la corriente que circula por la bobina. Por consiguiente, si dos electroimanes opuestos del estator se bobinan en la misma dirección, la polaridad de los polos debe ser contraria. Por lo tanto, cuando el polo A1 es N, el polo A2 es S. Cuando el polo B1 es N, B2 es S y así sucesivamente.



Partes de un motor.

Los devanados que hemos visto en el interior del motor se conectan externamente de la forma siguiente, para dar lugar a los dos tipos posibles de conexión de un motor normal de jaula de ardilla.

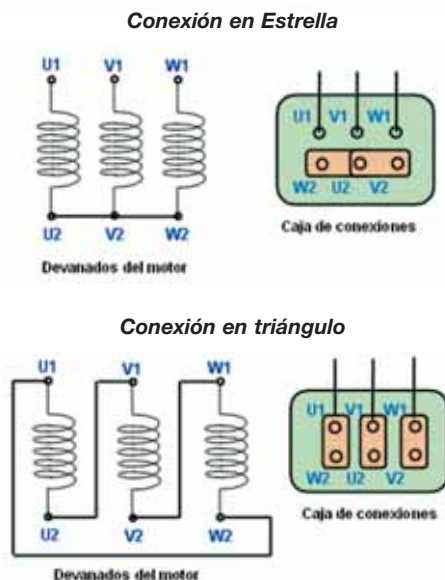


Figura i. Cómo se puede conectar a la red trifásica un motor.

La placa de bornes superior (conexión estrella) la conectaríamos a una red trifásica de 400 V. Y la de abajo a una red trifásica de 230 V.

Hasta este punto poco se ha dicho acerca del rotor. En los ejemplos anteriores, se ha asumido que los polos del rotor son bobinas como los polos del estator. Así es exactamente cómo funciona un motor de CA síncrono. Sin embargo, la mayoría de los motores de CA que son utilizados actualmente no son motores síncronos. En lugar de eso, los motores de inducción son los que prevalecen en la industria. ¿Cuál es la diferencia del motor de inducción? La gran diferencia es la manera en la que se provee la corriente al rotor. Ésta no es ninguna fuente de alimentación externa; en lugar de eso, se utiliza la técnica de inducción, que es un fenómeno natural que ocurre cuando un conductor (las barras de aluminio en el caso de un rotor, véase el Figura **j**) se mueve a través de un campo magnético existente o cuando un campo magnético se pasa a un conductor. En cualquier caso, el movimiento relativo provoca que la corriente eléctrica circule por el conductor. Esto se refiere al flujo "inducido". En otras palabras, en un motor de inducción el flujo del rotor no es causado por cualquier conexión directa de los conductores a una fuente de voltaje, sino por la influencia de los conductores del rotor que provocan el corte de las líneas del flujo producidas por los campos magnéticos del estator. La corriente inducida en el rotor da lugar a un campo magnético alrededor de los conductores del rotor según lo mostrado en la Figura **k**. Este campo magnético alrededor de cada conductor del rotor hará que cada conductor actúe como un imán permanente, según lo ya explicado. Como el campo magnético del estator es alterno debido al efecto de suministro de C.A. trifásica, el campo magnético inducido del rotor será atraído y seguirá la rotación. El rotor está conectado con el eje del motor, así que el eje rotará y conducirá la carga acoplada a éste.

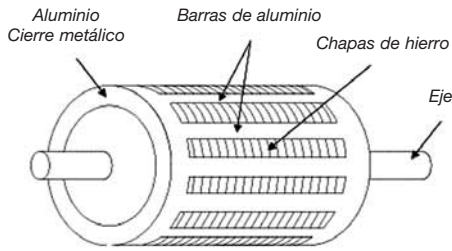


Figura j. Construcción de un rotor del motor de inducción de CA.

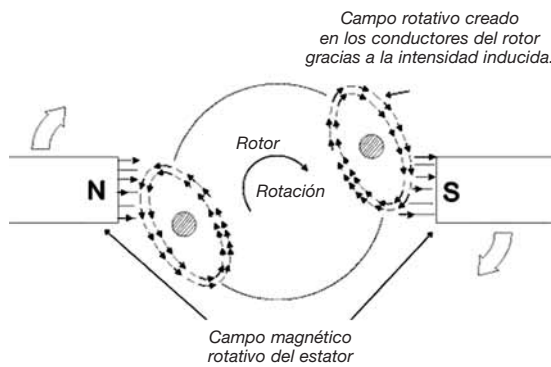


Figura k. Cómo el voltaje se induce en el rotor, dando por resultado un flujo en los conductores del rotor.

Más detalles sobre las diferencias entre el motor síncrono y asíncrono

Si giramos un imán en forma de U, con una velocidad n_s , alrededor de una brújula, observaremos que la velocidad n_1 , que adquiere la aguja será: $n_1 = n_s$.

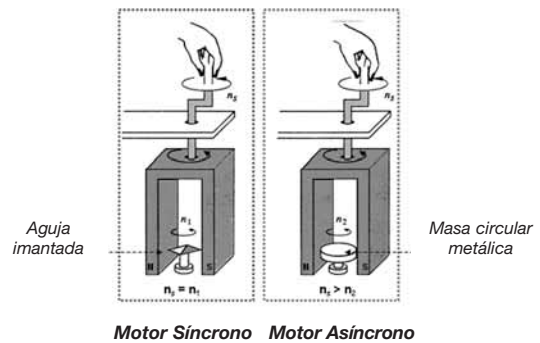
Estamos en presencia de un motor **síncrono**.

Si hacemos lo mismo sobre una masa circular metálica, la velocidad n_2 que esta adquiere es: $n_2 < n_s$.

Se trata de un motor **asíncrono**.

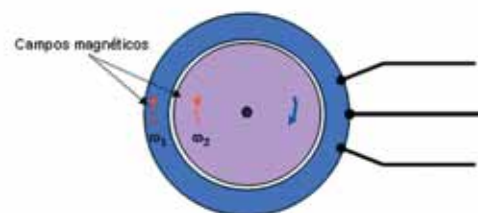
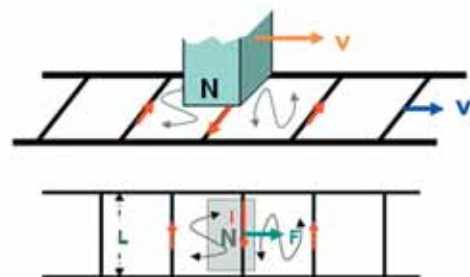
Hemos visto que el campo magnético rotativo induce un campo magnético en el rotor que se opone al primero, resultando un par que hace que el rotor gire en el mismo sentido del giro del campo magnético rotativo. Para que el campo magnético pueda producirse el rotor tiene que girar a

una velocidad un poco menor que la del campo magnético rotativo. Por esto, su velocidad de giro es siempre inferior a la velocidad de sincronismo, aumentando esa diferencia a medida que aumenta la carga resistente del motor.



El funcionamiento de un motor asíncrono trifásico se entiende muy bien con el símil de la escalera metálica. El imán, en su desplazamiento v , provoca una variación de flujo en los segmentos cerrados de la escalera, que inducen una fuerza electromotriz f.e.m., $e = - (d\phi/dt)$ que crea una intensidad y esta genera una fuerza $F = I LB$, que hace a la escalera desplazarse pero nunca a la velocidad del imán porque si lo hiciera no habría ni oposición, ni variación de flujo ni f.e.m. inducida, ni movimiento.

Hemos captado que la escalera es el desarrollo de la jaula de ardilla del inducido de un imán.



Sistemas de arranque de los motores asíncronos trifásicos de rotor en cortocircuito o jaula de ardilla.

Par de arranque

Suponiendo que un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se haga arrancar con el voltaje nominal (arranque a través de la línea), desarrollará un par de arranque que hará que aumente su velocidad.

Al aumentar su velocidad a partir del reposo (100 por cien de deslizamiento), disminuye el deslizamiento.

Esto hace que la velocidad aumente todavía más, reduciéndose en forma simultánea el deslizamiento y el par que desarrolla el motor de inducción.

Deslizamiento

El deslizamiento es la diferencia entre la velocidad de un motor de inducción y la velocidad de sincronismo.

La velocidad de sincronismo es:

$$n = 60 f/p$$

Donde:

- **f**: Frecuencia de la red a la que esta conectada la máquina (hercios).
- **p**: Número de pares de polos que tiene la máquina.
- **n**: Velocidad de sincronismo de la máquina (revoluciones por minuto).

Por ejemplo, si se tiene una máquina de cuatro polos (2 pares de polos) conectada a una red de 50 Hz (frecuencia típica en Europa), la máquina girará a 1500 r.p.m.

El deslizamiento de ese motor a 1460 r.p.m sería $1500 - 1460 = 40$ r.p.m.

El deslizamiento depende de la carga del motor.

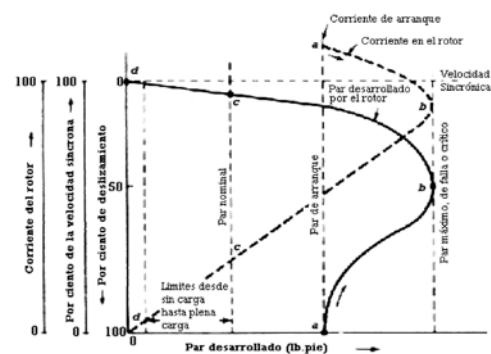
Las cargas más grandes producen más deslizamiento y por eso velocidades más bajas.

El par desarrollado en el arranque y el valor del deslizamiento que produce el par

máximo exceden (en el caso normal) al par resistente. Por lo tanto la velocidad del motor aumentará, hasta que el valor del deslizamiento sea tan pequeño que el par que se desarrolla se reduzca a un valor igual al par resistente.

El motor continuará trabajando a esta velocidad y valor de equilibrio del deslizamiento hasta que aumente o disminuya el par aplicado.

En la figura se muestra la relación entre los pares de arranque, máximo y nominal a plena carga que desarrolla un motor de inducción, en función de la velocidad de éste y del deslizamiento. Se indica la corriente y el par desarrollados en el rotor del motor y el valor del deslizamiento desde el instante del arranque (punto a) hasta la condición de funcionamiento en estado estable (en general entre marcha en vacío y marcha a plena carga, puntos c y d) cuando los pares desarrollado y aplicado son iguales.



Curva Característica.

Cuando se conecta un motor de estas características directamente a la red, éste absorbe una intensidad muy fuerte de la línea en el momento del arranque, lo que puede afectar no sólo a la duración de los aparatos de conexión, sino a las líneas que suministran energía eléctrica.

Estas fuertes corrientes sobrecargan las líneas de distribución, pudiendo producir caídas de tensión y calentamiento en los conductores de las mismas. Por esta razón, las compañías de energía prescriben reglamen-

taciones para reducir dichas corrientes de arranque a unos valores que sean aceptables.

El arranque directo está permitido para motores que posean una potencia inferior a 5,5 Kw.

Una forma de reducir la corriente de arranque es reducir la tensión aplicada al motor, con ello también se disminuye el par efectivo de arranque, ya que al disminuir la tensión, el flujo del estator también disminuye y con él la f.e.m. inducida en el rotor y la intensidad rotórica. El par de arranque disminuye con el cuadrado de la tensión.

Existen diferentes métodos para reducir la corriente de arranque disminuyendo la tensión:

- **arranque estrella-triángulo:**

Es uno de los métodos más conocidos. Consiste en conectar primero el motor en estrella para, una vez arrancado, conmutar a la conexión en triángulo. Para que esto se pueda llevar a cabo, se debe utilizar un motor que esté preparado para funcionar a la tensión inferior conectado en triángulo. Así, por ejemplo, un motor de 230/400 podrá ser arrancado en una red de 230 V.

Si a un motor de las características indicadas se le conecta primero en estrella, cada una de las bobinas del mismo quedará sometida a una tensión, inferior que si hubiese conectado en triángulo. Con ello se consigue que la intensidad en el

arranque quede disminuida casi a la tercera parte respecto al arranque directo en conexión en triángulo. El par también queda reducido a la tercera parte, lo que conviene tenerlo en cuenta si el motor arranca con toda la carga. Por esta razón, conviene que el motor arranque en vacío o con poca carga.

- **arranque con resistencias estáticas:**

Consiste en reducir la tensión que producen unas resistencias conectadas en serie con el estator. Este sistema tiene el inconveniente de que consigue disminuir la corriente en función lineal de la caída de tensión producida. Sin embargo, el par queda disminuido con el cuadrado de la caída de tensión, por lo que su aplicación, se ve limitada a motores en los que el momento de arranque resistente, sea bajo.

- **arranque por autotransformador:**

Consiste en conectar un autotransformador en la alimentación del motor, de esta forma se consigue reducir la tensión de entrada y con ella la corriente de arranque. El par de arranque queda reducido en este caso en la misma proporción que la corriente, es decir, al cuadrado de la tensión reducida.

Este sistema proporciona una buena característica de arranque, aunque posee el inconveniente de su alto precio.



Corriente de carga nominal de los motores asíncronos

Motores monofásicos				Motores trifásicos 4 polos 50/60 Hz							
kW	HP	220 V A	240 V A	kW	HP	230 V A	400 V A	415 V A	440 V A	500 V A	690 V A
0,37	0,5	3,9	3,6	0,37	0,5	2	0,98	-	0,99	1	-
0,55	0,75	5,2	4,8	0,55	0,75	2,8	1,5	-	1,36	1,21	-
0,75	1	6,6	6,1	0,75	1	3,6	1,9	2	1,68	1,5	-
1,1	1,5	9,6	8,8	1,1	1,5	5,2	2,5	2,5	2,37	2	-
1,5	2	12,7	11,7	1,5	2	6,8	3,4	3,5	3,06	2,6	-
1,8	2,5	15,7	14,4	2,2	3	9,6	4,8	5	4,42	3,8	-
2,2	3	18,6	17,1	3	4	11,5	6,3	6,5	5,77	5	-
3	4	24,3	22,2	3,7	5	15,2	-	-	-	-	-
4	5,5	29,6	27,1	4	5,5	-	8,1	8,4	7,9	6,5	-
4,4	6	34,7	31,8	5,5	7,5	22	11	11	10,4	9	-
5,2	7	39,8	36,5	7,5	10	28	14,8	14	13,7	12	-
5,5	7,5	42,2	38,7	9	12	-	18,1	17	16,9	13,9	-
6	8	44,5	40,8	11	15	42	21	21	20,1	18,4	12,1
7	9	49,5	45,4	15	20	54	28,5	28	26,5	23	16,5
7,5	10	54,4	50	18,5	25	68	35	35	32,8	28,5	20,2
				22	30	80	42	40	39	33	24,2
				30	40	104	57	55	51,5	45	33
				37	50	130	69	66	64	55	40
				45	60	154	81	80	76	65	46,8
				55	75	192	100	100	90	80	58
				75	100	248	131	135	125	105	75,7
				90	125	312	162	165	146	129	94
				110	150	360	195	200	178	156	113
				132	180	-	233	240	215	187	135
				147	200	480	222	260	236	207	128
				160	220	-	285	280	256	220	165
				185	250	600	-	-	-	-	-
				200	270	-	352	340	321	281	203
				220	300	720	388	385	353	310	224
				250	350	840	437	425	401	360	253
				280	380	-	-	-	-	-	-
				315	430	-	555	535	505	445	321
				335	450	1080	-	-	-	-	-
				355	480	-	605	580	549	500	350
				375	500	1200	-	-	-	-	-
				400	545	-	675	650	611	540	390
				450	600	1440	800	-	-	-	-
				500	680	-	855	820	780	680	494
				560	-	-	950	920	870	760	549
				630	-	-	1045	1020	965	850	605
				710	-	-	1200	1140	1075	960	694
				800	1090	-	-	1320	1250	1100	-
				900	1220	-	-	1470	1390	1220	-

TEMPORIZADORES



Trataremos de explicar el funcionamiento básico de los distintos tipos de temporizadores con los que nos vamos a encontrar. Hemos pasado de funciones muy simples, desde su puesta en escena, a otras variadísimas y complejas que facilitan muchas tareas repetitivas.

Como ejemplo indicaremos que hace unos 30 años era difícil encontrar un temporizador pausa-impulso regulable.

Hoy en día la propuesta de modelos de los fabricantes es inmensa, incluso no todos coinciden en el mismo tipo de fabricados.

Por este motivo aconsejamos a nuestros lectores consultar catálogos actualizados para localizar su necesidad y solicitarla con acierto.

Introducción

El temporizador es un elemento que incorpora, normalmente, un contacto conmutador temporizado, y algún contacto más, como luego veremos. Lleva también una escala de tiempo, de fácil manipulación.

Seleccionando, en una especie de dial, un valor de tiempo, una vez conectado y transcurrido ese lapso, se produce la conmutación y así queda el conjunto hasta que se produzca una desconexión del aparato, al pulsar el paro de la maniobra, o por una ausencia de tensión o porque se ha creado otra situación peligrosa, que obliga a desconectar y a analizar la maniobra, por ejemplo el disparo del térmico.

El temporizador es un tipo de relé, con la diferencia sobre estos, que sus contactos no cambian de posición instantáneamente, sólo una vez transcurrido el tiempo marcado de antemano.

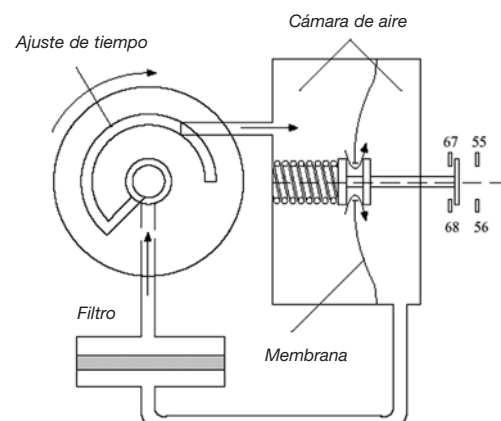
Modelos

Existen infinidad de modelos:

1. Temporizadores neumáticos

El más simple es el **neumático**, cuyo símil puede ser una ventosa en la que practicamos un pequeño orificio que obligará a desprenderse de la superficie donde está adherida, al cabo de un tiempo.

Cuanto mayor sea la sección de ese orificio el tiempo que tardará en desprenderse será menor.



*Temporizador neumático al trabajo.
Comienzo de la temporización.*

Pero vamos a analizarlo con más detenimiento:

El funcionamiento real del temporizador neumático está basado en la acción de un fuelle que se comprime al ser accionado por el electroimán.



Al tender el fuelle a ocupar su posición de reposo la hace lentamente, ya que el aire ha de entrar por un pequeño orificio, de diámetro variable que al modificar su tamaño cambia el tiempo de recuperación del fuelle y por lo tanto la temporización.

Consta esencialmente de las siguientes partes:

- Un filtro por donde penetra el aire comprimido, un vástago de latón.
- Un fuelle de goma solidario con un tornillo de regulación para el paso de aire y un resorte antagonista situado en el interior de este fuelle. El tornillo de regulación asegura la regulación progresiva de la temporización; las gamas de temporización cubren desde 0.1 segundos a 1 hora.
- Una bobina electromagnética para corriente continua o alterna, según los casos.
- Un juego de contactos inversores de ruptura brusca, solidarios al temporizador neumático por medio del vástago.

El mismo aparato admite los dos tipos de temporización, a la conexión y a la desconexión, simplemente hay que accionar o cambiar, según modelos, la palanca oportuna.

El **funcionamiento** es el siguiente:

Dispuesto el aparato para temporizar a la conexión, el fuelle, que ha estado comprimido, empieza a desplegarse, arrastrando el vástago, hasta transcurrir el tiempo prefijado que es cuando aquél actúa sobre el resalte del contacto de ruptura brusca, produciéndose la conmutación.

Al disponer el aparato para la temporización a la desconexión se invierte el movimiento del vástago y hace que éste actúe al desconectar la bobina de la forma anterior.

Inconvenientes:

- Tiempos cortos.
- Precisión dudosa, lo que limita su uso a situaciones de baja exigencia.

2. Temporizadores electromecánicos

Cuando se hace obligada la exactitud, existen otros modelos como los **electromecánicos**, basados en un motor síncrono y embrague que arrastra un conjunto de engranajes, con la precisión de la relojería tradicional, consiguiendo su objetivo, para tiempos muy altos.

Los temporizadores electromecánicos a rearme automático están equipados de:

- Un embrague normal y durante la temporización ese electroembrague está en tensión.
- O un embrague inverso, que durante la temporización está fuera de tensión.

Los temporizadores a rearme manual necesitan una intervención manifiesta, para el inicio de un nuevo ciclo, a fin de reposicionar el botón de regulación sobre el valor de temporización.

Inconvenientes:

- Tamaño respetable, para montajes tras cuadro de 96 X 96 ó 144X144, y fondo cuadro.
- Precio elevado, debido al mecanismo.

3. Temporizadores electrónicos

Finalmente, aparecieron los **electrónicos** con salida relé o transistor PNP y NPN.

Ventajas:

- Tiempos variables y de cualquier magnitud.
- Gran precisión.
- Variedad de maniobras.
- Tamaño reducido.
- Posibilidad de instalación den carril DIN.
- Precio razonable.
- Gran fiabilidad.



Hemos comentado que pueden llevar más de un contacto, es cierto, porque admiten incorporar un contacto conmutado instantáneo y otro, también conmutado, temporizado.

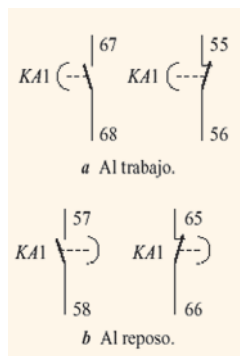
La función del instantáneo suele ser realimentar la maniobra y el funcionamiento es el siguiente:

Al poner en tensión el temporizador, escuchamos el ruido típico de la conmutación de un contacto, el instantáneo, y al cabo del tiempo marcado en el dial se oye el otro sonido, el producido por el contacto temporizado.

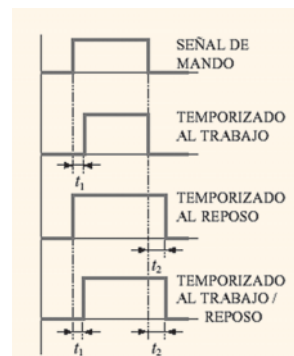
Funciones básicas

Las tres funciones básicas que han caracterizado los temporizadores desde su invención son:

- Temporización a la conexión o al trabajo.
- Temporización a la desconexión o al reposo.
- Pausa impulso, trabajo- reposo.

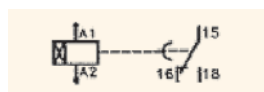


Simbología.

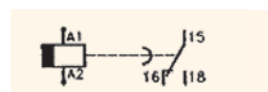


Tipos de temporización.

Cómo se representan:



Esquema 1



Esquema 2

- **Temporizador a la conexión:** cuando conectamos la bobina, y la mantengamos así, los contactos cambiarán pasado el tiempo que tengan programado. Una vez desconectada estos vuelven inmediatamente a su posición de reposo.
- **Temporizador a la desconexión:** al activar la bobina los contactos cambian inmediatamente y es al desconectarla cuando temporizan, pasado el tiempo programado retornan a la posición de reposo.
- **Pausa-impulso.** El símil puede ser un generador de impulsos donde es posible regular los dos valores, el de pausa y el de actuación. Termina al desconectar el temporizador. Tiene un ruido característico, un tic-tac, si es que lleva salida de contactos, que se corresponden con el choque de estos.

Existen dos posibilidades de montaje

- **Fondo de armario**

Destinado a ser montado en el interior de un armario y se accede al mismo, abriéndolo.

Para su fijación se suele recurrir a una base enchufable con lengüetas tipo faston o bien una base del tipo octal o undecal pudiéndose así sustituir de forma rápida, en caso de fallo.

Otra forma habitual de presentarse es para ser fijado sobre carril simétrico DIN.

- **Empotrable**

Destinado a ser montado empotrado, en el frontal de un panel, con el fin de ser accesible a su manipulación por el operador. Suele fijarse con garras.

La elección de uno o de otro se basa en la necesidad o no de estar cambiando el tiempo con mucha frecuencia.

Las medidas frontales suelen ser 48x48, 72x72, 96x96 y hubo modelos de 144x144, todo ello en milímetros.

También puede presentarse en formato modular de 1 o más módulos de 17,5 mm de ancho.

Actualmente, como ya hemos indicado, la oferta es muy variada.

Tipos de temporización

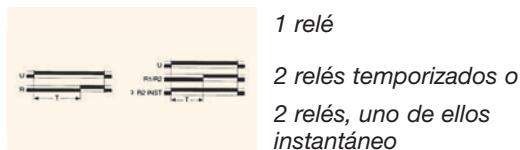
Vamos a estudiar las distintas posibilidades con las que podemos encontrarnos bajo las siguientes claves de interpretación:

- U:** Alimentación
- R:** Relé de salida o carga
- T:** Temporización
- C (Y1):** Mando
- ~:** Indefinido~

1. Retardo a la conexión

Ciclo único de temporización que se inicia a la conexión.

El relé de salida "R" (o la carga) cambia de estado al final de la temporización.



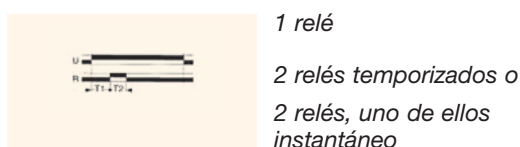
2. Doble temporización ciclo único impulso retardado

El relé de salida "R" (o la carga) cambia de estado al final del tiempo T1, durante el tiempo T2.



3. Temporización combinada cierre-apertura

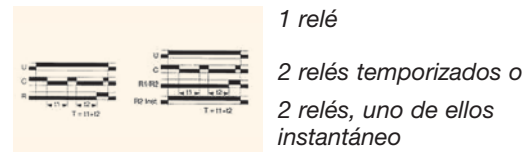
Después de la conexión, el cierre del contacto de mando C (Y1) origina el inicio de la temporización T. El relé de salida "R" (o la carga) cambia de estado al final de aquella. Después de la apertura del contacto C, el relé "R" vuelve a cambiar después de una segunda temporización T igual a la primera, después de la cual el relé vuelve a cambiar de estado.



4. Totalizador

Después de la conexión totaliza el tiempo de apertura de un contacto.

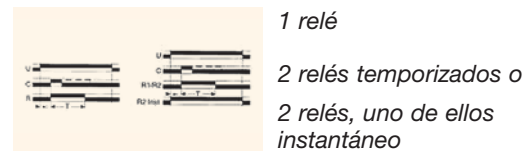
El relé de salida "R" (o la carga) cambia de estado al final de la temporización.



5. Calibrador

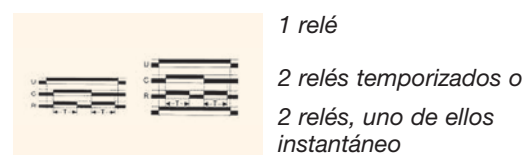
Después de la conexión, un impulso (> 50 ms) o un contacto mantenido origina el cambio de estado del relé de salida "R" (o la carga) que vuelve a cambiar al final de la temporización.

Observación: Procedimiento que permite alargar o acortar una información (señal, impulso...).



6. Temporización al cierre y a la apertura del contacto de mando

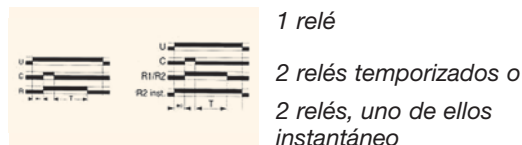
Al cierre ya la apertura del contacto de mando C (Y1), el relé de salida "R" (o la carga) cambia de estado durante la temporización.



7. Función C: Temporización a la apertura del contacto de mando (aparato alimentado)

Después de la conexión, el cierre del contacto de mando C (Y1) origina el cambio de estado del relé de salida "R" (o la carga). La temporización se iniciará a la apertura de este mismo contacto.

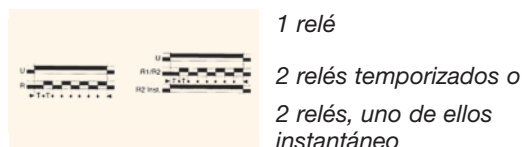
El relé "R" vuelve a su posición inicial al final de la temporización.



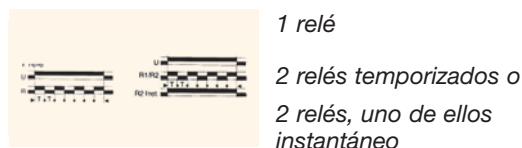
8. Intermitente simétrico

Ciclo repetitivo que pone alternativamente en reposo y en trabajo el relé de salida "R" (o la carga) durante tiempos iguales.

Función D: El ciclo se inicia en la posición reposo del relé "R".



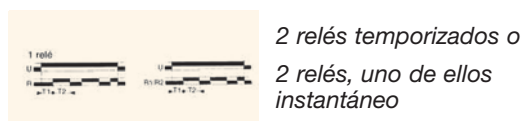
9. Función Di: El ciclo se inicia en la posición trabajo del relé "R".



10. Doble temporización

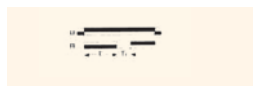
Ciclo repetitivo de dos tiempos regulables independientemente. A cada temporización corresponde alternativamente un estado diferente del relé de salida "R" (o la carga).

Observación: El ciclo se inicia en la posición reposo del relé "R".



11. Arranque "Estrella Triángulo"

Es un temporizador por pasos destinado a gobernar la maniobra de arranque estrella triángulo.



Con el fin de que no coincida la punta de intensidad de la salida de la conexión estrella con la punta de intensidad de la entrada de la conexión triángulo, existe la posibilidad de una temporización regulable que permite crear una pausa y al final de ésta entra el contacto de triángulo.

A la conexión el contacto "estrella" se cierra instantáneamente y se inicia la temporización. Al final de la temporización el contacto "estrella" se abre, Ti.

Tras una pausa de 40 a 100 ms, el contacto "triángulo" se cierra y permanece en esta posición hasta que la tensión de alimentación se interrumpa.

12. Totalizador con memoria

a por señal de entrada

El temporizador totaliza los tiempos de cierre del contacto de mando (c1).

El rearme se efectúa únicamente por la vuelta al origen (c2).



b por señal de alimentación

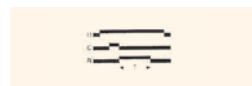
El temporizador totaliza los tiempos de presencia de la tensión de alimentación (u). El rearme se efectúa únicamente por la vuelta al origen (c2).



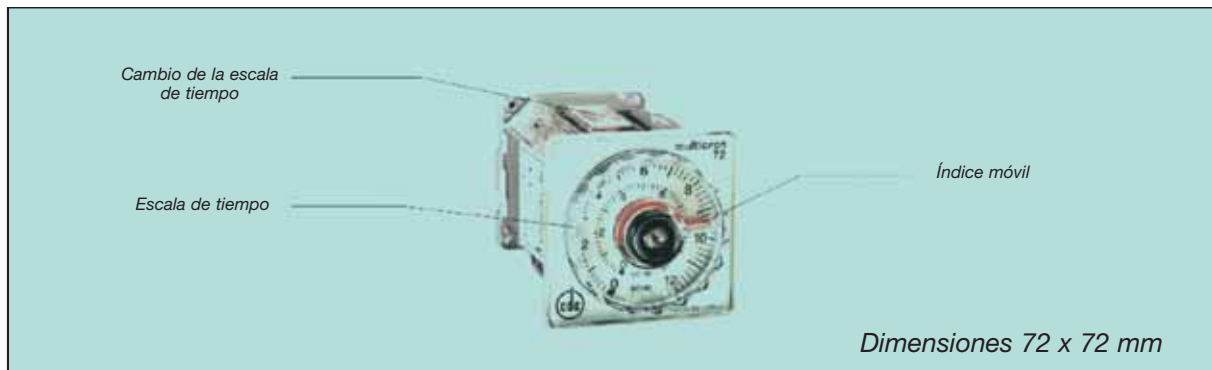
13. Temporización al final del impulso del contacto de mando

Tras la conexión, la apertura del contacto de mando origina el cambio de estado del relé de salida "R" (o la carga) y el inicio de la temporización.

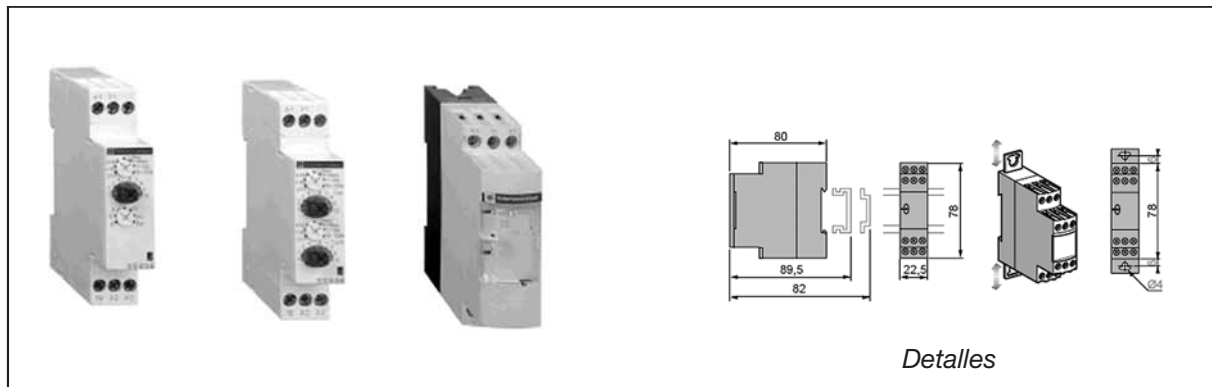
Al final de la temporización el relé "R" vuelve a su estado Inicial de reposo.



Temporizador electromecánico



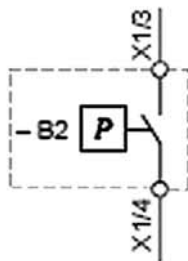
Temporizadores electrónicos



PRESOSTATOS

Introducción

Permite el control de la presión de un fluido, ya sea gas, ejemplo aire, o líquido, agua o aceite.



Esquema

Forma un todo hermético cuya comunicación entre el mismo y el volumen que deseamos vigilar se hace a través de una tubería con rosca gas, por supuesto, que termina en ese espacio.

El proceso empieza en una cámara interna del presostato donde una membrana plana o pistón detecta las oscilaciones del fluido en cuestión las transmite y acciona un contacto, normalmente conmutado e **instantáneo** que cierra la bobina de un contactor que activa el motor de un compresor, una bomba de impulsión o una de achique.

La membrana puede llegar a ser de acero inoxidable para el control de fluidos como aceite, ya que éste podría atacarla si fuera de goma.

Una premisa esencial es que el presostato esté siempre en posición vertical, siendo conveniente crear en el tubo una estrangulación o un bucle para evitar golpes de presión en el fuelle.

Como en toda actuación existe una inercia, debemos distinguir la presión máxima, que es a la que el mecanismo conmuta y provoca el paro, la presión mínima que provoca la marcha y el **diferencial**, que es

justo el valor que separa una de otra, y que en los buenos presostatos tiene un valor pequeño y no tanto en los de peor calidad.

Los presostatos se emplean en multitud de aplicaciones de los campos de la industria y comercio:

Botón de ajuste de rango
(Opcional: tapa protectora para ajuste con herramienta)

Protección IP66 (aparatos con rearme externo, IP54)

Cubierta de poliamida
(Opcional: cubierta sin ventanas)

Conmutador unipolar (SPDT).
Recambiable. Varios tipos de sistemas de contactos y contactos dorados opcionales.

Fuelle de acero inoxidable

Conexión de presión

- Para el control y la regulación de las condiciones de presión en medios líquidos o gaseosos en tuberías, tanques, calderas, etc. en fluidos.
- Usados en procesos industriales, técnica de refrigeración, neumática e hidráulica.
- Para el control de la presión en circuitos de refrigeración y sistemas de lubricación de aceite para una amplia variedad de máquinas.
- Además del control automático y la limitación de la presión, los presostatos se usan para iniciar y finalizar procesos varios de regulación y control, para programar secuencias de funciones y mostrar señales.



Los aparatos de control de presión se usan para conectar o desconectar los motores en las bombas, compresores, reguladores de la aspiración, válvulas de electroimán y sistemas de suministro de aire comprimido, en función de la presión que rija el equipo.

Ajuste

En primer lugar debe ajustarse la presión superior y luego la inferior, sin que varíe la primera.

Para un ajuste más preciso, es conveniente utilizar un manómetro.

Los presostatos se identifican con presiones altas.

Si tratamos con elementos que controlan el vacío, hablaremos de vacuostatos.

Aplicaciones

La industria del frío es donde mayor uso se hace de los presostatos por ello veamos algunas de sus variadas aplicaciones:

1. Presostato de baja

El presostato de baja es el responsable de parar el compresor antes de que éste lleve hacer el vacío en la instalación.

Este presostato está formado por dos escalas:

- La principal o gama que es la escala de arranque.
- El diferencial, que es la que restada a la principal nos da la presión de paro.

La presión a la que ha de arrancar el compresor será la correspondiente a la temperatura que ha de haber en el recinto a enfriar.

De lo contrario si es inferior tendremos falsas arrancadas y si es superior el compresor no arrancará hasta que la temperatura de la cámara no sea elevada.

La presión de parada será normalmente entre 0 y 0,1 bar.

Por ejemplo para que un compresor arranque a 1,5 bar y pare a 0,1 bar.

Principal: 1,5bar

Diferencial: 1,4bar

-0,2	DIFF
	4
1,5	
	0,7
8	

2. Presostato de alta

El presostato de alta es un elemento de seguridad que tiene la función de parar la instalación cuando la presión de ésta es excesiva.

La escala principal es de parada y suele poner "STOP".

El diferencial es de arranque.

Por ejemplo queremos que el compresor pare a 20bar y vuelva arrancar a 15bar.

Principal: 20bar

Diferencial: 5bar

El rearme de la mayoría de estos presostatos es manual.

El diferencial en algunos modelos no es regulable y viene fijado a 3bar.

8	DIFF
	5
20	
	2
32	

3. Presostato de condensación

Este presostato se emplea para mantener una presión de alta constante durante todo el año, mediante los ventiladores.

En verano, cuando la presión de condensación es alta, el presostato pone en

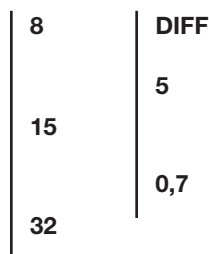
marcha el ventilador/es del condensador. Cuando la presión de alta disminuye, los vuelve a parar.

La escala principal es de arranque y todos llevan rearme automático.

Por ejemplo queremos que el segundo ventilador del condensador arranque a 18 bares y pare a 15:

Principal: 18 bar.

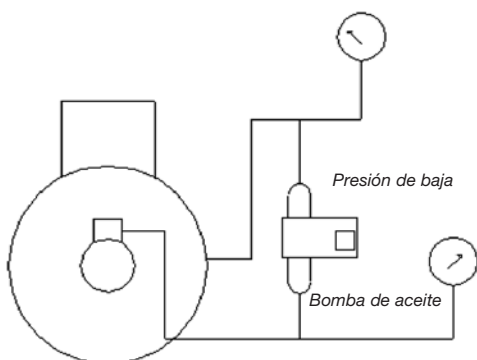
Diferencial: 3 bar.



4. Presostato diferencial de aceite

Todos los compresores que van lubricados con bomba de aceite deben llevar presostato diferencial de aceite.

El presostato tiene dos entradas, una que va conectada a la parte de baja del compresor y la otra a la salida de la bomba de aceite.



La presión con la que trabaja la bomba es la diferencia entre la presión de baja y la que obtenemos a la salida de la bomba, el resultado es de 4 bar.

Si las dos presiones fueran iguales significa que la bomba no funciona y para el compresor.

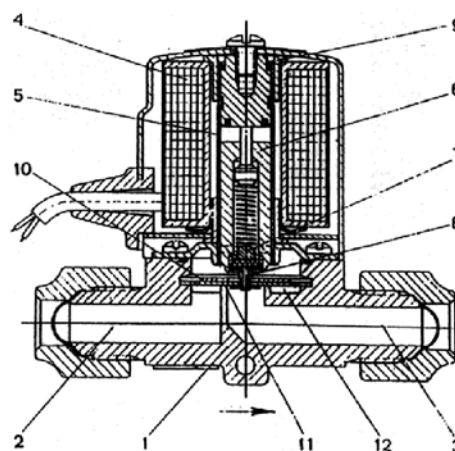
El presostato tiene un retardo ya que la bomba aparte de aceite también recoge

refrigerante que al comprimirlo se evapora, esto provoca que se igualen las presiones y haría saltar el presostato.

Estos presostatos llevan rearme manual.

5. Válvula solenoide

Ya que hemos hablado de presostatos, un complemento lo constituye la válvula solenoide:



Se les llama así en contraposición con las válvulas manuales, las más antiguas, o las motorizadas

Las válvulas solenoides pueden ser de dos tipos, de vástago, que lo incorporan las válvulas pequeñas y algo antiguas, y de membrana.

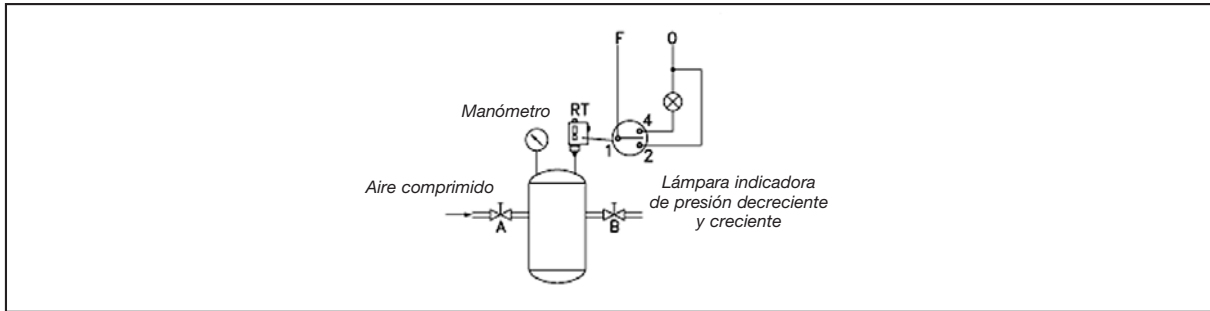
Todas tienen sentido de circulación, deben funcionar en posición horizontal con la bobina hacia arriba y su consumo eléctrico es muy pequeño.

Pueden ser NC o NA, es decir, normalmente (sin tensión en la bobina) abierta o normalmente (sin tensión en la bobina) cerrada.

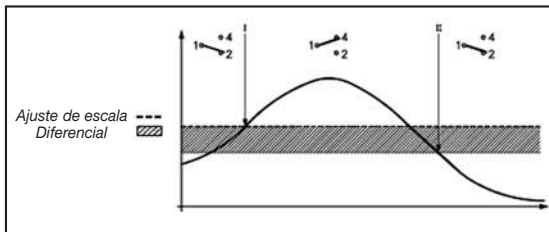
En el segundo caso cuando la bobina no tiene tensión la válvula está cerrada mediante un muelle y la presión de alta se queda en la parte superior.

Cuando excitamos la bobina hacemos subir el vástago y abre la válvula.

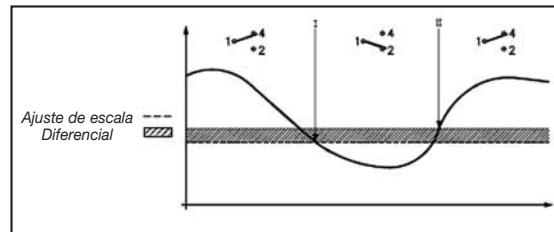
La bobina no hace ningún esfuerzo ya que no tienen que vencer ninguna presión.



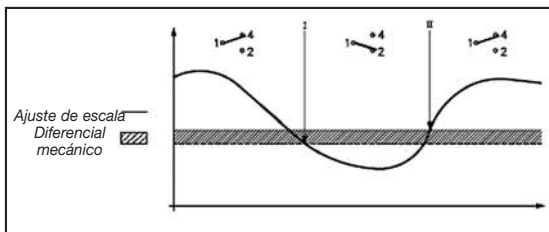
Equipo de prueba para ajustar el presostato.



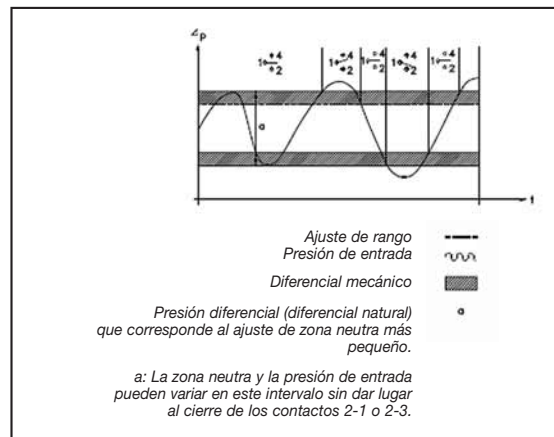
Funcionamiento de los contactos, ajuste para presión creciente.



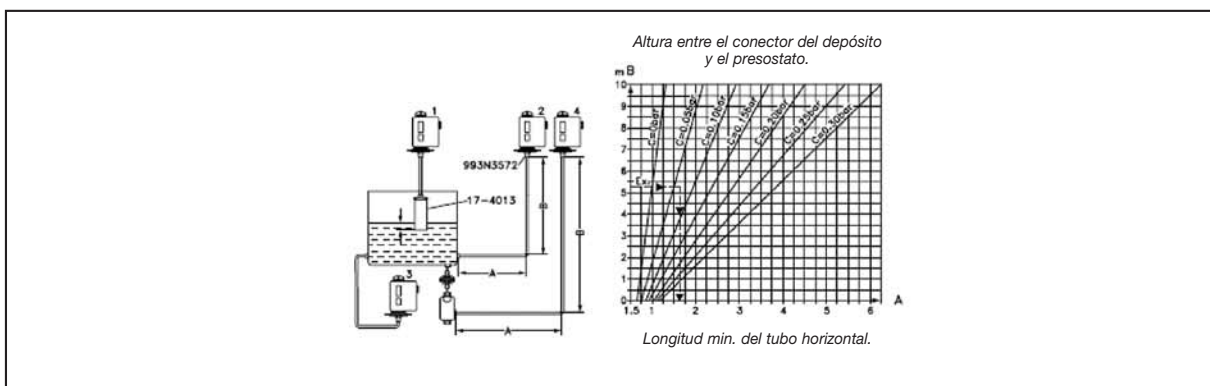
Funcionamiento de los contactos, ajuste para presión decreciente.



Funcionamiento de los contactos, ajuste para presión diferencial decreciente.



Funcionamiento de los contactos, ajuste de zona neutra.



Presostatos para el control del nivel de líquidos.