

D.2 Control de Potencia. Aparamenta eléctrica

Introducción

Bases de toma de corriente.

Seccionadores.

Interruptores.

Cortacircuitos fusibles.

Interruptores Automáticos. Disyuntor.

Relés térmicos.

Interruptores Diferenciales.

Contactores.

Relés temporizados.

Relé de protección Integral.

Transformadores.

Rectificadors eléctricos.

Introducción. Control de Potencia y Aparamenta eléctrica.



Protecciones en cuadro eléctrico

Se entiende por aparamenta eléctrica a los equipos, aparatos y materiales previstos para ser conectados a un circuito eléctrico, con el fin de asegurar la protección, el control, la medida, el seccionamiento o la conexión.

.

Conceptos.

Corte Omnipolar. Corte de todos los conductores activos.

Simultaneo. Cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro y en las fases.

No simultaneo. Cuando la conexión del neutro se establece antes que las de las fases y se desconectan la fases antes que el neutro.

Poder de cierre. El poder de cierre de un dispositivo se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

Poder de corte. El poder de corte de un aparato se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada y en las condiciones prescritas de funcionamiento

Bases de toma de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en instalaciones interiores o receptoras de viviendas seguirán la norma UNE20315. Base bipolar con contacto lateral de puesta a tierra.



Base bipolar tipo Schuko

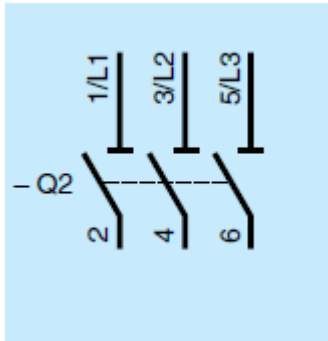
Las clavijas utilizadas en industria y auxiliares de obra se adaptarán a la norma UNE-EN60309.



Cuadro Auxiliar de Obra

Seccionadores

Aparato eléctrico para la conexión y desconexión de circuitos y receptores en vacío, no tiene poder de corte para poder cortar en carga, como es el caso de los interruptores.

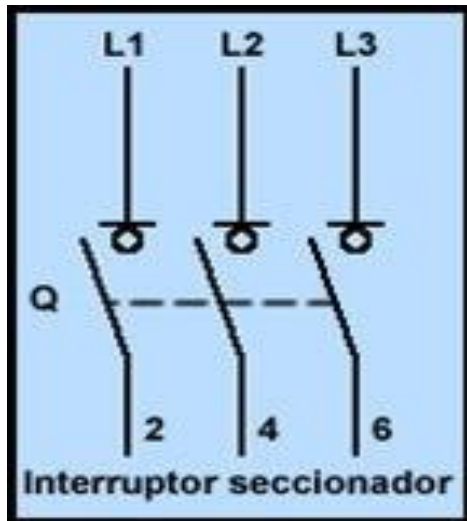


Seccionador tripolar



Interruptores

Aparato eléctrico capaz de conectar y desconectar circuitos y receptores que puedan estar en vacío o en carga ya que tienen poder de cierre y corte para los valores de tensión e intensidad asignada.



interruptor-seccionador



Cortacircuitos fusibles

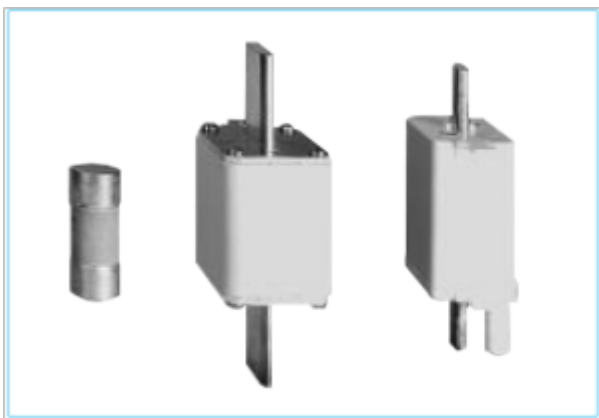
Un cortocircuito es el contacto directo de dos puntos con potenciales eléctricos distintos:

- **Corriente alterna.** Contacto entre dos fases, entre fase y neutro o entre fase y masa conductora o tierra.
- **Corriente continua.** Contacto entre los dos polos, o entre la masa y el polo aislado.

Las causas pueden ser varias: cables rotos, flojos o pelados, presencia de cuerpos metálicos extraños, depósitos conductores (polvo, humedad), filtraciones de agua o de otros líquidos conductores, deterioro del receptor, o error de cableado durante la puesta en marcha, o durante una manipulación. El cortocircuito desencadena un brutal aumento de corriente que en una milésima de segundo puede alcanzar un valor cien veces superior al valor de la corriente nominal. Dicha corriente genera efectos electrodinámicos y térmicos que pueden dañar gravemente el equipo, los cables y los juegos de barras situados aguas arriba del punto de cortocircuito. Por lo tanto es preciso que los dispositivos de protección detecten el fallo e interrumpan el circuito rápidamente, a ser posible antes de que la corriente alcance su valor máximo.

Los primeros dispositivos encargados de proteger contra los cortocircuitos son los fusibles.

Fusibles. Interrumpen el circuito al fundirse por lo que deben ser sustituidos.



Tipos de fusibles

Proporcionan una protección fase a fase con un poder de corte muy elevado y un volumen reducido.

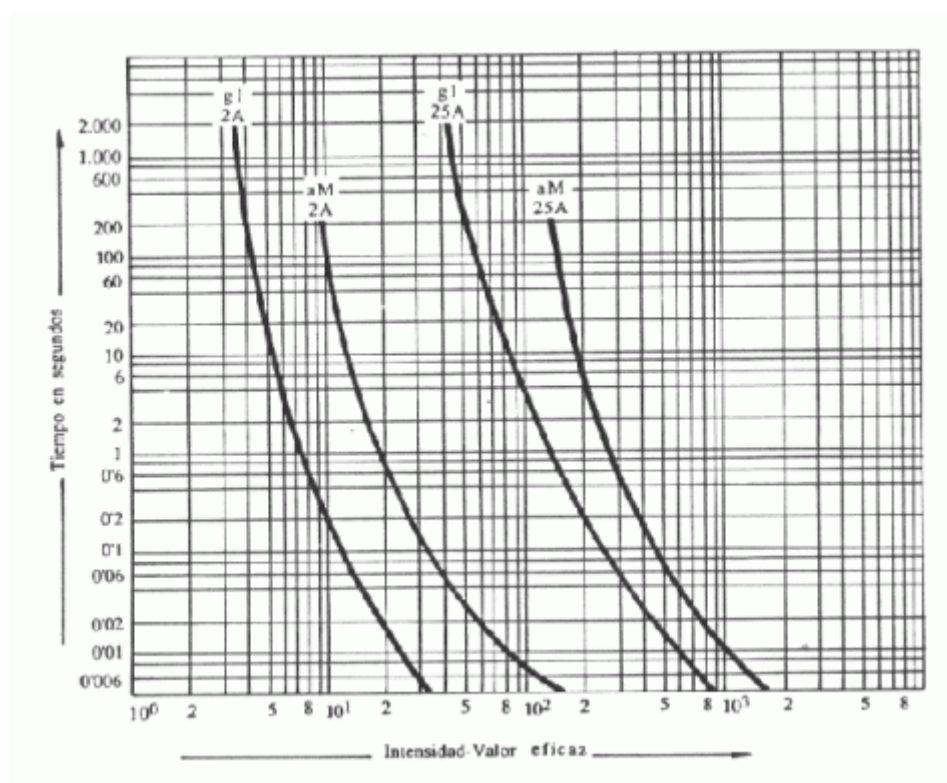
Fundamentalmente encontraremos dos tipos de fusibles en las instalaciones de baja tensión.

gL Fusible de empleo general. Se utilizan en la protección de líneas, estando diseñada su curva de fusión “intensidad -tiempo” para una respuesta lenta en las sobrecargas y rápida frente a los cortocircuitos.

aM Fusible de acompañamiento de motor. Se utilizan para la protección de motores, tienen una respuesta extremadamente lenta frente a las sobrecargas y rápida frente a los cortocircuitos. La intensidad de hasta diez veces la nominal ($10 I_n$) deben ser desconectadas por los dispositivos de protección propios de motor, mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por los fusibles aM.

Características de los fusibles.

- Tensión nominal asignada (250,400,500,600 V).
- Corriente nominal asignada (Calibre del fusible)
- Poder de corte (Corriente de corte en KA) (Normalmente entre 6 y 100).
- Corriente de fusión (Valor de la corriente que provoca la fusión del fusible).
- Clase de fusible (Dependerá del tipo de circuito.)



Curva

actuación fusibles

Interrupor automático. Disyuntor

Es un interruptor capaz de establecer , mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de interrumpir en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

Los interruptores automáticos pueden ser:

De protección **magnética**.

De protección **térmica**. Relés de protección.

De protección **magnetotérmica**.

Guardamotor. Protección **magnetotérmica** y diseñados especialmente para **motores**.

Tipo de interruptor automático y aplicación.

- **B.** Protección de generadores, personas y grandes longitudes de cables en régimen TN e IT. Protección contra sobrecargas (térmico) y cortocircuito (magnético). I_m entre 3 y 5 I_n .
- **C.** Protección de cables alimentando receptores clásicos. Protección contra sobrecargas (térmico) y cortocircuito (magnético). I_m entre 5 y 10 I_n .
- **D.** Protección de cables alimentando receptores con fuertes puntas de arranque. Protección magnetotérmica.
- **MA** Protección en el arranque de motores. Protección magnética. $I_m = 12 I_n$.
- **Z.** Protección de circuitos electrónicos. Protección magnetotérmica. I_m entre 2,4 y 3,6 I_n .
- **K** Protección de cables alimentando receptores de gran potencia. Protección magnetotérmica. $I_m = 12 I_n$.
- **U** Protección de circuitos en distribución terminal terciaria, agrícola e industrial , en régimen TT o TN. Protección Magnetotérmica. I_m Entre 5,5 y 8,8 I_n .
- **L** Protección de circuitos y de personas en regimen TN-S. Protección magnetotérmica.

Relés Térmicos

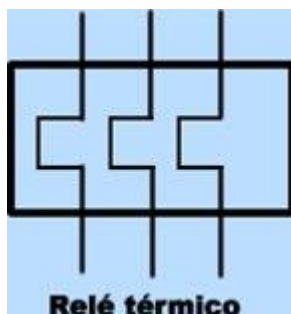
Los relés térmicos de Bilaminas son los aparatos mas utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Sus características mas habituales son:

- Tripolares. Motores trifásicos.
- Compensados. Insensibles a cambios de temperatura
- Rearme automático o manual.
- Visualización de la graduación en amperios.



Relé Térmico

Es un dispositivo de suma importancia para la protección del motor ya que, los fallos mas habituales son las sobrecargas, que se manifiestan a través de la corriente absorbida por el motor y de ciertos efectos térmicos. El calentamiento normal de un motor eléctrico con una temperatura ambiente de 40 grados depende del tipo de aislamiento que se utilice. Cada vez que se sobrepasa la temperatura límite de funcionamiento, los aislantes se desgastan prematuramente, acortando su vida útil. Por ejemplo **cuando la temperatura de funcionamiento de un motor en régimen permanente sobrepasa en 10 grados la temperatura definida por el tipo de aislamiento, la vida útil del motor se reduce en un 50%.**



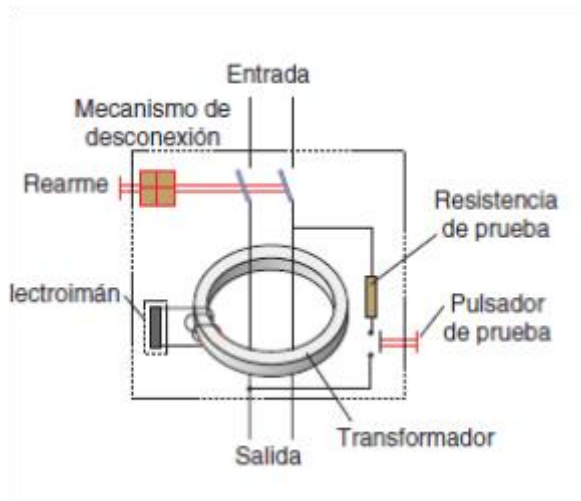
Relé térmico

Relé termico tripolar

El Diferencial.

Conceptos generales

El diferencial es un dispositivo de protección sensible a las corrientes diferenciales residuales ($I\Delta$), llamadas así por ser la diferencia entre todas las corrientes entrantes y salientes de la instalación receptora. Protegen de contactos indirectos y riesgo de incendio.



Diferencial

Características de los diferenciales.

Intensidad Nominal.

La intensidad nominal o calibre que puede soportar un diferencial, depende de las dimensiones de los contactos principales, y se fabrican con intensidades de 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, y 100 A, siendo el más corriente el de 40A., por ser el que se suele utilizar en viviendas.

Corriente Diferencial Nominal.

Corriente diferencial nominal, sensibilidad o intensidad de disparo ($I\Delta N$) es el valor de la menor corriente diferencial para la que se garantiza la apertura del circuito.

Corriente Diferencial de no funcionamiento.

El fabricante garantiza el no disparo del diferencial para valores de fuga inferiores a esa corriente. Habitualmente su valor es la mitad de la Corriente Diferencial de disparo.

$$I\Delta n_f = I\Delta N / 2$$

Diferencial tipo

Según el tipo de corriente los diferenciales se clasifican según la siguiente tabla.

Tipo	Corriente	Uso
AC	Alterna senoidal	Vivienda
A	Alterna senoidal y continua pulsante	Electrónica
B	Alterna senoidal, continua pulsante y rectificada	Electrónica

Diferencial

tipo

Temporización.

Pueden ser instantáneos, retardados o rearmables automáticamente.

Las características que definen un interruptor diferencial son el calibre, número de polos, y sensibilidad, por ejemplo: Interruptor diferencial 16A-IV-30mA



Diferencial

Resistencia de toma a tierra y sensibilidad del Diferencial.

Veamos como calcular la resistencia de tierra de acuerdo a la tensión de contacto máxima que nos exige el reglamento y sabiendo la sensibilidad del diferencial.

Sabemos por el REBT que la tensión en cualquier parte metálica no puede ser superior a **50V** en locales secos y **24V** en locales húmedos. La intensidad vendrá limitada por el diferencial. Sabemos que la tensión máxima será 24 o 50 Voltios, por lo tanto aplicando la Ley de OHM podemos calcular la Resistencia a tierra máxima necesaria para cada diferencial. En la siguiente tabla vienen calculados estos valores.

Uso	$I_{\Delta N}$	$V = 24V$	$V = 50V$
Vivienda	30mA	800 Ω	1666 Ω
Industria	300mA	80 Ω	166,6 Ω
Industria	500mA	48 Ω	100 Ω
Industria	650mA	37 Ω	76.92 Ω
Industria	1000mA	24 Ω	50 Ω

Cálculo de Toma a tierra según

sensibilidad del Diferencial.

Sin embargo en la práctica se considera que estos valores son excesivos debido al riesgo de que el Diferencial tarde un pequeño lapsus de tiempo en cortar la corriente pudiendo ser mucho mayor la corriente de fuga durante ese instante. Los valores aceptados en la práctica son:

Edificios sin pararrayos **37 Ω**

Edificios con pararrayos **15 Ω**

ITC Infraestructuras Común de Telecomunicaciones. **10 Ω .**

Efectos de la corriente en el cuerpo humano.

Intensidad de corriente en miliamperes (mA)	Efectos sobre el cuerpo
hasta 1	Imperceptible para el hombre
2 a 3	Sensación de hormigueo en la zona expuesta
3 a 10	Contracción involuntaria. El sujeto generalmente consigue liberarse del contacto, de todas maneras la corriente no es mortal.
10 a 50	La corriente no es mortal si se aplica durante intervalos decrecientes a medida que aumenta su intensidad, de lo contrario los músculos de la respiración se ven afectados por calambres que pueden provocar la muerte por asfixia.
50 a 500	Corriente decididamente peligrosa en función creciente con la duración del contacto que da lugar a la fibrilación ventricular (funcionamiento irregular del corazón con contracciones muy frecuentes e ineficaces), lo que constituye un serio riesgo vital.
más de 500	Decrece la posibilidad de fibrilación, pero aumenta el riesgo de muerte por parálisis de centros nerviosos y quemaduras internas.

Efectos de la

corriente en el cuerpo humano

Elección de un interruptor diferencial.

Intensidad Nominal. Se tendrá en cuenta que la Intensidad nominal del aparato sea siempre mayor a la intensidad que pueda circular por la línea.

Sensibilidad. En vivienda instalamos diferenciales de 30 mA y en industrias los diferenciales mas usados son de sensibilidad 300 mA. Depende de las condiciones del local y la resistencia de la toma de tierra.

Para pequeños interruptores diferenciales tenemos:

- Tensión nominal: 230 V , 400 V.
- Sensibilidad 10,30,300 mA.
- Intensidad nominal 25,40,63,80 A.

Calibres de los interruptores diferenciales de potencia.

- Tensión nominal: 500 V.
- Sensibilidad: 0,03 , 0,3, 0,5, 1, 3 A.
- Intensidad nominal: 25,40,63,100,125,160 A.

Para grandes calibres es frecuente el elemento de disparo diferencial se acopla al interruptor automático de potencia, formando el interruptor magnetotérmico diferencial.

Selectividad entre interruptores diferenciales.

Dos diferenciales conectados en serie tendrán selectividad cuando al producirse una fuga de corriente a tierra , desconecta el diferencial mas cercano al punto de fuga, quedando conectado el mas alejado, o situado “aguas arriba”.

Los diferenciales normales actúan de forma inmediata , en cambio los diferenciales selectivos (tipo S o retardados), tienen un tiempo de retardo.

En una instalación con selectividad el diferencial de 30 mA saltará antes que el de 300 mA y este antes que el de 1 A.

Contadores y Relés

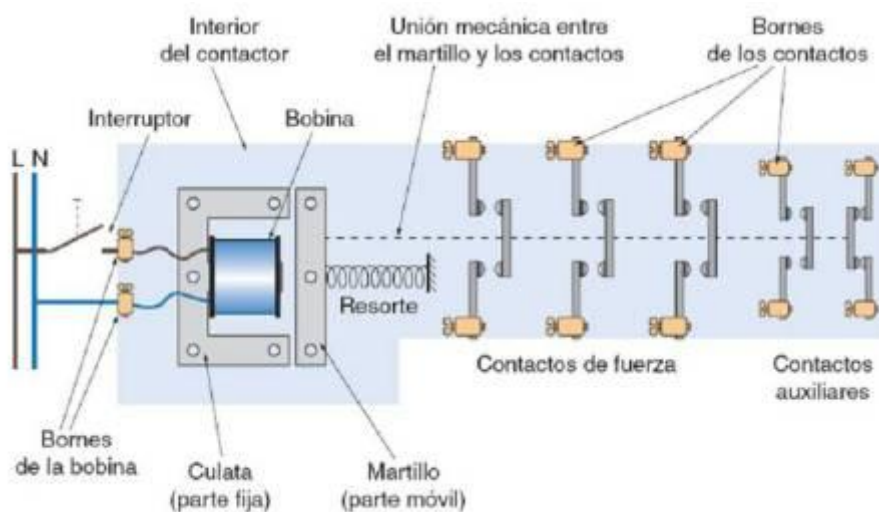
El contactor es un interruptor accionado por electroimán, y no realiza funciones de protección. Los contactos del contactor tienen la capacidad de abrir y cerrar circuitos en carga.



Contadores

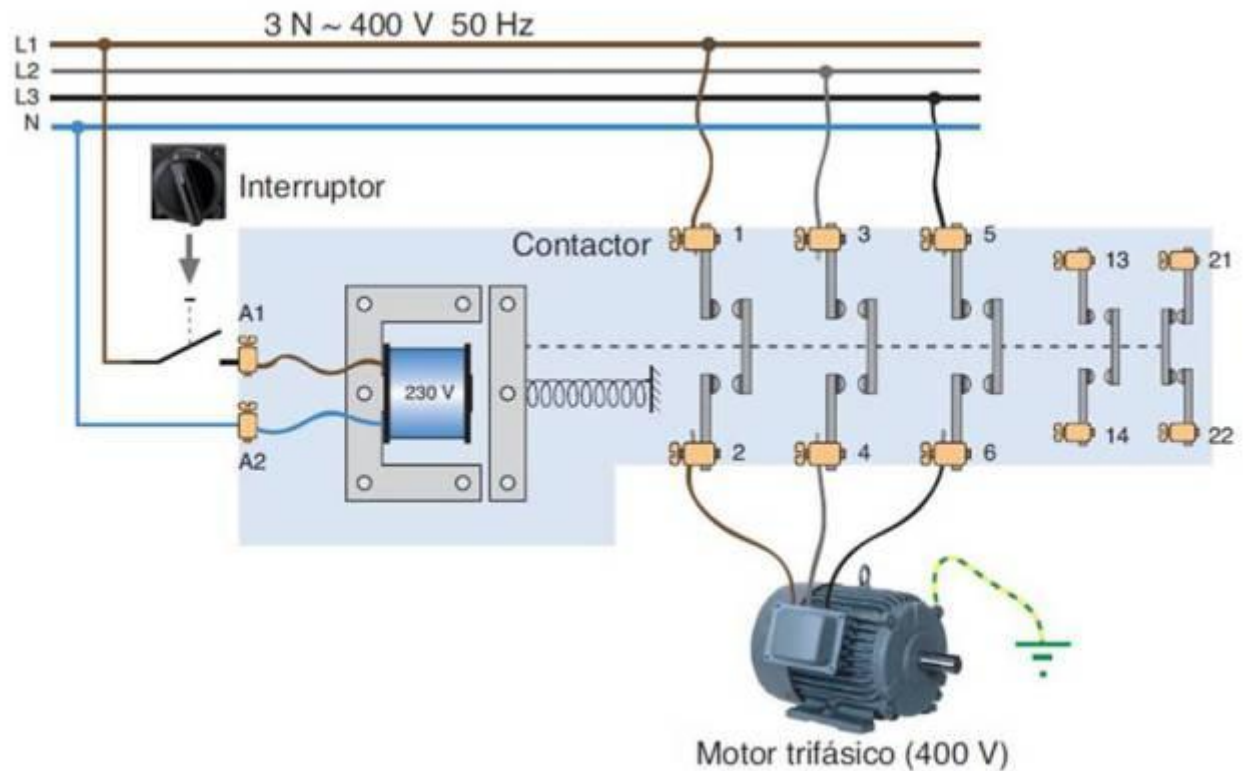
El contactor se divide en tres partes fundamentales.

1. **Contactos de potencia** a través de los cuales se alimenta el circuito de potencia.
2. **Contactos auxiliares**, utilizados para el circuito de mando o maniobra.
3. **Electroimán**. Elemento mecánico que acciona los contactos de potencia y maniobra. o auxiliares.



Partes de un
contactor

Al alimentar la bobina tanto los contactos principales como los auxiliares cambiarán de posición. Alimentando al motor a través de los contactos principales y cambiando el estado de los contactos auxiliares, cerrando el primero y abriendo el segundo.



Alimentación de un motor mediante contactor.

Características de los contactores.

- Tensión Asignada.
- Corriente asignada.
- Poder de corte. Pdc.
- Endurancia eléctrica y mecánica.
- Tensión y corriente de alimentación al electroimán.
- Número de polos principales.
- Contactos auxiliares (abiertos, cerrados, y temporizados).

Para cada aplicación necesitaremos un contactor diferente que optimice su funcionamiento. Ver las tablas de recomendación para AC corriente alterna y DC corriente continua.

CATEGORIA	APLICACIÓN PRACTICA
AC-1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Resistencias. Hornos.
AC-2	Motores de anillos:corte durante el arranque.
AC-3	Motores de rotor en cortocircuito:corte a motor lanzado.
AC-4	Motores de rotor en cortocircuito:corte durante el arranque,inversión de marcha.
AC-5a	Lámparas de descarga.
AC-5b	Lámparas de incandescencia.
AC-6a	Transformadores.
AC-6b	Batería de condensadores.
AC-7a	Cargas obviamente inductivas para aplicaciones domésticas.
AC-7b	Motores en aplicaciones domésticas.
AC-8a	Compresores rearme manual de sobrecarga.
AC-8b	Compresores rearme automático de sobrecarga.

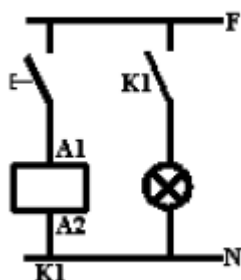
CATEGORIA	APLICACIÓN PRACTICA
DC-1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Resistencias. Hornos.
DC-3	Motores shunt:inversión en marcha, marcha a impulsos.
DC-5	Motores serie:inversión en marcha, marcha a impulsos.
DC-6	Lámparas de incandescencia

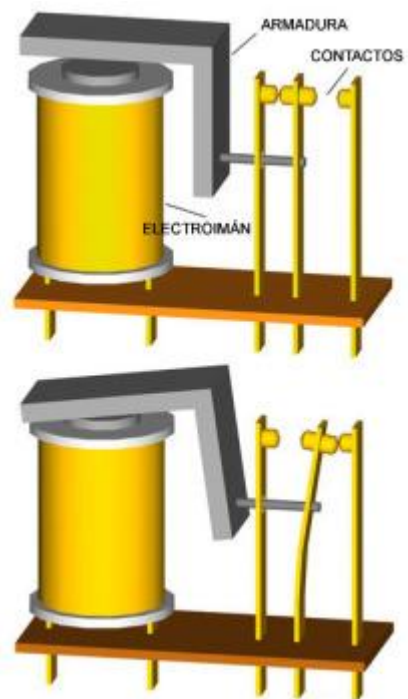
Tabla clase

contactor

Relé.

El relé mas sensible suele emplearse en el circuito de maniobra o para conexiones de menos potencia.





El relé que usaremos para prácticas será un relé con dos contactos .

RXM2●●●●●



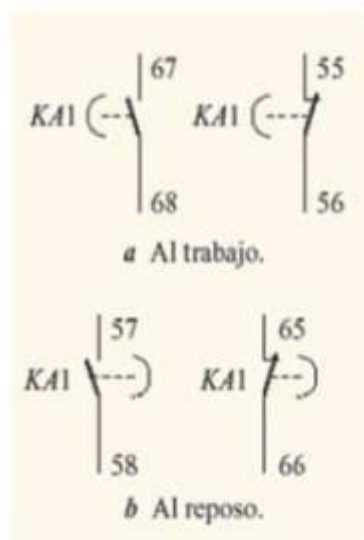
<https://youtu.be/Cpudtst32uo>

Relés temporizados.

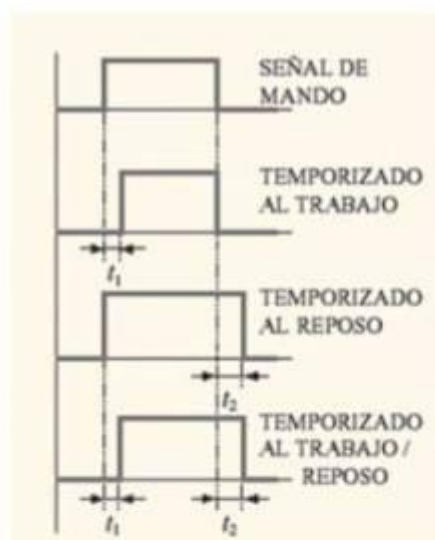
La finalidad de los relés temporizados es la de controlar tiempos y en función de los mismos ejecutar órdenes en el circuito de maniobra, para acciones de conectar, desconectar, contabilizar, etc.

Los temporizadores pueden ser:

1. **A la conexión.** El elemento temporizado entra después de un tiempo de haberse conectado el relé temporizador.
2. **A la desconexión.** El elemento temporizado entra de forma inmediata a la conexión y temporiza un tiempo después. Ejemplo el T-20 de escalera.
3. **A la conexión/desconexión.** El elemento temporizado lo es a la conexión o desconexión del relé temporizador.

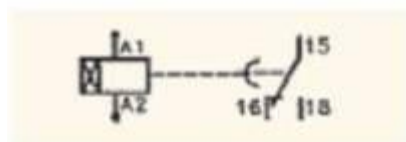


Simbología.

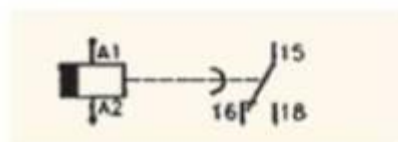


Tipos de temporización.

Cómo se representan:



Esquema 1



Esquema 2

temporizado

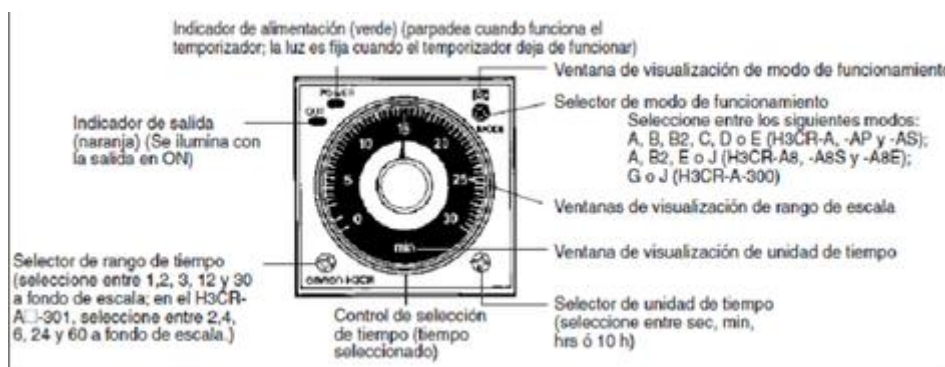
Tipos relé

El esquema 1 corresponde al relé temporizado a la conexión, y el esquema dos al relé temporizado a la desconexión.

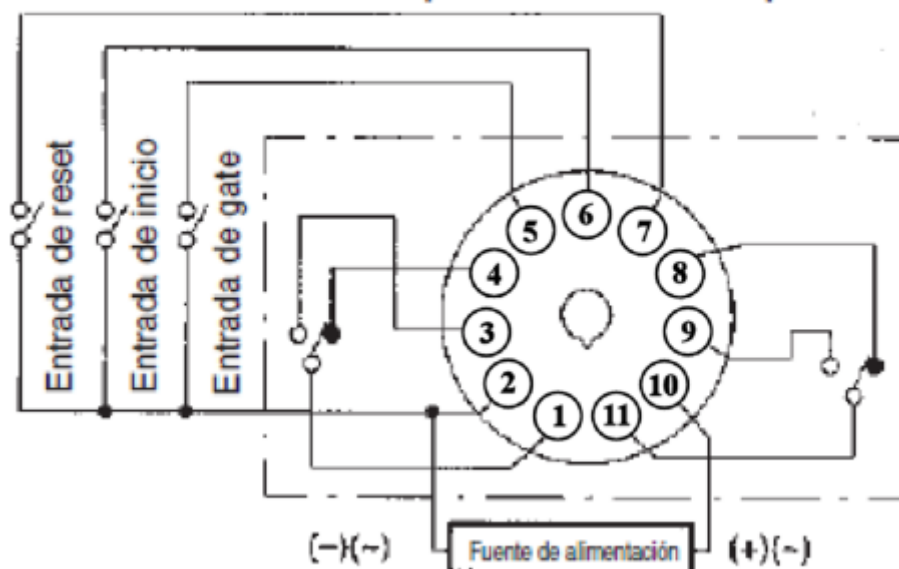
Temporizador Universal.



Temporizador universal Omron



H3CR-A/-A-300/-A-301 (Salida de contacto)



Esquema de

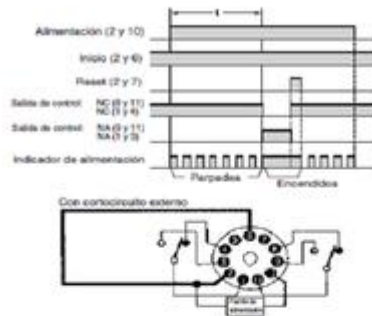
conexiones

Modo A: Retardo a ON

La operación de retardo a ON (modo A) es un modo básico.

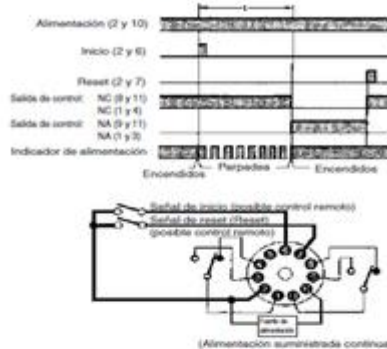
1. Arranque por alimentación ON/Reset de desconexión de alimentación

La operación de arranque por alimentación ON/reset de desconexión de alimentación es un método de operación estándar.



2. Señal de Start/Señal de Reset

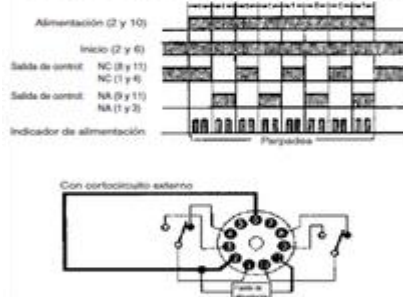
La operación de señal de Start/señal de Reset resulta útil para el control remoto del temporizador.



Modo B/B2: Intermitente

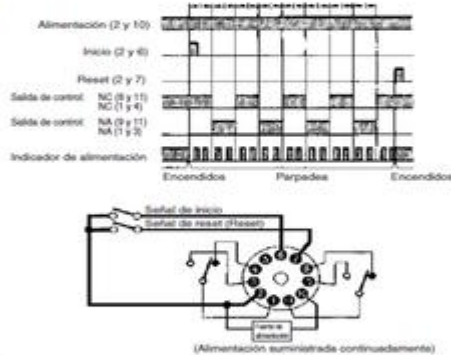
La operación de intermitencia en los modos B y B2 se puede aplicar de forma efectiva a alarmas luminosas o acústicas (ON y OFF) o a la monitorización de una operación intermitente con un display.

1. Arranque por alimentación ON/reset de desconexión de alimentación (en modo B)



2. Señal de Start/Señal de Reset (en modo B)

Si hay una señal anómala, empieza el parpadeo. Cuando se restaura la situación anómala, una señal de reset para el parpadeo de display.

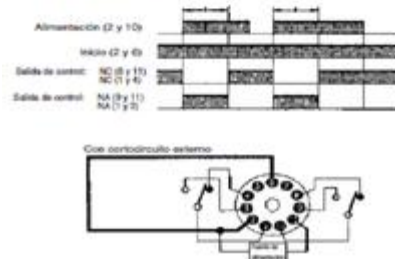


Modo C: Señal de retardo a ON/OFF

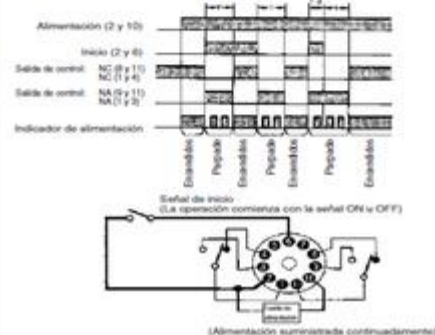
La operación intervalo de retardo a ON/OFF (modo C) resulta útil para el control de la distribución de productos de una línea de producción en cajas por un número o tiempo especificado.

1. Arranque por alimentación ON/operación instantánea/reset temporizado

Un conjunto de estas funciones resulta útil para la operación de una máquina durante un periodo especificado cuando la alimentación está conectada.



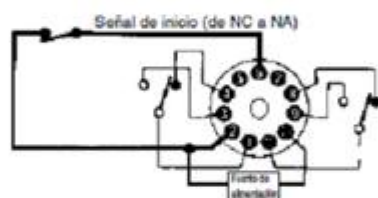
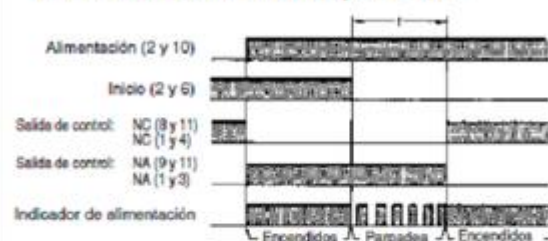
2. Señal de Inicio (start) ON-OFF/operación instantánea/reset temporizado



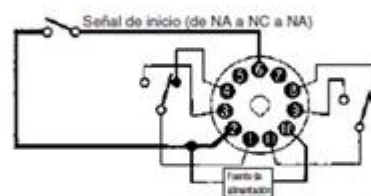
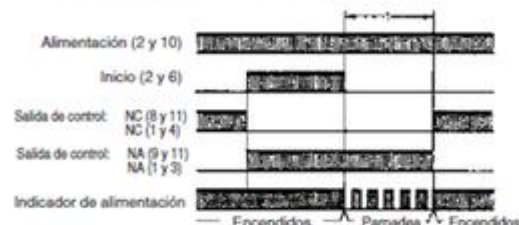
Modo D: Señal de retardo a OFF

La operación de señal de retardo a OFF (modo D) se puede utilizar de forma efectiva para mantener operativa una carga durante un determinado período. Por ejemplo, esta función permite que el ventilador de refrigeración de una lámpara o calentador opere durante un determinado período después de que la lámpara o el calentador se hayan desconectado.

1. Arranque por alimentación ON/operación instantánea/reset temporizado



2. Señal de inicio (start)/operación instantánea/reset temporizado

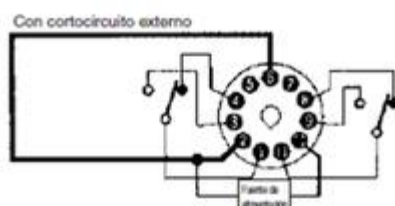
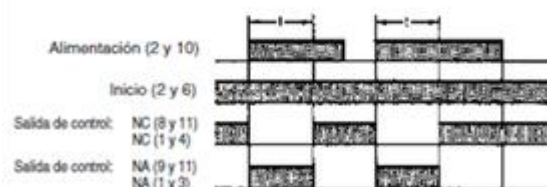


(Alimentación suministrada continuamente)

Modo E: Intervalo

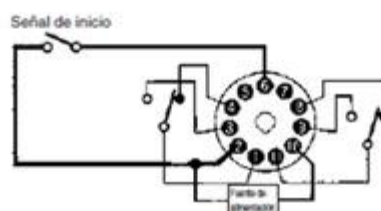
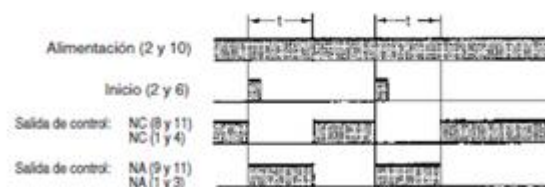
1. Arranque por alimentación ON/operación instantánea/reset temporizado

Esta función resulta útil para la operación de una máquina durante un período especificado después de conectar la alimentación.



2. Señal de inicio (start)/operación instantánea/reset temporizado

Esta función resulta útil para el control repetitivo, como el llenado de un líquido durante un período especificado después de cada entrada de señal Start.



(Alimentación suministrada continuamente)

VIDEO:

<https://youtu.be/pmwp2YLBThM>