

Conceptos de electricidad – tomo N°2

Ley de Lenz

La **ley de Lenz** para el campo **electromagnético** relaciona cambios producidos en el campo eléctrico en un conductor con la variación de flujo magnético en dicho conductor, y afirma que las tensiones o voltajes inducidos sobre un conductor y los campos eléctricos asociados son de un sentido tal que se oponen a la variación del flujo magnético que las induce. Esta ley se llama así en honor del físico germano-báltico **Heinrich Lenz**, quien la formuló en el año **1834**.

Formulación

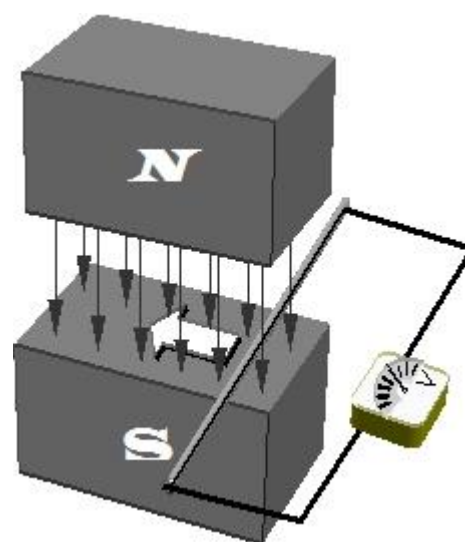
La polaridad de una **tensión inducida** es tal, que tiende a producir una corriente, cuyo campo magnético se opone siempre a las variaciones del campo existente producido por la corriente original.

Inducción electromagnética (Ley de Faraday)

Esquema del principio de la inducción electromagnética

La **inducción electromagnética** es el fenómeno que producción de una **fuerza electromotriz** (f.e.m. o un medio o cuerpo expuesto a un **campo magnético** bien en un medio móvil respecto a un campo magnético así que, cuando dicho cuerpo es un conductor, se una **corriente** inducida. Este fenómeno fue descubierto **Michael Faraday**, en 1830, quien lo expresó indicando magnitud de la tensión inducida es proporcional a la del flujo magnético (*Ley de Faraday*).

Por otra parte, **Heinrich Lenz** comprobó que la corriente f.e.m. inducida se opone al cambio de flujo magnético, tal que la corriente tiende a mantener el flujo. Esto es tanto para el caso en que la intensidad del flujo varíe, o que el cuerpo conductor se mueva respecto de él.



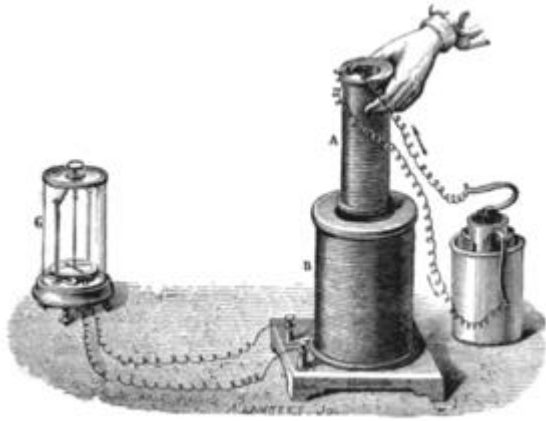
origina la **tensión** en variable, o estático. Es produce por que la variación

debida a la de forma válido

Resumiendo: Alrededor de todo conductor, por el que circula una corriente eléctrica, se inducirá un campo magnético proporcional a la corriente que lo genere.

Asimismo; en una espira cerrada de cobre que es atravesada por un campo magnético variable se inducirá una fuerza electromotriz proporcional al campo que la genere y que esta fuerza electromotriz inducida tenderá a oponerse a la que la genere.

Ley de Faraday



Experimento de Faraday que muestra la inducción entre dos espiras de cable: La batería (*derecha*) aporta la corriente eléctrica que fluye a través de una pequeña espira (A), creando un campo magnético. Cuando las espiras son estacionarias, no aparece ninguna corriente inducida. Pero cuando la pequeña espira se mueve dentro o fuera de la espira grande (B), el flujo magnético a través de la espira mayor cambia, induciéndose una corriente que es detectada por el galvanómetro (G).¹

La **ley de inducción electromagnética de Faraday** (o simplemente **ley de Faraday**) establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde.

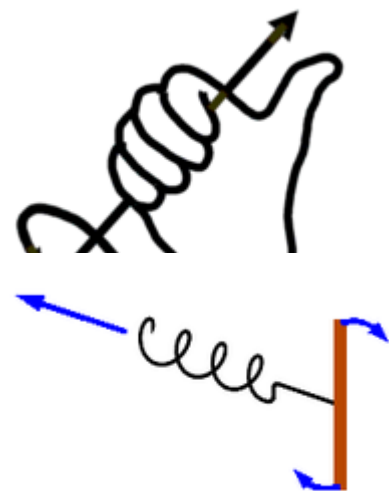
Regla de la mano derecha

Determinación de la dirección de rotación mediante la regla de mano derecha.

Al girar el sacacorchos hacia la derecha, este avanza.

La **regla de la mano derecha** o del **sacacorchos** es un método determinar direcciones vectoriales, y tiene como base los cartesianos. Se emplea prácticamente en dos maneras; para direcciones y movimientos vectoriales lineales, y para movimientos y direcciones rotacionales.

Así, cuando se hace girar un sacacorchos o un tornillo "hacia la derecha" (en el sentido de la agujas de un reloj) el sacacorchos tornillo "avanza", y viceversa, cuando se hace girar un sacacorchos o un tornillo "hacia la izquierda" (contrario a las del reloj), el sacacorchos o el tornillo "retroceden".

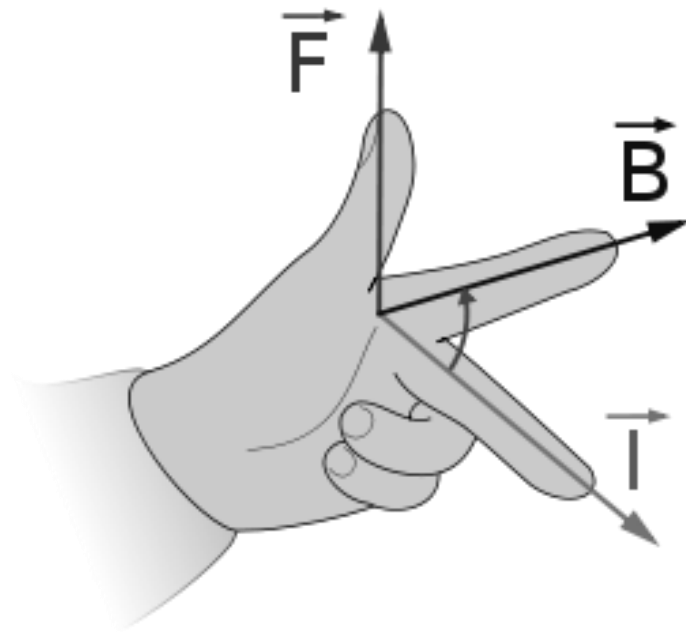


la

para
planos

o el
agujas

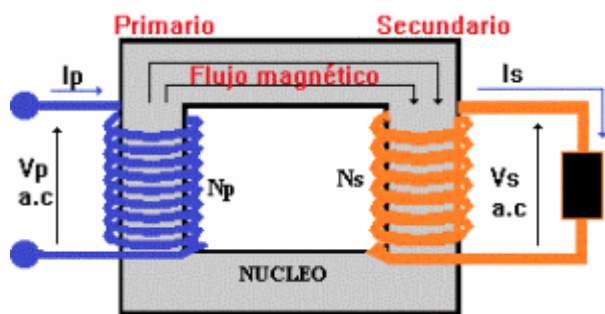
Regla de la mano izquierda



Regla de la mano izquierda.

- * Dedo índice: indica el sentido de las líneas de flujo magnético; B
- * Dedo pulgar: indica el movimiento del conductor; F
- * Dedo corazón: indica el sentido de la corriente en el conductor. I

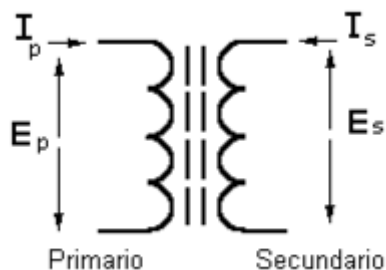
Transformador



Se denomina **transformador** a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, **manteniendo la potencia**. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la **inducción electromagnética**. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético. Las bobinas o devanados se denominan **primario y secundario** según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente.

Funcionamiento



Representación esquemática del transformador.

Este elemento eléctrico se basa en el fenómeno de la inducción electromagnética, ya que si aplicamos una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, debido a la variación de la intensidad y sentido de la corriente alterna, se produce la inducción de un flujo magnético variable en el núcleo de hierro.

Este flujo originará por inducción electromagnética, la aparición de una fuerza electromotriz en el devanado secundario. La tensión en el devanado secundario dependerá directamente del número de espiras que tengan los devanados y de la tensión del devanado primario.

Relación de Transformación

La relación de transformación indica el aumento o decremento que sufre el valor de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, esto quiere decir, la relación entre la tensión de salida y la de entrada.

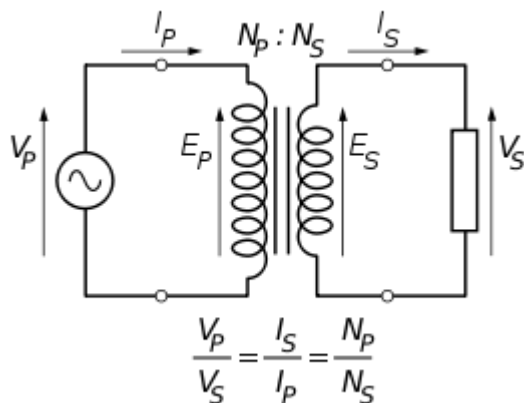
La relación entre la fuerza electromotriz inductora (**E_p**), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida (**E_s**), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (**N_p**) y secundario (**N_s**) , según la ecuación:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

La **relación de transformación (m)** de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

Donde: (**V_p**) es la tensión en el devanado primario o tensión de entrada, (**V_s**) es la tensión en el devanado secundario o tensión de salida, (**I_p**) es la corriente en el devanado primario o corriente de entrada, e (**I_s**) es la corriente en el devanado secundario o corriente de salida.



Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores.

Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama **relación de vueltas** del transformador o **relación de transformación**.

Ahora bien, como la potencia eléctrica aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario:

$$P_1 = P_2$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

El producto de la diferencia de potencial por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10 amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte).

Motor eléctrico

Estator

Devanado trifásico distribuido en ranuras a 120°

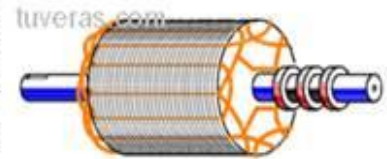
Tienen tres devanados en el estator. Estos devanados están desfasados $2\pi/(3P)$, siendo P el número de pares de polos de la máquina.



Rotor

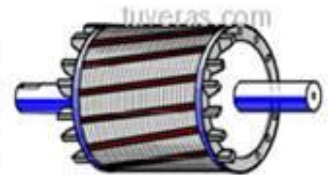
Bobinado

Rotor devanado: los devanados del rotor son similares a los del estator con el que está asociado. El número de fases del rotor no tiene por qué ser el mismo que el del estator, lo que sí tiene que ser igual es el número de polos. Los devanados del rotor están conectados a anillos colectores montados sobre el mismo eje.



Jaula de ardilla

Los conductores del rotor están igualmente distribuidos por la periferia del rotor. Los extremos de estos conductores están cortocircuitados, por tanto no hay posibilidad de conexión del devanado del rotor con el exterior. La posición inclinada de las ranuras mejora las propiedades de arranque y disminuye los ruidos.





Rotor, estator y ventilador de un motor eléctrico.

El **motor eléctrico** es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa adecuadamente o con frenos regenerativos.

Son utilizados en infinidad de sectores; instalaciones industriales, comerciales, particulares; como ventiladores, accionamientos de portones; bombas, máquinas herramientas, aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas y unidades de disco. Los motores eléctricos pueden ser impulsados por fuentes de corriente continua (DC), tal como baterías de automóviles o rectificadores de corriente, y por fuentes de corriente alterna (AC) bien sea directamente de la red eléctrica bifásica o trifásica. Los pequeños motores se pueden encontrar hasta en relojes eléctricos. Los motores de uso general con dimensiones y características más estandarizadas proporcionan la potencia adecuada al uso industrial. Los motores eléctricos más grandes se usan para propulsión de trenes, compresores y aplicaciones de bombeo con potencias que alcanzan 100 megavatios. Estos motores pueden ser clasificados por el tipo de fuente de energía eléctrica, construcción interna, aplicación, tipo de salida de movimiento, etcétera.

Motor asíncrono

Los **motores asíncronos** o **de inducción** son un tipo de motor de corriente alterna.

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el *Teorema de Ferraris*, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday: La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos(en cortocircuito como dicen los electricistas) a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas para ejercitar a mascotas como hamsters y por eso a veces se llama "**jaula de ardillas**", y los motores de inducción se llaman **motores de jaula de ardilla**.

Constitución del motor asíncrono

La parte fija del circuito magnético (estátor) es un anillo cilíndrico de **chapa magnética** ajustado a la carcasa que lo envuelve. La carcasa tiene una función puramente protectora. En la parte interior del estator van dispuestos unas ranuras donde se coloca el bobinado (correspondiente).

En el interior del estator va colocado el rotor, que es un cilindro de chapa magnética fijado al eje. En su periferia van dispuestas unas ranuras en las que se coloca el bobinado correspondiente.

El entrehierro de estos motores es constante en toda su circunferencia y su valor debe ser el mínimo posible

Circuitos eléctricos

Los dos circuitos eléctricos van situados uno en las ranuras del estátor (primario) y otro en las del rotor (secundario), que está cortocircuitado. El rotor en cortocircuito puede estar formado por bobinas que se cortocircuitan en el exterior de la máquina directamente o mediante reóstatos; o bien, puede estar formado por barras de cobre colocadas en las ranuras, que han de ser cuidadosamente soldadas a dos anillos del mismo material, llamados anillos de cortocircuito. Este conjunto de barras y anillos forma el motor jaula de ardilla.

También existen **motores asíncronos monofásicos**, en los cuales el estator tiene un devanado monofásico y el rotor es de jaula de ardilla. Son motores de pequeña potencia y en ellos, en virtud del **Teorema de Leblanc**, el campo magnético es igual a la suma de dos campos giratorios iguales que rotan en sentidos opuestos. Estos motores monofásicos no arrancan por sí solos, por lo cual se debe disponer algún medio auxiliar para el arranque (fase partida : resistencia o condensador, polo blindado).

Conceptos básicos de los motores de inducción

La velocidad de rotación del campo magnético o *velocidad de sincronismo* dada por:

$$n_{sinc} = \frac{60 f_e}{p} \quad \begin{array}{l} \text{está} \\ \text{polos} \end{array}$$

Donde f_e es la **frecuencia** del sistema, en Hz, y p es el número de par de en la máquina. Estando así la velocidad dada en revoluciones por minuto (rpm).

Motores de jaula de ardilla monofásicos

La mayor parte de los motores que funcionan con c-a tienen el rotor de tipo **jaula de ardilla**. Los rotores de jaula de ardilla son mucho más compactos y tienen un núcleo de hierro laminado.

Los conductores longitudinales de la jaula de ardilla son de cobre y van soldados a las piezas terminales de metal. Cada conductor forma una espira con el conductor opuesto conectado por las dos piezas circulares de los extremos. Cuando este rotor está entre dos polos de campos electromagnéticos que han sido magnetizados por una corriente alterna, se induce una fem en las espiras de la jaula de ardilla, una corriente muy grande las recorre y se **produce un fuerte campo que contrarresta al que ha producido la corriente (ley de Lenz)**. Aunque el rotor pueda contrarrestar el campo de los polos estacionarios, no hay razón para que se mueva en una dirección u otra y así permanece parado. Es similar al motor síncrono el cual tampoco se arranca solo. **Lo que se necesita es un campo rotatorio en lugar de un campo alterno.**

Cómo funciona: El motor asincrónico funciona según el principio de inducción mutua de Faraday. Al aplicar corriente alterna trifásica a las bobinas inductoras, se produce un campo magnético giratorio, conocido como campo rotante, cuya frecuencia será igual a la de la corriente alterna con la que se alimenta al motor. Este campo al girar alrededor del rotor en estado de reposo, inducirá corrientes en el mismo, que producirán a su vez un campo magnético que seguirá el movimiento del campo estático, produciendo una cupla o par motor que hace que el rotor gire (principio de inducción mutua). No obstante, como la inducción en el rotor sólo se produce si hay una diferencia en las velocidades relativas del campo estático y el rotórico, la velocidad del rotor nunca alcanza a la del campo rotante. De lo contrario, si ambas velocidades fuesen iguales, no habría inducción y el rotor no produciría cupla. A esta diferencia de velocidad se la denomina "deslizamiento" y se mide en términos porcentuales, por lo que ésta es la razón por la cual a los motores de inducción se los denomina asincrónicos, ya que la velocidad rotórica difiere levemente de la del campo rotante. El deslizamiento difiere con la carga mecánica aplicada al rotor, siendo máximo con la máxima carga aplicada al mismo. Sin embargo, a pesar de esto, el motor varía poco su velocidad, pero el par motor o cupla aumenta (y con ello la intensidad de corriente consumida) por lo que se puede deducir que son motores de velocidad constante. Eléctricamente hablando, se puede definir al motor asincrónico como un Transformador eléctrico cuyos bobinados del estator representan el primario, y los devanados del rotor equivalen al secundario de un transformador en cortocircuito.

En el momento del arranque, producto del estado de reposo del rotor, la velocidad relativa entre campo estático y rotórico es muy elevada. Por lo tanto, la corriente inducida en el rotor es muy alta y el flujo de rotor (que se opone siempre al del estator) es máximo. Como consecuencia, la impedancia del estator es muy baja y la corriente absorbida de la red es muy alta, pudiendo llegar a valores de hasta 7 veces la intensidad nominal. Este valor no hace ningún daño al motor ya que es transitorio, y el fuerte par de arranque hace que el rotor gire enseguida, pero causa bajones de tensión abruptos y momentáneos que se manifiestan sobre todo como parpadeo en las lámparas lo cual es molesto, y puede producir daños en equipos electrónicos sensibles. Los motores de inducción están todos preparados para soportar esta corriente de arranque, pero repetidos y muy frecuentes arranques sin períodos de descanso pueden elevar progresivamente la temperatura del estator y comprometer la vida útil de los devanados del mismo hasta originar fallas por derretimiento de la aislación. Por eso se utilizan en potencias medianas y grandes, dispositivos electrónicos de "arranque suave", que minimizan la corriente de arranque del motor.

Al ganar velocidad el rotor, la corriente del mismo disminuye, el flujo rotórico también, y con ello la impedancia de los devanados del estator, recordemos que es un fenómeno de inducción mutua. La situación es la misma que la de conectar un transformador con el secundario en corto a la red de CA y luego con una resistencia variable intercalada ir aumentando progresivamente la resistencia de carga hasta llegar a la intensidad nominal del secundario. Por ende, lo que sucede en el circuito estático es un reflejo de lo que sucede en el circuito rotórico.

Usos

Los motores eléctricos se utilizan en la gran mayoría de las máquinas modernas. Su reducido tamaño permite introducir motores potentes en máquinas de pequeño tamaño, por ejemplo taladros o batidoras. Su elevado par motor y alta eficiencia lo convierte en el motor ideal para la tracción de transportes pesados como trenes; así como la propulsión de barcos, submarinos y dumperes de minería, a través del sistema Diésel-eléctrico.

Cambio de sentido de giro

Para efectuar el cambio de sentido de giro de los motores eléctricos de corriente alterna se siguen unos simples pasos tales como:

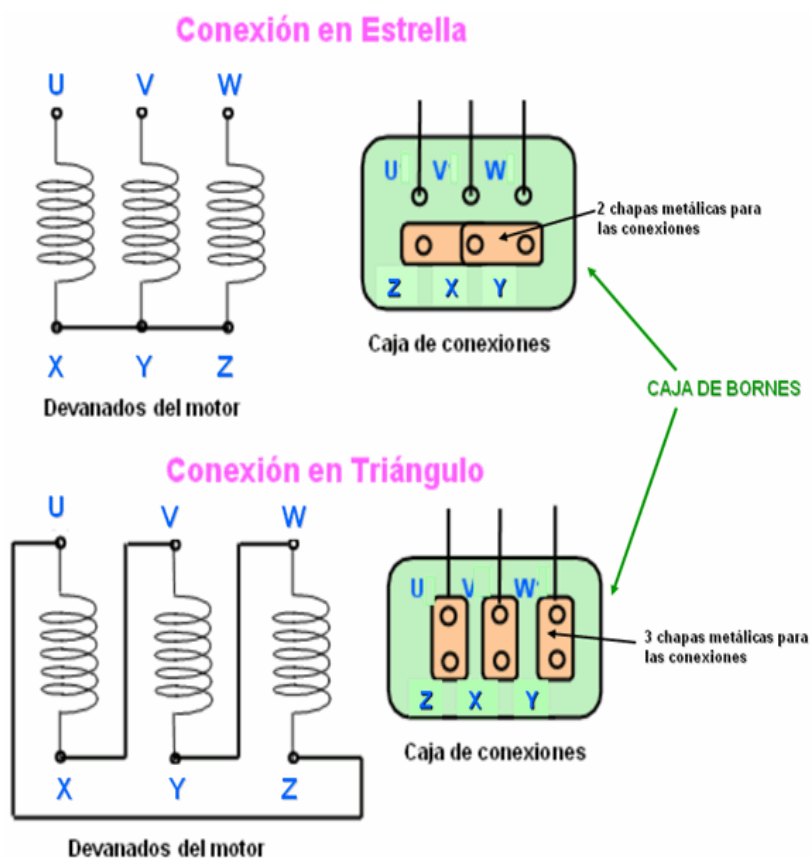
- Para motores monofásicos únicamente es necesario invertir las terminales del devanado de arranque, esto se puede realizar manualmente o con relés conmutadores
- Para motores trifásicos únicamente es necesario invertir dos de las conexiones de alimentación correspondientes a dos fases de acuerdo a la secuencia de fases.

Conexión de motores trifásicos a la red

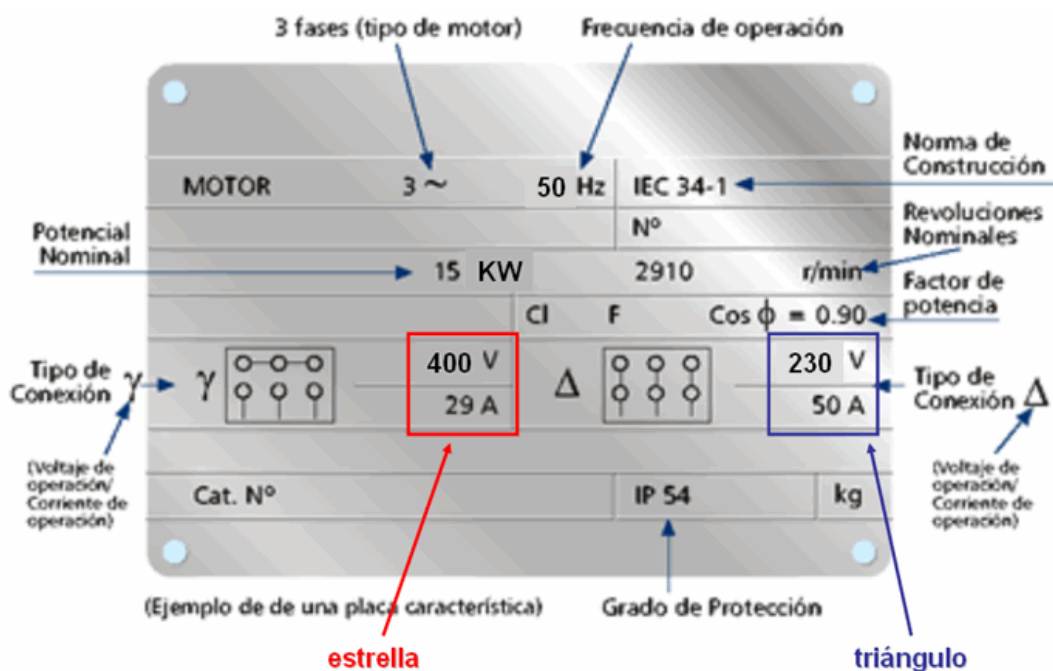
Los motores trifásicos presentan lógicamente tres devanados (tres impedancias) y seis bornes. Los fabricantes, para facilitar las conexiones (sobre todo el triángulo), disponen en la caja de bornes una colocación especial de estos. Observa la Fig y fíjate que las conexiones para realizar un triángulo son:

- X con V
- Y con W
- Z con U

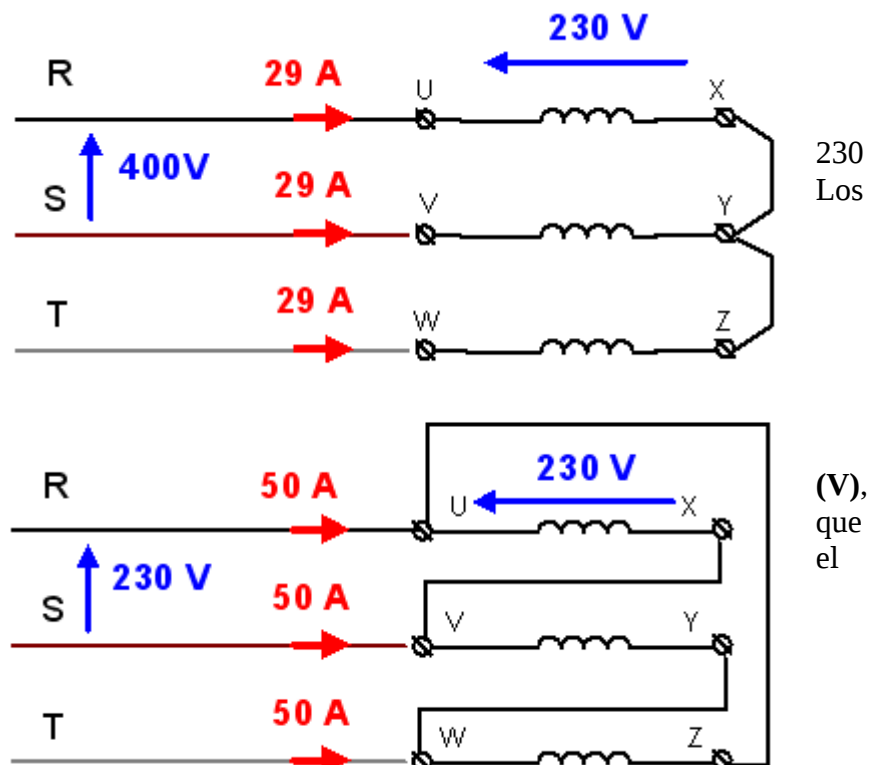
En vista de esto, la caja de bornes viene distribuida como puedes ver, lo que ayuda mucho para conectar en triángulo pues este se realiza uniendo bornes en vertical, mediante conectores o chapas metálicas.



En la siguiente Fig. podemos ver la placa de características técnicas de un motor trifásico. Observa que la potencia, velocidad y frecuencia nominales son 15 (Kw), 2910 (rpm) y 50 (Hz) respectivamente. Pero ¿y la tensión y corriente nominales?



Estas magnitudes dependen de la conexión de los devanados del motor. Por un lado puedes ver que la tensión y corriente nominales son 400(V), 29 (A) en conexión estrella y (V), 50 (A) en conexión triángulo. motores y las cargas trifásicas en general, son flexibles y pueden conectarse a redes con distinta tensión de línea, sin más que variar la conexión. En Fig. de la derecha puedes ver dibujadas ambas conexiones; observa que **la tensión nominal de cada devanado es 230** tanto en estrella como en triángulo y **este valor no se puede superar**, sino motor se sufrirá calentamientos excesivos.



En vista de estas características, si vamos a conectar este motor en una instalación de 400 V (de línea), debemos hacerlo en estrella y consumirá 29 (A) nominales de corriente de línea. Si posteriormente tenemos que trasladarlo a una instalación vieja de 230 V (de línea), el motor funcionará sin perder ninguna de sus prestaciones, pero debe conectarse en triángulo absorbiendo 50 (A) nominales de corriente de línea. Como en ambos casos se trata de un motor de 15 (Kw), bajo una red de menos tensión, consume más intensidad nominal (en triángulo). Normalmente en la mayoría de placas de características, la tensión y corriente nominales vienen indicadas de la siguiente forma:

Como regla general debes recordar que:

1.- La tensión mayor y la corriente menor corresponden a la conexión **estrella**.

tensión menor y la corriente mayor corresponden a conexión **triángulo**.



2.-La
la

3.-La

relación entre las dos tensiones y entre las dos corrientes es $\sqrt{3}$:

$$230 * \sqrt{3} = 400(V)$$

$$\frac{50}{\sqrt{3}} = 29(A)$$

!!! Cualquier carga trifásica puede conectarse a dos tensiones red, sin más que variar su conexión (estrella o triángulo). Esta característica se puede ver sobretodo en las placas de los motores trifásicos, donde se especifican dos tensiones y dos corrientes nominales!!!

Motores Datos Generales.

1 - Clases de Aislamiento.

El límite de temperatura depende del tipo de material empleado. Para fines de normalización, los materiales aislantes y los sistemas de aislamiento (cada uno formado por la combinación de varios materiales) son agrupados en CLASES DE AISLAMIENTO, cada cual definida por el respectivo límite de temperatura, o sea, por la mayor temperatura que el material o el sistema de aislamiento puede soportar continuamente sin que sea afectada su vida útil.

Las clases de aislamiento utilizadas en máquinas eléctricas y los respectivos límites de temperatura conforme IEC 60034-1, son las siguientes:

Clase A - (105 °C)

Clase E - (120 °C)

Clase B - (130 °C)

Clase F - (155 °C)

Clase H - (180 °C)

2 - Vida Útil del Motor

La vida útil de un motor depende casi exclusivamente de la vida útil del sistema de aislamiento de los devanados.

Éste es afectado por muchos factores, como humedad, vibraciones, ambientes corrosivos y otros. Entre todos los factores, el más importante es, sin duda la temperatura de trabajo de los materiales aislantes empleados. Un aumento de 8 a 10 grados por encima del límite de la clase térmica, en la temperatura del sistema de aislamiento, puede reducir la vida útil del devanado a la mitad. Cuando hablamos en disminución de la vida útil del motor, no nos referimos a las temperaturas elevadas, cuando el aislante se quema, el devanado es destruido. La vida útil del sistema de aislamiento (en términos de temperatura de trabajo, sensiblemente por debajo de aquella en que el material se quema), se refiere al envejecimiento gradual del aislante, que va tornándose reseco, perdiendo el poder aislante, hasta que no soporta más la tensión aplicada y produce el cortocircuito.

La experiencia muestra que la capacidad de aislamiento de los materiales tiene una duración prácticamente ilimitada, si su temperatura es mantenida por debajo de un cierto límite. Por encima de este valor, la vida útil de los materiales aislantes se va tornando cada vez más corta, a medida que la temperatura de trabajo es más alta. Este límite de temperatura es mucho más bajo que la temperatura de “quema” del aislante y depende del tipo de material empleado. Esta limitación de temperatura se refiere al punto más caliente del aislamiento y no necesariamente a todo el devanado. Evidentemente, basta un “punto débil” en el interior de la bobina para que el devanado que de inutilizado. Se recomienda utilizar sensores de temperatura como protección adicional del motor eléctrico.

Estos sensores podrán garantizar una mayor vida al motor y confiabilidad al proceso.

La especificación de alarma y/o apagado debe ser realizada de acuerdo con la clase térmica del motor

3 - Protección Térmica de Motores Eléctricos

La protección térmica es efectuada por medio de termorresistencias (resistencia calibrada), termistores, termostatos o protectores térmicos. Los tipos de sensores a ser utilizados son determinados en función de la clase de temperatura del aislamiento empleado, de cada tipo de máquina y de la exigencia del cliente.

Termorresistores (Pt-100)

Son sensores de temperatura con principio de funcionamiento basado en la propiedad que algunos materiales que varían la resistencia eléctrica con la variación de la temperatura (generalmente platina, níquel o cobre).

Poseen resistencia calibrada que varia linealmente con la temperatura, posibilitando un seguimiento continuo del proceso de calentamiento del motor por el display del controlador, con alto grado de precisión y sensibilidad de respuesta.

Un mismo sensor puede servir para alarma (operación por encima de la temperatura normal de trabajo) y apagado (generalmente ajustada para la máxima temperatura de la clase de aislamiento). Las resistencias de los cables, de los contactos, etc., pueden interferir en la medición. De esa forma, existen diferentes tipos de configuraciones que pueden ser realizadas buscando minimizar dichos efectos.

La configuración de dos alambres normalmente es satisfactoria en locales donde la longitud del cable del sensor hasta el instrumento no sobrepasa los 3,0 m para calibre 20 AWG

En la configuración de tres alambres (mas utilizada por la industria) habrá una compensación de la resistencia eléctrica por el tercer alambre g

En la configuración de cuatro alambres (montaje mas preciso), existen dos conexiones para cada terminal del bulbo (dos cables para tension y dos para corriente), obteniéndose un balanceo total de resistencias (es utilizada en casos donde es necesaria una gran precisión)

Desventaja

Los elementos sensores y los circuitos de control poseen un alto costo.



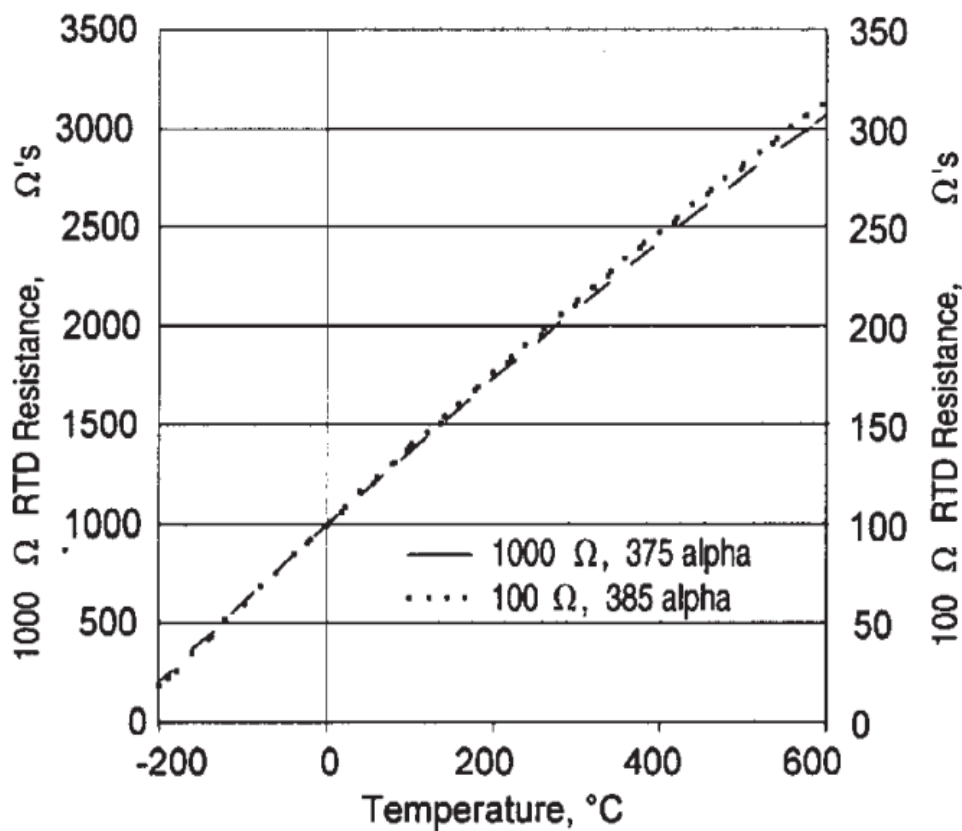
Para el Pt-100, la temperatura puede ser obtenida con la formula a seguir, o a través de tablas suministradas por los fabricantes.

$$t\text{ }^{\circ}\text{C} = r - 100 / 0.385$$

r - resistencia medida en Ohms.

Nota: La sonda pt100 se denomina así porque a 0°C su resistencia es de 100 Ohmios.

RESISTANCE VS TEMPERATURE CURVE



Termistores (PTC y NTC)

Los termistores son dispositivos hechos de materiales semiconductores, cuya resistencia varía acentuadamente con la temperatura.

PTC - coeficiente de temperatura positivo

NTC - coeficiente de temperatura negativo

El termistor “PTC” presenta aumento de la resistencia con el aumento de la temperatura y algunos son caracterizados porque tal aumento es abrupto, lo que los torna útiles en dispositivos de protección de sobrecalentamiento. El termistor “NTC” presenta reducción de la resistencia con el aumento de la temperatura, normalmente no son utilizados en motores eléctricos.

La brusca variación en la resistencia interrumpe la corriente en el PTC, accionando un rele de salida, lo cual apaga el circuito principal. Los termistores pueden ser usados para alarma y apagado. En ese caso, son necesarios dos termistores independientes por fase con coeficientes térmicos diferentes; el más bajo se utiliza para alarma y el más alto para disparo.

Los termistores poseen tamaño reducido, no sufren desgastes mecánicos y tienen una respuesta más rápida en relación a los otros detectores, aunque no permitan un seguimiento continuo del proceso de calentamiento del motor.

Los termistores, con sus respectivos circuitos electrónicos de control, ofrecen protección completa contra sobrecalentamiento producido por falta de fase, sobrecarga, sub o sobre tensiones y operaciones frecuentes de reversión o enciende-apaga.

Poseen bajo costo, cuando son comparados al del tipo Pt-100, sin embargo, necesitan de rele para comando de la actuación de la alarma o de la operación (apagado o habilitación).



Visualización del aspecto externo de los termistores.

Sigue abajo la tabla de los principales PTC utilizados en los motores eléctricos. Esta tabla relaciona los colores de los cables del sensor PTC con su temperatura de actuación.

Colores de los cables		Temperatura °C
		110
		120
		140
		160
		180

Protectores Térmicos Bimetálicos - Termostatos

Son sensores térmicos del tipo bimetalico con contactos de plata normalmente cerrados, que se abren al alcanzar determinada elevación de temperatura. Cuando la temperatura de actuación del bimetalico baja, el mismo vuelve a su forma, original instantáneamente, permitiendo el cierre de los contactos nuevamente. Los termostatos pueden ser destinados para sistemas de alarma, apagado o ambos (alarma y apagado) de motores eléctricos trifásicos.

En los motores, los termostatos son instalados en las cabezas de bobinas de fases diferentes y conectados en serie con la bobina del contactor donde, dependiendo del grado de seguridad y de la especificación del cliente, pueden ser utilizados tres termostatos (uno por fase) o seis termostatos (grupos de dos por fase).

Para operar en alarma y apagado (dos termostatos por fase), los termostatos de alarma deben ser apropiados para actuación en la elevación de temperatura prevista del motor, mientras que los termostatos de apagado deberán actuar a la temperatura máxima del material aislante.

4 - Grado de Protección

La norma IEC 60034-5 define los grados de protección de los equipos eléctricos por medio de las letras características IP, seguidas por dos cifras.

Primera Cifra	
Cifra	Indicación
0	Maquina no protegida
1	Máquina protegida contra objetos sólidos mayores a 50 mm
2	Máquina protegida contra objetos sólidos mayores a 12 mm
3	Máquina protegida contra objetos sólidos mayores a 2,5 mm
4	Máquina protegida contra objetos sólidos mayores a 1 mm
5	Maquina protegida contra polvo
6	Maquina totalmente protegida contra polvo

Segunda Cifra	
Cifra	Indicación
0	Maquina no protegida
1	Maquina protegida contra goteo vertical
2	Maquina protegida contra goteo de agua, con inclinación de hasta 15°
3	Máquina protegida contra aspersión de agua
4	Maquina protegida contra proyecciones de agua
5	Maquina protegida contra chorros de agua
6	Maquina protegida contra chorros potentes
7	Máquina protegida contra los efectos de la inmersión temporaria (1 metro durante 30 minutos)
8	Maquina protegida contra los efectos de la inmersión continua

De esta manera, por ejemplo, cuando un equipamiento tiene como grado de protección las siglas: *IP67*.

- Las letras «IP» identifican al estándar (del inglés: *International Protection*)
- El valor «6» en el primer dígito numérico describe el nivel de protección ante polvo, en este caso: «El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia».
- El valor «7» en el segundo dígito numérico describe el nivel de protección frente a líquidos (normalmente agua), en nuestro ejemplo: «El objeto debe resistir (sin filtración alguna) la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos».

Multímetro o Tester

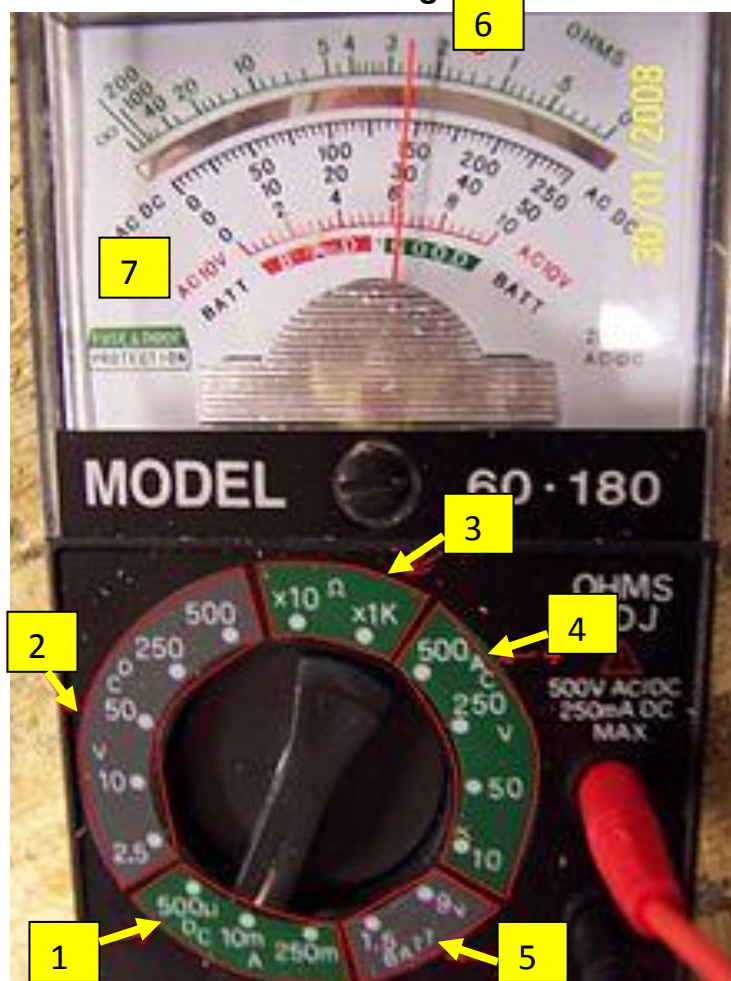


Multímetro analógico y Multímetro digital

Un **multímetro**, también denominado **polímetro**,¹ es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).

Funciones comunes

Multímetro o tester analógico



Multímetro analógico

1. Las tres posiciones del mando sirven para medir intensidad en corriente continua(D.C.), de izquierda a derecha, los valores máximos que podemos medir son: 500µA, 10mA y 250mA (µA se lee microamperio y corresponde a 10^{-6} A=0,000001A y mA se lee miliamperio y corresponde a 10^{-3} =0,001A).
2. Vemos 5 posiciones, para medir tensión en corriente continua (D.C.= Direct Current), correspondientes a 2.5V, 10V, 50V, 250V y 500V, en donde V=voltios.
3. Para medir resistencia (x10Ω y x1k Ω); Ω se lee ohmio. Esto no lo usaremos apenas, pues observando detalladamente en la escala milimetrada que está debajo del número 6 (con la que se mide la resistencia), verás que no es lineal, es decir, no hay la misma distancia entre el 2 y el 3 que entre el 4 y el 5; además, los valores decrecen hacia la derecha y la escala en lugar de empezar en 0, empieza en (un valor de resistencia igual a significa que el circuito está abierto). A veces usamos estas posiciones para ver si un cable está roto y no conduce la corriente.
4. Como en el apartado 2, pero en este caso para medir corriente alterna (A.C.: =Alternating Current).
5. Sirve para comprobar el estado de carga de pilas de 1.5V y 9V.
6. Escala para medir resistencia.
7. Escalas para el resto de mediciones. Desde abajo hacia arriba vemos una de 0 a 10, otra de 0 a 50 y una última de 0 a 250.

Como medir con el multímetro digital



Midiendo tensiones

Para medir una tensión, colocaremos la puntas de prueba en las clavijas, y no tendremos más que colocar ambas puntas entre los puntos de lectura que queramos medir. Si lo que queremos es medir voltaje absoluto, colocaremos la punta de medición negra en cualquier masa (un cable negro de uno de los conectores de alimentación internos o el chasis del ordenador) y la otra punta de medición (roja) en el punto a medir. Si lo que queremos es medir diferencias de voltaje entre dos puntos, no tendremos más que colocar una punta de medición en cada lugar.

Midiendo resistencias

El procedimiento para medir una resistencia es bastante similar al de medir tensiones. Basta con colocar la selectora en la posición de ohmios y tocaremos con cada punta de medición las correspondientes puntas de la resistencia a medir.

Midiendo intensidades

El proceso para medir intensidades es algo más complicado, puesto que en lugar de medirse en paralelo, se mide en serie con el circuito en cuestión. Por esto, para medir intensidades tendremos que abrir el circuito, es decir, desconectar algún cable para intercalar el **tester** en medio, con el propósito de que la intensidad circule por dentro del **tester**. Precisamente por esto, hemos comentado antes que un **tester** con las puntas de prueba puestas para medir intensidades tiene resistencia interna casi nula, para no provocar cambios en el circuito que queramos medir.

Para medir una intensidad, abriremos el circuito en cualquiera de sus puntos, y configuraremos el **tester** adecuadamente (punta roja en clavija de amperios de más capacidad, 10 A en el caso del **tester** del ejemplo, punta negra en clavija común COM).

Una vez tengamos el circuito abierto y el **tester** bien configurado, procederemos a cerrar el circuito usando para ello el **tester**, es decir, colocaremos cada punta de prueba del **tester** en cada uno de los dos extremos del circuito abierto que tenemos. Con ello se cerrará el circuito y la intensidad circulará por el interior del tester para ser leída..

Relé

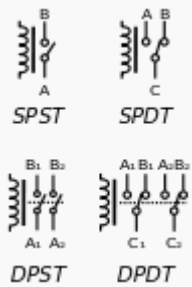
Relé	
	
Tipo	Interruptor
Principio de funcionamiento	Magnetismo
Símbolo electrónico  SPST SPDT DPST DPDT	
Configuración	Bobina (dos terminales), interruptor (de dos posiciones)

Figura 1.- Relé enchufable para pequeñas

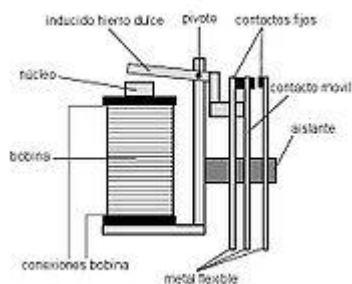


Figura 2.- Partes de un relé.

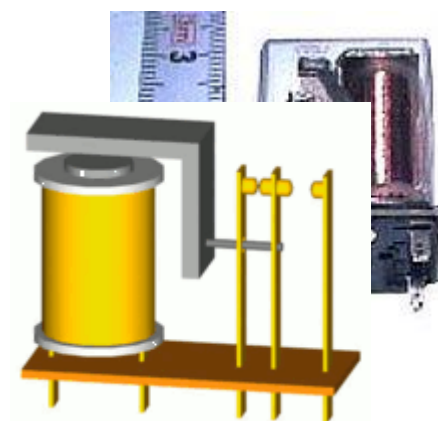


Figura 3.- Funcionamiento de un relé

potencias.

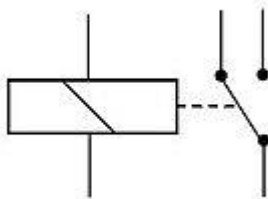


Figura 4.- Símbolo eléctrico de un relé de 1 circuito.

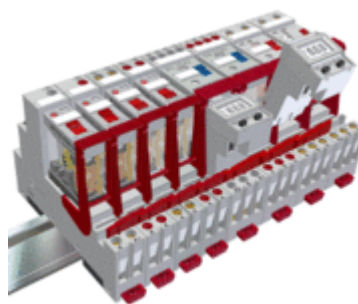


Figura 5.-Regleta con relés.



Figura 6.-Diferentes tipos de relés.



Figura 7.-Relés de Estado Sólido.

El **relé** o **relevador** es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores; De ahí "relé".

Índice

- 1 Descripción
- 2 Estructura y funcionamiento
- 3 Tipos de relés
 - 3.1 Relés electromecánicos
 - 3.2 Relé de estado sólido
 - 3.3 Relé de corriente alterna
 - 3.4 Relé de láminas
- 4 Ventajas del uso de relés

Descripción

En la *Figura 2* se representa, de forma esquemática, la disposición de los distintos elementos que forman un relé de un único contacto de trabajo o circuito. En la *Figura 3* se puede ver su funcionamiento y cómo conmuta al activarse y desactivarse su bobina.

Estructura y funcionamiento

El electroimán hace bascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, que provoca que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permite que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

Tipos de relés

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de su intensidad admisible, del tipo de corriente de accionamiento, del tiempo de activación y desactivación, entre otros. Cuando controlan grandes potencias se llaman contactores en lugar de relés.

Relés electromecánicos

Relés de tipo armadura: pese a ser los más antiguos siguen siendo lo más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado).

- **Relés de núcleo móvil:** a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido a su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes
- **Relé tipo reed o de lengüeta:** están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.
- **Relés polarizados o biestables:** se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

Relé de estado sólido

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

Relé de corriente alterna

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en algunos lugares, como varios países de Europa y latinoamérica oscilarán a 2 x 50 Hz y en otros, como en Estados Unidos lo harán a 2 x 60 Hz. Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

Relé de láminas

Este tipo de relé se utilizaba para discriminar distintas frecuencias. Consiste en un electroimán excitado con la corriente alterna de entrada que atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto, las demás no. Los relés de láminas se utilizaron en aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

Ventajas del uso de relés

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control. En el caso presentado podemos ver un grupo de relés en bases interfases que son controlado por módulos digitales programables que permiten crear funciones de temporización y contador como si de un mini PLD (Dispositivo Lógico Programable) se tratase. Con estos modernos sistemas los relés pueden actuar de forma programada e independiente lo que supone grandes ventajas en su aplicación aumentando su uso en aplicaciones sin necesidad de utilizar controles como PLD's u otros medios para comandarlos (ver fig 8). Se puede encender por ejemplo una bombilla o motor y al encenderlo se apaga el otro motor o bombilla.

Contactor

Un **contactor** es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un **contactor** es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.



Índice

- 1 Conmutación "todo o nada"
- 2 Partes
 - 2.1 Carcasa
 - 2.2 Electroimán
 - 2.3 Bobina
 - 2.4 Núcleo
 - 2.5 Espira de sombra
 - 2.6 Armadura
 - 2.7 Contactos
 - 2.8 Relé térmico
 - 2.9 Resorte
- 3 Funcionamiento
 - 3.1 Ejemplo
- 4 Clasificación
 - 4.1 Por su construcción
 - 4.1.1 Contactores electromagnéticos
 - 4.1.2 Contactores electromecánicos
 - 4.1.3 Contactores neumáticos
 - 4.1.4 Contactores hidráulicos
 - 4.1.5 Contactores estáticos
 - 4.2 Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina
 - 4.2.1 Contactores para corriente alterna
 - 4.2.2 Contactores para corriente continua
 - 4.2.3 Por la categoría de servicio
- 5 Criterios para la elección de un contactor
- 6 Ventajas de los contactores

Conmutación "todo o nada"

La función conmutación todo o nada o a menudo establece e interrumpe la alimentación de los receptores. Esta suele ser la función de los contactores electromagnéticos. En la mayoría de los casos, el control a distancia resulta imprescindible para facilitar la utilización así como la tarea del operario que suele estar alejado de los mandos de control de potencia. Como norma general, dicho control ofrece información sobre la acción desarrollada que se puede visualizar a través de los pilotos luminosos o de un segundo dispositivo. Estos circuitos eléctricos complementarios llamados "circuitos de esclavización y de señalización" se realizan mediante contactos auxiliares que se incorporan a los contactores, a los contactores auxiliares o a los relés de automatismo, o que ya están incluidos en los bloques aditivos que se montan en los contactores y los contactores auxiliares. La conmutación todo o nada también puede realizarse con relés y contactores estáticos. Del mismo modo puede integrarse en aparatos de funciones múltiples, como los disyuntores motores o los contactores disyuntores.¹

Partes

Carcasa

Es el soporte fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. además es la presentación visual del contactor.

Electroimán

Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.

Bobina

Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor.

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja. Se hace referencia a las bobinas de la siguiente forma: A1 y A2. Siempre y cuando este supervisado por un ingeniero debidamente capacitado.

Núcleo

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Espira de sombra

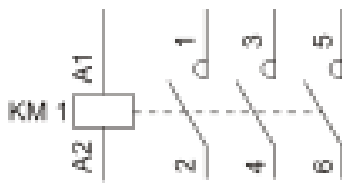
Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.

Armadura

Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizadas la bobinas, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen de forma muy rápida, alrededor de unos 10 milisegundos. Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer a la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria.

Contactos



Simbología de polos (arriba) y Contactos Auxiliares(abajo).

Son elementos **conductores** que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos:

- Dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.
- Contactos principales: su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga. Simbología: se referencian con una sola cifra del 1 al 6.
- Contactos auxiliares: son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas. Los tipos más comunes son:
 - Instantáneos: actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor, se encargan de abrir y cerrar el circuito.
 - Temporizados: actúan transcurrido un tiempo determinado desde que se energiza la bobina (temporizados a la conexión) o desde que se desenergiza la bobina (temporizados a la desconexión).
 - De apertura lenta: el desplazamiento y la velocidad del contacto móvil es igual al de la armadura.
 - De apertura positiva: los contactos cerrados y abiertos no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

En su simbología aparecen con dos cifras donde la unidad indica:

- 1 y 2, contacto normalmente cerrados, NC.
- 3 y 4, contacto normalmente abiertos, NA.
- 5 y 6, contacto NC de apertura temporizada o de protección.
- 7 y 8, contacto NA de cierre temporizado o de protección.

por su parte, la cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor. En un lado se indica a qué contactor pertenece.

Relé térmico

El relé térmico es un elemento de protección que se ubica en el circuito de potencia, contra sobrecargas. Su principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos, bimetales, bajo el efecto de la temperatura, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desactiven todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.

El bimetálico está formado por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y unidos firmemente entre sí, regularmente mediante soldadura de punto. El calor necesario para curvar o reflexionar la lámina bimetalica es producida por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor.

Los bimetales comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados, empujando una placa de fibra hasta que se produce el cambio de estado de los contactos auxiliares que lleva. El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias.

Resorte

Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez que cesa el campo **magnético de las bobinas**.

Funcionamiento

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases: abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las autoalimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

Clasificación

Por su construcción

Contactores electromagnéticos

Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

Contactores electromecánicos

Se accionan con ayuda de medios mecánicos.

Contactores neumáticos

Se accionan mediante la presión de aire.

Contactores hidráulicos

Se accionan por la presión de aceite. para cargar

Contactores estáticos

Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como: Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante además su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina

Contactores para corriente alterna

Contactores para corriente continua

Por la categoría de servicio

Las aplicaciones de los contactores, en función de la categoría de servicio, son:

- **AC1** ($\cos \phi \geq 0,9$): cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica. Son para condiciones de servicio ligeros de cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencia, lamparas de incandescencia, calefacciones eléctricas. No para motores.
- **AC2** ($\cos \phi = 0,6$): motores síncronos (de anillos rozantes) para mezcladoras centrífugas.
- **AC3** ($\cos \phi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio continuo para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
- **AC4** ($\cos \phi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio intermitente para grúas, ascensores.

Criterios para la elección de un contactor

Debemos tener en cuenta algunas cosas, como las siguientes:

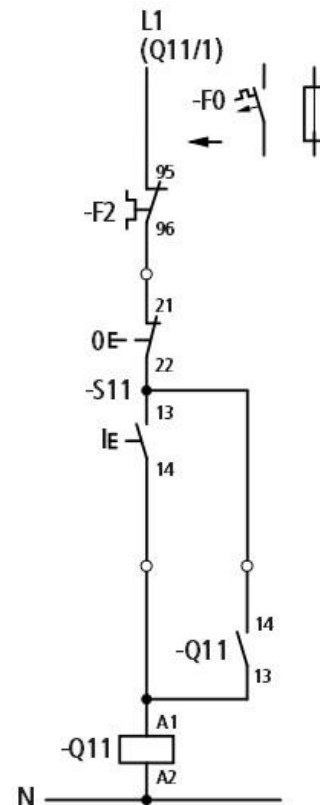
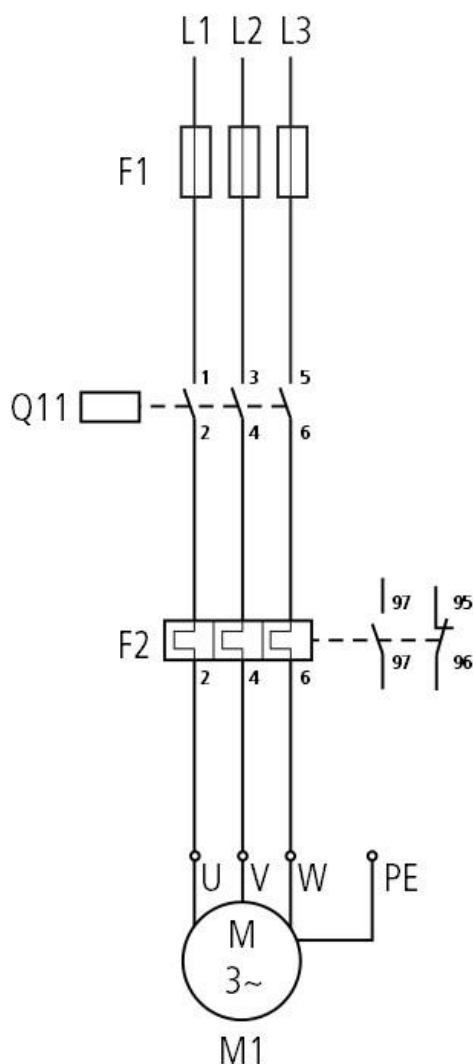
1. El tipo de corriente, la tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
2. La potencia nominal de la carga.
3. Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
4. Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

Ventajas de los contactores

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos, por los que se recomienda su utilización: automatización en el arranque y paro de motores, posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones, se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas, seguridad para personal técnico, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños, control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares (como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.), y un ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

A estas características hay que añadir que el contactor:

- es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima).
- funciona tanto en servicio intermitente como en continuo.



CIRCUITO DE APLICACIÓN CON CONTACTOR