

CAPITULO IV

MATERIALES ELÉCTRICOS

4.1. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores eléctricos son los cables y alambres que se utilizan para transportar la energía eléctrica en las instalaciones residenciales, comerciales e industriales. En cualquier instalación eléctrica se requiere que los elementos de conducción eléctrica tengan una buena conductividad y cumplan con otros requisitos en cuanto a sus propiedades eléctricas y mecánicas, considerando desde luego el aspecto económico. Por esta razón la mayor parte de los conductores empleados en instalaciones eléctricas están hechos de cobre (Cu) o aluminio (Al) que son comercialmente los materiales con mayor conductividad y con un costo lo suficientemente bajo como para que resulten económicos, ya que existen otros materiales de mejor conductividad como por ejemplo la plata, el oro y el platino, pero tienen un costo elevado que hace antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

4.1.1. TIPOS DE CONDUCTORES, DIMENSIONAMIENTO

Adicionalmente dependiendo de la aplicación se pueden utilizar conductores en alambre o conductores en cable. *La diferencia entre **cable** y **alambre** es la siguiente:*

Alambre: cuando el conductor es un único hilo macizo (sólido).

Cable: se refiere a Conductores hechos con varios hilos ó hebras retorcidas.

En general los cables son:

- Resistentes al calor
- Resistentes al calor y humedad
- Resistentes al ozono

Existen diferentes clasificaciones de los conductores de acuerdo a su uso así:

CONDUCTORES PARA EDIFICIOS:



Fig. 30. Alambre o cable de cobre.

Alambres o cables de cobre Fig. 30. (opcional de aluminio), aislados con PVC retardante a la llama y con cubierta exterior protectora de nylon (Poliamida). Son diseñados para un voltaje de operación de 600 V y para temperaturas de operación de 90°C. Los alambres y cables para edificios son usados en alambrado de instalaciones comerciales, industriales y residenciales; en general, para alambrado eléctrico en edificaciones, circuitos alimentadores y ramales, y redes interiores secundarias industriales, instalación en ductos, tuberías y tableros.

CABLES FLEXIBLES:

Básicamente un cable flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos. Cada conductor está formado por varios filamentos de cobre, cuya cantidad y diámetro determina el calibre, la clase de cableado y, por tanto, su flexibilidad. El material más ampliamente usado es el Policloruro de Vinilo PVC (60, 75, 90, 105°C), que posee muy buenas propiedades de flexibilidad, retardancia a la llama y resistencia a la abrasión; también se usan otros materiales como Polietileno Reticulado (XLPE), Caucho de Silicona, Caucho Etileno Propileno (EPR) y Caucho Termoplástico. (TPR). La chaqueta generalmente de PVC, proporciona resistencia a la abrasión y a posibles daños ocasionados durante la instalación o manipulación en operación; por otra parte, el tipo de material y espesor de la chaqueta, y la cantidad y tipo de cables reunidos bajo una chaqueta común, tienen incidencia en la flexibilidad del cable completo. De acuerdo con su aplicación, los Cables Flexibles pueden ser clasificados en cuatro grandes grupos:

CORDONES PORTÁTILES:



Fig. 31. Cable Duplex.

En este se incluyen los cables Duplex, usados como cordón de servicio liviano para conexión de aparatos y los cables encauchetados usados como cordón de servicio extrapesado en equipos y herramientas portátiles (Fig. 31).

CABLES PARA APLICACIONES ESPECIALES:

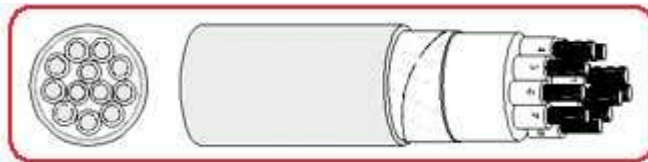


Fig. 32. Cable para aplicación en altas temperaturas.

Usados para alambrado interno de equipos. En circuitos de control y tableros de mando en ductos, **carcamoso** canalizaciones; y los cables para aplicaciones en altas temperaturas (Fig. 32).

CABLES PARA VEHÍCULOS:

Incluyen los cables para cableado en baja tensión en automotores y cables para batería para la conexión del sistema de arranque del motor, aislados en PVC resistente a la abrasión, gasolina y aceites.

Conductores para aplicaciones específicas:

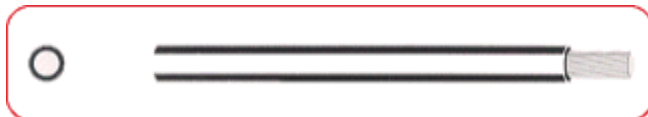


Fig. 33. Cable Siliconado.

Incluye los cables Siliconados con propiedades especiales para aplicación en altas temperaturas y cables soldador., aislados con TPR especial para servicio Extra pesado, para equipos de soldadura eléctrica (Fig. 33).

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN:



Fig. 34. Cable para media tensión (15 kV).

Usados en distribución de energía eléctrica en media tensión (15 kV), en instalaciones al aire, ductos subterráneos, canaletas, enterrado directamente o en bandejas porta cables (Fig. 34).

ALAMBRES TELEFÓNICOS:

Los alambres para acometidas telefónicas son fabricados con conductores de cobre duro (o acero recubierto de cobre) para instalaciones exteriores, y de cobre suave (o cobre estañado) para instalaciones interiores; y aislados en Policloruro de Vinilo (PVC) o Polietileno (PE), según su aplicación.

CABLES DE ALUMINIO:

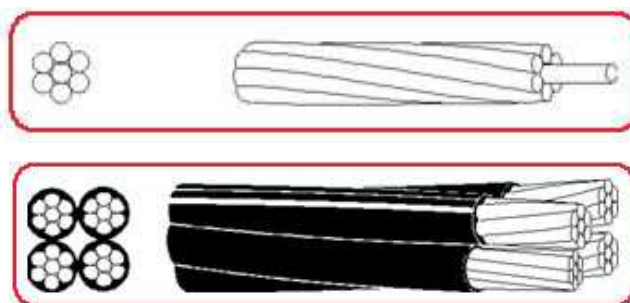


Fig. 35. Cables de aluminio desnudo y aislado

Pueden ser desnudos o aislados (Fig. 35). Los cables de aluminio desnudos son conocidos como ACSR, que son alambres de aluminio cableados concéntricamente, alrededor de un núcleo de acero. Los cables eléctricos ACSR se usan en líneas aéreas de transmisión y

distribución de energía eléctrica. Presentan muy buena carga de rotura, característica especialmente útil para diseño de líneas aéreas.

Los cables de aluminio aislado son también cables para edificaciones y tiene las mismas aplicaciones que estos.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

El diámetro del conductor es una variable importante en el diseño de una instalación eléctrica ya que el conductor impondrá la capacidad de transporte de energía. La capacidad de transporte de energía está relacionada con la corriente, por lo cual, **a mayor diámetro mayor capacidad de conducción de corriente y menos pérdidas por calentamiento.** Al instalar un conductor para cubrir una mayor distancia se debe tener presente que éste debe ser de un diámetro mayor para tener menores pérdidas.

Por lo general los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido ó como cables dependiendo la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares para altas corrientes. Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre y que normalmente se utiliza el sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge). Siendo el mas grueso el 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el mas delgado usado en instalaciones eléctricas

El sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge). Utiliza los números pares para denominar los diámetros de los conductores. Se utilizan números grandes para diámetro pequeños y números pequeños para diámetros grandes. Por ejemplo un conductor 18 AWG es más delgado que un conductor numero 12 AWG; por consiguiente el

conductor 12 AWG puede transportar más energía (corriente) que el conductor Numero 18 AWG.

Se exige el uso de colores estandarizados para identificar los distintos conductores: los conductores de fase deben ser de color azul, negro o rojo, el neutro debe ser de color blanco y el conductor de la puesta a tierra de protección debe ser de color verde o verde amarillo:

Código de colores de los conductores eléctricos

Rojo, azul y negro.....	FASE
Blanco	NEUTRO
Verde, café	TIERRA
R.S.T.	FASES
N	NEUTRO
t	TIERRA



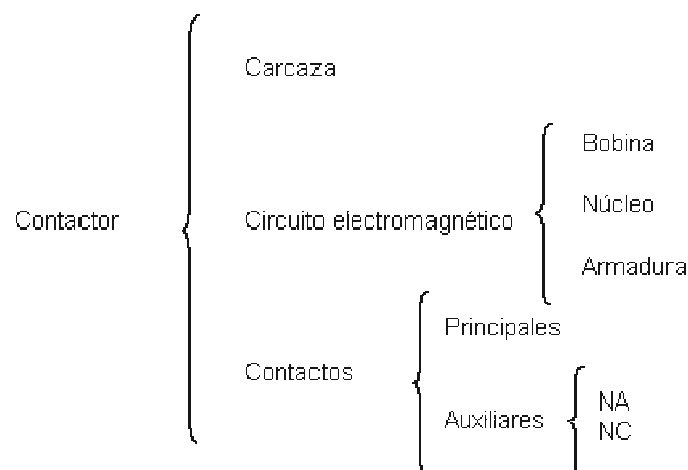
4.2. CONTACTORES



Fig. 36. Contactor.

El contactor (Fig. 36) es un interruptor accionado o gobernado a distancia por un electroimán.

PARTES DEL CONTACTOR:



CARCAZA:

Es el soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez y rigidez al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.

ELECTROIMÁN:

Es el elemento motor del contactor. Esta compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico.

BOBINA:

Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético.

El flujo magnético produce un electromagnético, superior al par resistente de los muelles (resortes) que separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente.

Cuando una bobina se energiza con AC la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito prácticamente 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, a pesar del gran entrehierro y la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que se cierra el circuito magnético, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce considerablemente, obteniendo de esta manera una corriente de mantenimiento o trabajo mucho más baja. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24, 110 y 220V de corriente alterna, siendo la de 220V la más usual.

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.

ARMADURA:

Elemento móvil, cuya construcción se parece a la del núcleo, pero sin espiras de sombra, Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en este

estado de reposo debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina entre hierro o cota de llamada.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realizan en forma muy rápida (solo unos 10 milisegundos). Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no lograra atraer 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:

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos.

Todo contacto esta compuesto por tres elementos: dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura, para establecer o interrumpir el de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva un resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

Contactos principales: Su función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, permitiendo o no que la corriente se transporte desde la red a la carga.

Contactos auxiliares: Contactos cuya función especifica 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.

CLASIFICACIÓN:

- **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 un gas.
- **Contactores hidráulicos:** Se accionan por la presión de un líquido.

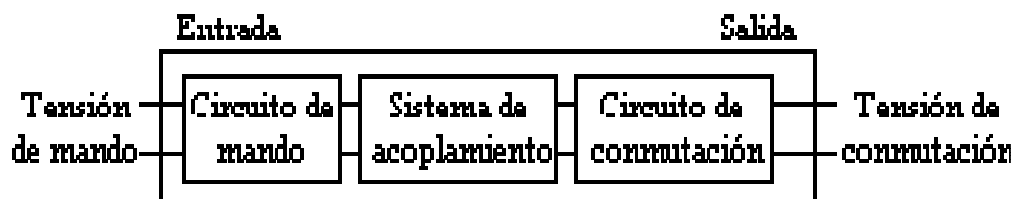
4.3. RELES

Un relé es un interruptor accionado a distancia. Como interruptor tiene dos estados: impedancia nula o circuito cerrado, e impedancia infinita o circuito abierto. Como gran ventaja, en ellos la parte de baja potencia o control está separada de la parte de alta potencia.

Atendiendo al mecanismo de accionamiento podemos clasificarlos en:

- **Relés electromagnéticos**: se accionan por una corriente eléctrica con un mecanismo similar al del solenoide. utilizan una corriente pequeña para controlar una corriente grande. Sus aplicaciones básicas son como control, en aplicaciones de potencia y como relés de sobrecarga.
- **Relés térmicos**: se accionan por calentamiento de un componente sensible a la temperatura. Su aplicación básica es como relé de sobrecarga. Tipos: relé de láminas bimetálico y relé de aleación.
- **Relés electrónicos**: utilizan un dispositivo de estado sólido (SCR) para la conmutación. Pueden accionarse por una corriente eléctrica, o por distintos estímulos: térmico, luminoso...

Estructura de un relé



En general, podemos distinguir en el esquema general de un relé los siguientes bloques:

- Circuito de entrada, control o excitación.
- Circuito de acoplamiento.

- Circuito de salida, carga o maniobra, constituido por:
 - circuito excitador.
 - dispositivo conmutador de frecuencia.
 - protecciones.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características generales de cualquier relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.
- Las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan por:
 - En estado abierto, alta impedancia.
 - En estado cerrado, baja impedancia.

RELÉS DE TIPO ARMADURA

Son los más antiguos y también los más utilizados. El esquema siguiente (Fig. 37). nos explica prácticamente su constitución y funcionamiento. El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.O ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado).

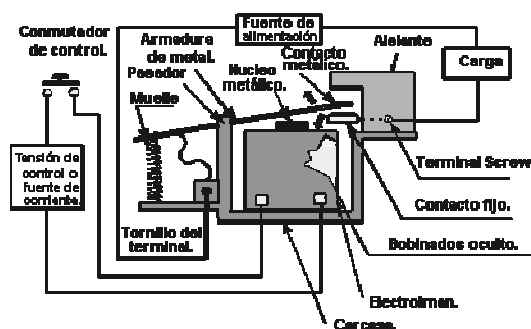


Fig. 37. Funcionamiento de un relé tipo armadura.

RELÉS DE NÚCLEO MÓVIL

Estos tienen un émbolo en lugar de la armadura anterior (Fig. 38). Se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos, debido a su mayor fuerza atractiva (por ello es útil para manejar altas corrientes).

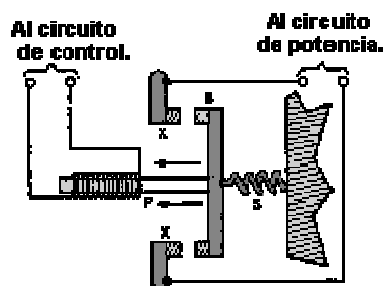


Fig. 38. Relé con núcleo móvil.

RELÉ TIPO REED O DE LENGÜETA.

Formados por una ampolla de vidrio (Fig. 39), en cuyo interior están situados los contactos (pueden ser múltiples) montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla

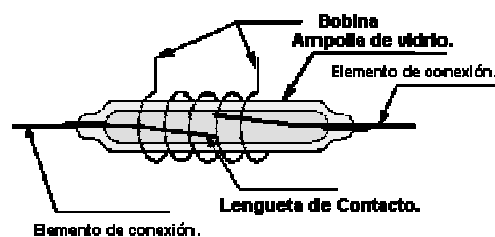


Fig. 39. Relé de lengüeta.

RELÉS POLARIZADOS

Llevan una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior puede girar dentro de los polos de un electroimán y el otro lleva una cabeza de contacto. Si se

excita al electroimán, se mueve la armadura y cierra los contactos. Si la polaridad es la opuesta girará en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito (ó varios Fig. 40.)

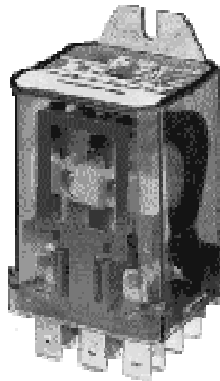


Fig. 40. Relé polarizado.

4.4. PROTECTORES TÉRMICOS (Ó RELE DE SOBRECARGA)

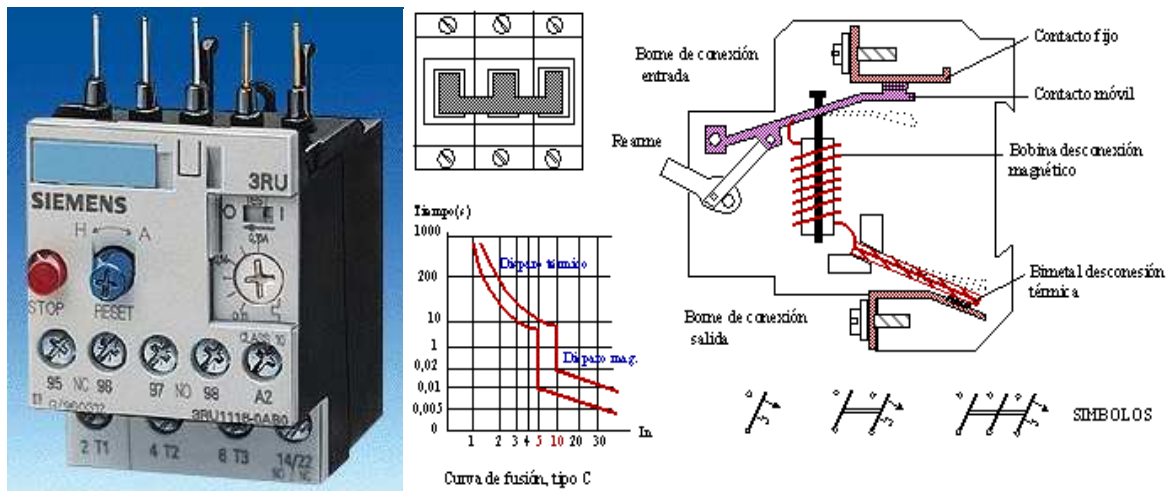


Fig. 41. Relé de sobrecarga principio de funcionamiento.

Son elementos de protección únicamente contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos (bimetales) bajo el efecto del calor, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desenergicen 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 bimetálica es producida por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con un material de asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor. Se ubica en el circuito de potencia.

Los bimetálicos 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.

Se dice que un conductor o un motor están sobrecargados cuando la corriente que circula por ellos es superior al valor para el cual fueron diseñados.

El relé térmico de sobrecarga consta de dos partes: un elemento de calentamiento resistivo que se calienta cuando la corriente del motor pasa a través de él y un interruptor-sensor que detecta la temperatura y se abre cuando es demasiado alta (Fig. 41).

El calentamiento se genera por efecto Joule cuando la potencia que se disipa en la resistencia aumenta debido a un incremento de la corriente que circula por ella. La resistencia se diseña para que su temperatura sea proporcional a la temperatura del motor para ese mismo régimen de trabajo.

4.5. MOTORES ELÉCTRICOS

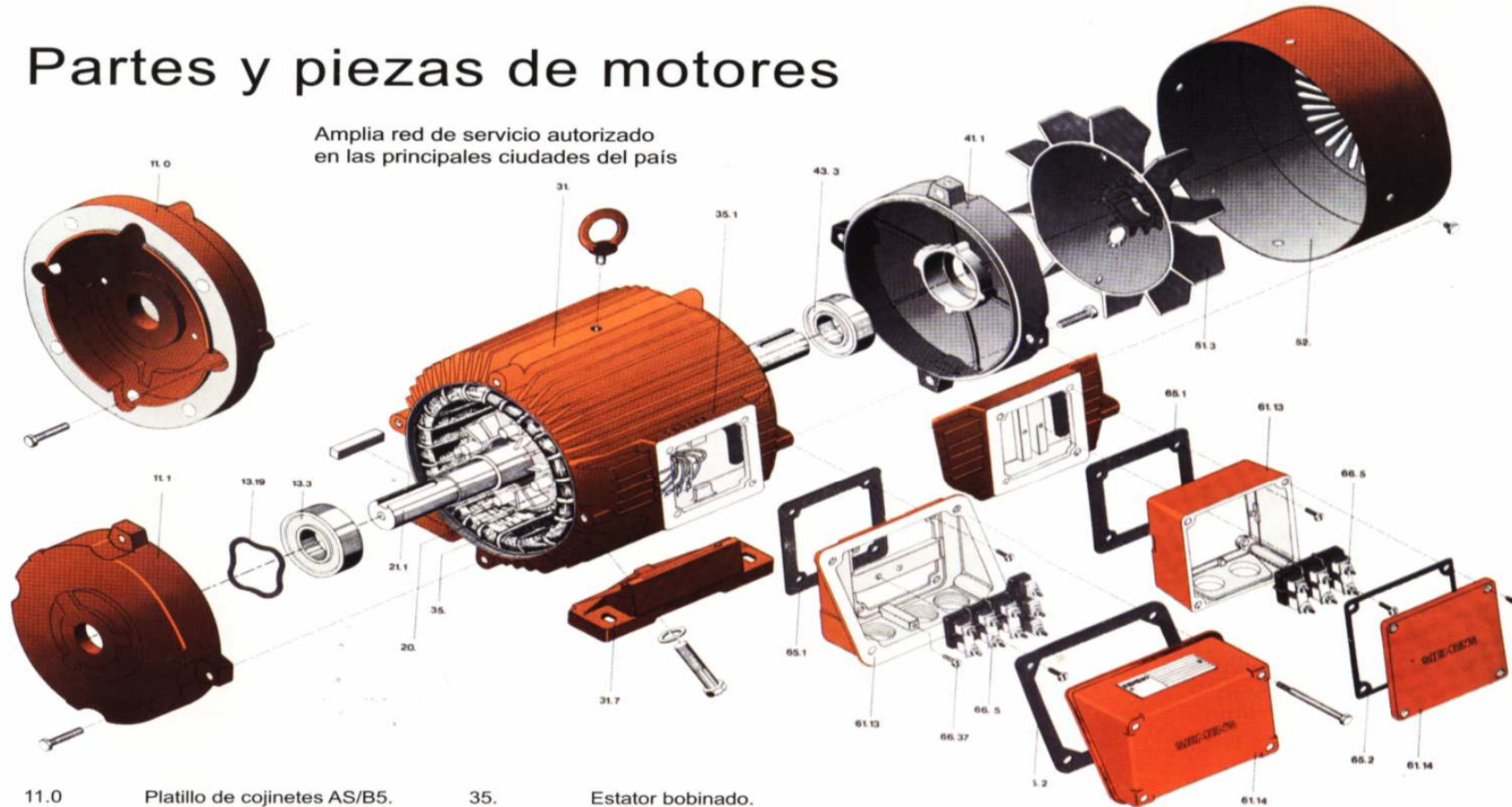
En la sociedad moderna, altamente industrializada, se precisan máquinas motrices de propiedades muy variadas. Deben funcionar produciendo un mínimo de ruido y contaminar mínimamente el medio ambiente. Por otro lado es conveniente que su construcción sea compacta y su manejo fácil. Además de que su precio de adquisición no sea excesivo deben trabajar económicamente y con un mínimo de mantenimiento. Según su campo de

aplicación se precisan potencias que van desde algunos watt hasta varios megawatt. Por otra parte, la gama de frecuencias de giro es también muy amplia. Otro factor importante es la variación de la frecuencia de giro cuando varía la carga; a veces es incluso necesario poder regular la frecuencia de giro. Los **motores eléctricos** reúnen toda una serie de requisitos, por lo que actualmente son las máquinas de impulsión de mayor importancia.

La alimentación con energía eléctrica de los motores, y en general de todos los aparatos eléctricos, se realizan mediante **redes de distribución**.

Partes y piezas de motores

Amplia red de servicio autorizado
en las principales ciudades del país



11.0
11.1
13.3
13.19
20.
21.1
31.
31.7

Platillo de cojinetes AS/B5.
Platillo de cojinetes AS/B3.
Balineras AS.
Arandela de presión.
Rotor completo.
Eje.
Carcasa.
Pata.

35.
35.1
41.1
43.3
51.3
52.
61.13
61.14

Estator bobinado.
Número de fabricación grabado.
Platillo de cojinetes BS.
Balineras BS.
Ventilador.
Caperuza.
Pieza intermedia.
Tapa caja bornes.

65.1
65.2
66.5
66.37

Empaque interno.
Empaque tapa.
Regleta de bornes.
Tornillo de puesta a tierra.

4.5.1. MOTORES MONOFASICOS

Estos pueden ser:

- Motores de fase partida
- De arranque por capacitor
- Motores de capacitor permanente
- Motores de polos sombreados
- Universales

MOTORES DE FASE PARTIDA

Fueron estos los primeros motores monofásicos usados en la industria y aun perduran. Se usan en maquinas, bombas, ventiladores, lavadoras y una gran cantidad de otras aplicaciones

Se fabrican en potencias de 1/30 (25 W) a 1/2 HP (373W)

El motor de fase partida tiene dos grupos de devanados, el de trabajo y el de arranque. Ambos bobinados se conectan en paralelo y la tensión de la red se aplica a ambos. El devanado de trabajo es de alambre más grueso y de más espiras y se aloja en la parte superior de las ranuras del estator y el bobinado de arranque de menos vueltas y alambre mas fino se instala en la parte inferior o externa del estator.

Una de las partes más importantes de este tipo de motor es el mecanismo de arranque. En los monofásicos se utiliza uno especial a base de un interruptor centrífugo que desconecta el devanado de arranque de la red cuando el motor alcanza el 75-80 % de su velocidad quedando conectado solo el bobinado de trabajo. El interruptor esta conectado en serie con el devanado de arranque por lo que al abrirse lo desconecta

Si el interruptor centrífugo se encuentra abierto en el momento del arranque la corriente del bobinado de trabajo se eleva debido a la falta de giro del motor. Esto es comparable a un transformador al que le hemos hecho un cortocircuito en el bobinado secundario. En este caso el secundario en el motor está representado por el bobinado del rotor que en este caso (jaula de ardilla) es prácticamente un cortocircuito.

MOTORES CON CAPACITOR DE ARRANQUE

Este motor es similar al de fase partida en su construcción excepto en que se conecta un capacitor en serie en el bobinado de arranque.

La corriente que es liberada por el capacitor durante el arranque hace que el par de arranque de estos motores sea dos veces mayor que uno de fase partida sin capacitor.

El par de arranque de un motor de fase partida con capacitor es producido por un campo magnético giratorio dentro del motor. Este campo relocaliza el devanado de arranque 90 grados eléctricos desfasados con respecto al bobinado de trabajo, lo que hace que la corriente en el devanado de arranque se adelante a la del devanado de trabajo.

Esta condición produce un campo magnético giratorio en el estator, el cual a su vez induce una corriente en el devanado del rotor efectuando la rotación.

MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE

En estos motores el devanado de trabajo y arranque tienen un capacitor en serie. Este método evita el uso de interruptor de arranque pero el par es menor en el arranque y el trabajo.

MOTORES DE POLOS SOMBREADOS

Se utilizan en general en ventiladores y sopladores de baja potencia, la mayoría esta entre 1/100 y 1/20 de HP

La ventajas su simplicidad, robustez y bajo costo. Este motor no necesita partes auxiliares como capacitores, escobillas, centrífugos

La desventajas, bajo par de arranque, eficiencia baja menor del 35 %, factor de potencia pobre.

Una explicación simple de su funcionamiento es que al recibe el campo magnético el estator. Se genera una tensión en la espira en cortocircuito que reduce el campo en esa zona iniciando el giro. Lo real es mucho más complejo pero lo dicho es lo básico

MOTORES UNIVERSALES

- Estos motores tienen bobinado el estator y el rotor , cuentan con colector y sus dos bobinados están en serie
- Están contruidos en forma similar a uno de Corriente Continua
- El colector y la escobillas actúan como un conmutador y mantiene al rotor girando mediante la acción de invertir los polos del campo respecto al de la armadura

4.5.2. MOTORES TRIFASICOS

El motor trifásico se compone fundamentalmente de un rotor y un estator. Ambas partes están formadas por un gran numero de laminas ferromagnéticas, que disponen de ranuras, en las cuales se alojan los devanados estatoricos y rotoricos respectivamente. Al alimentar el bobinado trifásico del estator, con un sistema de tensiones trifásicas, se crea un campo magnético giratorio, el cual induce en las espiras del rotor una fuerza electromagnética, y

como todas las espiras forman un circuito cerrado, circula por ellas una corriente, obligando al rotor a girar en el mismo sentido que el campo giratorio del estator.

MOTOR ASINCRÓNICO

Es el más fácil de arrancar y el más económico. Consiste en un mecanismo al cual ingresa energía eléctrica en forma de un conjunto de corrientes trifásicas y se convierte en energía mecánica bajo la forma de un movimiento giratorio de velocidad ligeramente variable con la carga.

El estator está constituido por un núcleo de hierro laminado en cuyo interior existen tres arrollamientos o bobinas, uno por fase, colocados simétricamente formando un ángulo de 120° (Fig. 42).

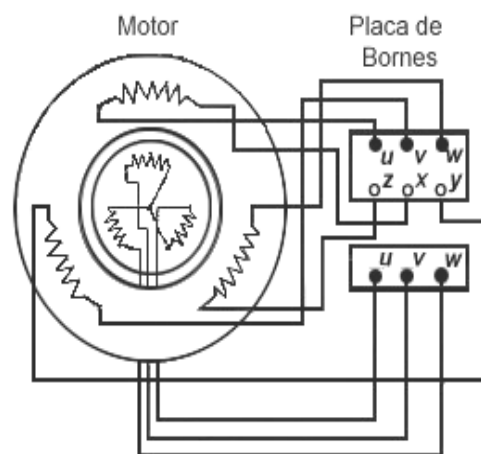


Fig. 42. Bobinas desfasadas 120° en un motor asíncrono trifásico.

FUNCIONAMIENTO

Sometido a una corriente alterna, los polos del estator se trasladan continuamente creando un campo móvil llamado "campo giratorio". Si un cilindro de material conductor se introduce en el espacio libre que queda en el interior del estator, las líneas de fuerza magnéticas cortarían dicho cilindro induciendo fuerzas electromotrices en el mismo, haciendo girar el cilindro en el mismo sentido que giran los polos.

La velocidad de giro del motor se mide en revoluciones por minuto (RPM) y cumple con la siguiente fórmula:

$$\text{RPM} = (f / 2n) * 60$$

Donde: f = ciclos por segundo (es la frecuencia de la red) y n = número de polos. Si el cilindro girara a la misma velocidad que los polos, el flujo magnético dejaría de cortar transversalmente al cilindro, desapareciendo la corriente inducida y por lo tanto el "par motor". Por este motivo se llama a este motor "asincrónico", en contraposición con el "sincrónico", que gira a la misma velocidad de la red. La pequeña diferencia se denomina "resbalamiento", y es del orden del 3 al 5% de la frecuencia de la red. Si el cilindro (rotor) efectúa un trabajo mecánico el resbalamiento aumentará, siendo mayor el número de líneas de fuerza que lo corten, con lo que el par motor aumentará para adecuarse a dicho trabajo.

TIPOS DE MOTORES DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ROTOR:

a) **De jaula de ardilla:** Es el más común, consiste en un núcleo de hierro laminado, en cuya periferia se efectúan ranuras donde se colocan conductores o barras de cobre, que se ponen en cortocircuito en sus extremos soldándolas a anillos de cobre (Fig. 43). Al no tener colectores, escobillas, etc, son muy simples y están prácticamente libres de fallas. Funcionan a velocidad prácticamente constante y se utilizan para el accionamiento de compresores, ventiladores, bombas, etc.

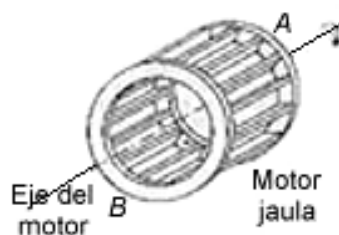


Fig. 43. Rotor jaula de ardilla.

b) **De rotor bobinado:** El motor de jaula de ardilla tiene el inconveniente de que la resistencia del conjunto es invariable, no son adecuados cuando se debe regular la velocidad durante la marcha. En estos casos se utiliza el motor de rotor bobinado que, como su nombre lo indica, está constituido por un bobinado trifásico similar al del estator, cuyos arrollamientos aislados terminan en anillos rozantes que se conectan por medio de escobillas a un dispositivo de control (Fig. 44).

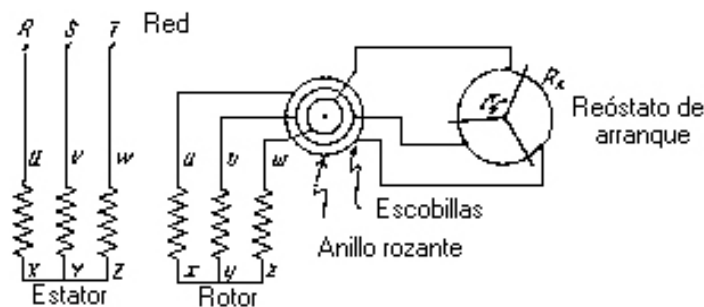


Fig. 44. Rotor bobinado.

Este dispositivo permite:

- aumentar la cupla de arranque.
- variar la velocidad del motor en marcha.

Estas características los hacen útiles para aplicaciones en máquinas de gran inercia inicial y variación de velocidad, como grúas, elevadores, mecanismos pesados, etc.

4.6. VARIADORES DE VELOCIDAD

El principal problema con el que se han encontrado los motores de corriente eléctrica es el de cómo controlar su velocidad para que se adapten a los diferentes procesos industriales en los que se emplean.

Tradicionalmente los motores de velocidad variable han sido de Corriente Directa (C.D.) y éstos han mantenido un reinado supremo desde que la electricidad se ha puesto en usos prácticos. Sin embargo, los elevados costos de mantenimiento que estos motores requieren,

o el simple deseo de aplicar un control de velocidad a un motor ya existente, sin dejar de lado la creciente necesidad de la disponibilidad de los controladores de motores de Corriente Alterna (C.A). en el mercado, nos ha llevado a buscar otras soluciones; tal es el caso de los controladores de velocidad de motores de C.A.

El fin de un sistema de control electrónico de velocidad de C.A., es mantener un buen desempeño en el funcionamiento de un motor para poder sacarle el máximo provecho dentro de un rango de velocidades determinado, con el fin de lograr la más alta eficiencia y el mejor funcionamiento dinámico posible.

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)



Fig. 45. PLC logo! Marca siemens.

Un PLC es un dispositivo digital utilizado para el control de máquinas y operación de procesos. Se trata de un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas

como: lógica, secuencias, temporizado, conteo y aritmética; con el objeto de controlar maquinas y procesos (Fig. 45).

Estos equipos son utilizados en donde se requieran equipos con capacidad de control lógico y/o secuencial. También pueden utilizarse en donde se debe implementar una aplicación de control regulatorio sencillo. Las aplicaciones típicas son: máquinas envasadoras, hornos automáticos, sistemas de seguridad, transportes de materiales, etc.

Originalmente, los PLCs fueron esencialmente orientados a la industria manufacturera o de procesos discontinuos, como la fabricación de automóviles, industria del plástico, etc. Luego encontraron aplicación en la industria de procesos continuos, como equipo auxiliar que reemplazó a los paneles de relés, en el enclavamiento de bombas, válvulas on/off, control de seguridad de calderas, etc

ESTRUCTURA DE UN PLC

Para poder interpretar la estructura de un PLC utilizaremos un sencillo diagrama en bloques. El la Figura 46. Se muestran las tres partes fundamentales: la **CPU**, las **entradas** y las **salidas**.

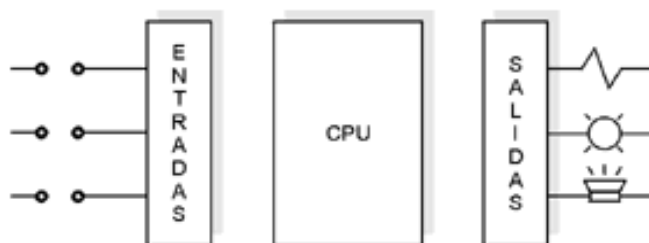


Fig. 46. Diagrama en bloques de los elementos básicos de un PLC.

La CPU es el cerebro del PLC, responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario. Estrictamente, la CPU está formada por uno o varios procesadores; en la

práctica, puede abarcar también a la memoria, ports de comunicaciones, circuitos de diagnóstico fuentes de alimentación etc.

Las entradas (interfases o adaptadores de entrada) se encargan de adaptar señales provenientes del campo a niveles que la CPU pueda interpretar como información. En efecto, las señales de campo pueden implicar niveles y tipos de señal eléctrica diferentes a los que maneja la CPU. En forma similar, las salidas (interfases o adaptadores de salida) comandan dispositivos de campo en función de la información enviada por la CPU.

La CPU se comunica con las interfases de entrada por medio de un bus paralelo. De esta forma se cuenta con un bus de datos y un bus de direcciones. Adicionalmente, un bus de alimentación provee alimentación eléctrica a las interfases de entrada.

A las entradas se conectan sensores, que pueden ser:

- Pulsadores
- Llaves
- Termostatos
- Presostatos
- Límites de carrera
- Sensores de proximidad
- Otros elementos que generan señales binarias (ON-OFF)

Las salidas comandan distintos equipos, por ejemplo:

- Lámparas
- Sirenas y bocinas
- Contactores de mando de motores
- Válvulas solenoide
- Otros elementos comandados por señales binarias

4.7. FUSIBLES O CORTACIRCUITOS

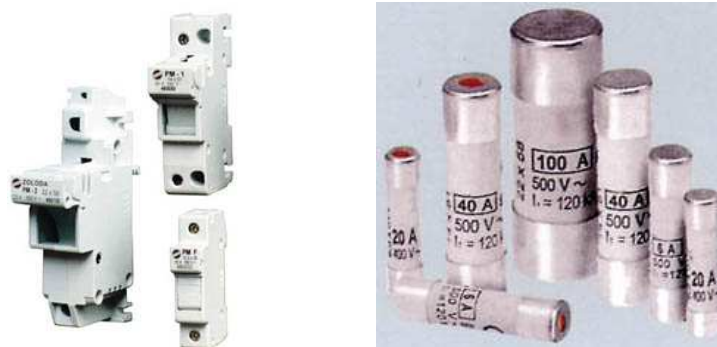


Fig. 47. Fusibles y porta fusibles.

Los fusibles son la parte más sensible de un circuito eléctrico (Fig. 47), si se sobrepasa la intensidad nominal a que está calibrado un fusible determinado, infaliblemente se funde el hilo protector y el circuito queda abierto

Los fusibles o cortacircuitos, según se ve en la figura 48, no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a un cortocircuito, sea la parte que mas se caliente, y por tanto la primera en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.

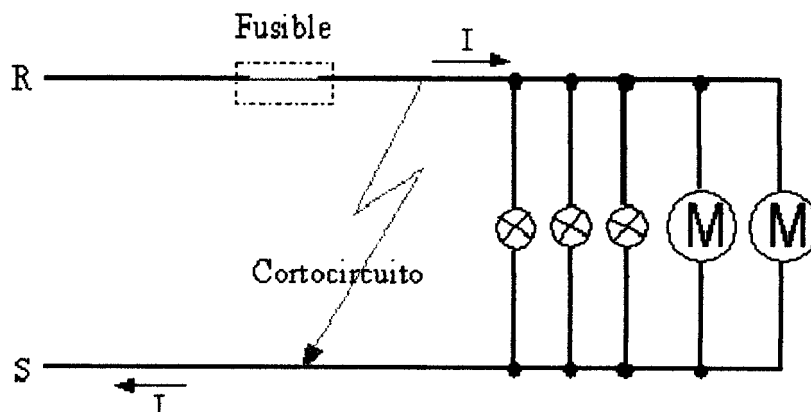


Fig. 48. Colocación de fusibles dentro de un circuito eléctrico.

FUNDAMENTO DEL CORTACIRCUITOS O FUSIBLES

Antiguamente los fusibles eran finos hilos de cobre o plomo, colocados al aire, lo cual tenía el inconveniente de que al fundirse saltaban pequeñas partículas incandescentes, dando lugar a otras averías en el circuito.

Actualmente la parte o elemento fusible suele ser un fino hilo de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo, con lo cual se evita la dispersión del material fundido; por tal motivo también se denominan cartuchos fusibles. Los cartuchos fusibles son protecciones desechables, cuando uno se funde se sustituye por otro en buen estado.

Los cartuchos fusibles también pueden mejorarse aplicándole técnicas de enfriamiento o rapidez de fusión, para la mejor protección de los diferentes tipos de circuitos que puede haber en una instalación, por lo cual y dentro de una misma intensidad, atendiendo a la rapidez de fusión, los cartuchos fusibles se clasifican según siguiente la tabla:

Tipo	Según norma	UNE
Fusibles rápidos	gF	gl, gI F, FN, Instanfus
Fusibles lentos	gT	T, FT, Tardofus
Fusibles de acompañamiento	aM	A, FA, Contanfus

Tabla 2. Tipos de cartuchos fusibles

Si llamamos **If** a la intensidad a la cual ha de fundir un fusible, los tres tipos antes mencionados, se diferencian en la intensidad que ha de atravesarlos para que fundan en un **segundo**.

Los **fusibles lentos** funden en **un segundo** para **$I = 5 I_f$**

Los **fusibles rápidos** funden en **un segundo** para **$I = 2,5 I_f$**

Los **de acompañamiento** funden en **un segundo** para **$I = 8 I_f$**

Los **fusibles de acompañamiento** (aM) se fabrican especialmente para la **protección de motores**, debido a que aguanten sin fundirse las puntas de intensidad que estos absorben en el arranque. Su nombre proviene de que han de ir acompañados de otros elementos de protección, como son generalmente los relés térmicos.

Los **fusibles lentos (gT)** son los menos utilizados, empleándose para la protección de redes aéreas de distribución generalmente, debido a los cortocircuitos momentáneos que los árboles o el viento pueden hacer entre los conductores.

Los **fusibles rápidos (gF)** se emplean para la protección de redes de distribución con cables aislados y para los circuitos de alumbrado generalmente.

Los **fusibles de acompañamiento (aM)**, como ya hemos dicho, son un tipo especial de cortocircuitos, diseñado para la protección de motores eléctricos.

Los cartuchos fusibles de los tipos **gF** y **gT** bien elegidos, en cuanto a intensidad de fusión, se emplean también como **protección contra sobrecargas**, principalmente en instalaciones de alumbrado y de distribución, pero nunca debe de emplearse el tipo **aM**, ya que éstos, como ya se dijo, están diseñados especialmente para la protección contra cortocircuitos de los motores eléctricos.

4.8. TRANSFORMADORES



Fig. 49 Tipos de transformadores.

Dispositivos estáticos, sin partes móviles destinados a transferir energía eléctrica de un circuito ha otro siendo el enlace común entre ambos circuitos un flujo magnético común

Fig. 49. En un transformador la energía eléctrica, se transforma del circuito primario al circuito secundario por medio de la inductancia mutua entre los devanados del transformador.

POTENCIA NOMINAL (S_N)

Es la potencia aparente suministrada por el transformador e indicada en la placa de características. La potencia nominal es distinta de la potencia aparente siendo esta la potencia del transformador.

RELACION DE TRANSFORMACIÓN

Relación de espiras: cuando el devanado secundario es conectado a la carga, los devanados primario y secundario producen el mismo número de amperios-espira esto es:

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2 \text{ (amperios-espira)}$$

Donde N_1 y N_2 son respectivamente el número de espiras de los devanados primario y secundario, e I_1 e I_2 los respectivos valores eficaces de las corrientes que pasan por ellos.

La relación de espiras del transformador es la razón entre el número de espiras en el devanado secundario y el número de espiras en el devanado primario

Relación de espiras =

Si: $N_1 > N_2$ (reductor) y $N_1 < N_2$ (elevador)

SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN TRANSFORMADOR

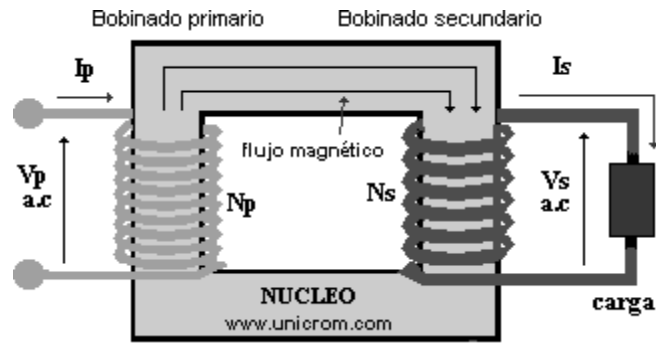


Fig. 50. Esquema simplificado de un transformador.

Esquema muy simplificado de un transformador de los denominados monofásicos Fig. 50. En la parte izquierda de la figura se puede ver la bobina o arrollamiento primario, y en la derecha el secundario. En el caso que se muestra, el transformador está funcionando sin carga, esto es, sin ningún dispositivo consumidor de electricidad conectado al secundario. En esas condiciones, la proporción entre los voltajes o tensiones U corresponde a la proporción entre los números de espiras N , cumpliéndose la relación $U_1/U_2 = N_1/N_2$.