

Grupo 5 – secc. 04/05

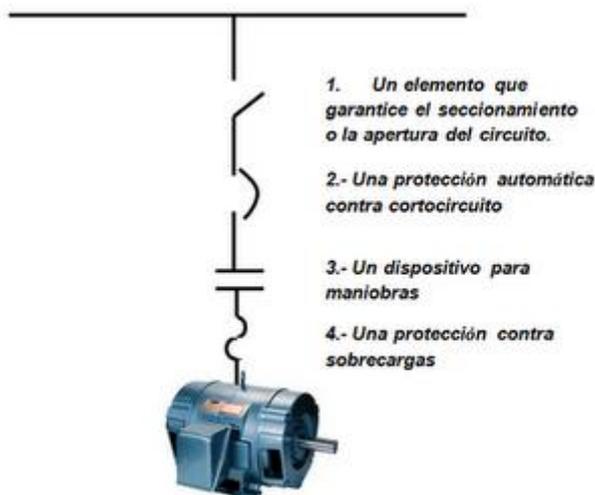
- Giovanni Arismendi
- Wilson Barcelo
- Edgar Martínez

Protección de Motores Eléctricos

CONTROL Y PROTECCIÓN DE MOTORES ELECTRICOS SEGÚN EL C.E.N

En el Código Eléctrico Nacional se establecen los requisitos mínimos para la protección de motores en baja tensión.

En todo circuito ramal de motores debe existir al menos:



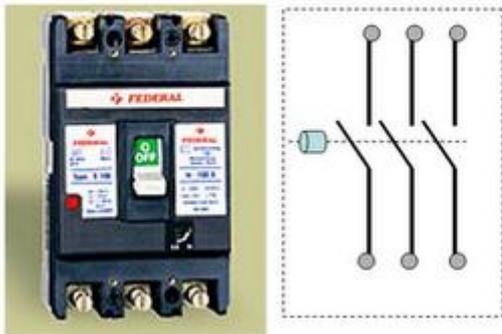
1.- El Seccionamiento. Lo provee un dispositivo que sea capaz de abrir el circuito con indicación visual de **ON – OFF**. El propósito es garantizar la apertura del circuito ramal con seguridad, para proteger a los usuarios y operadores.

2.- La Protección Automática contra Cortocircuito. Se trata de un dispositivo de acción instantánea (magnético o electrónico) capaz de detectar y cortar cualquier corriente superior a la corriente de arranque del motor, la cual puede ser varias veces la corriente nominal, dependiendo de la Letra de Código del motor. Esta puede ser una protección de fusible, bobina magnética o relé electrónico acoplado a un transformador de corriente.

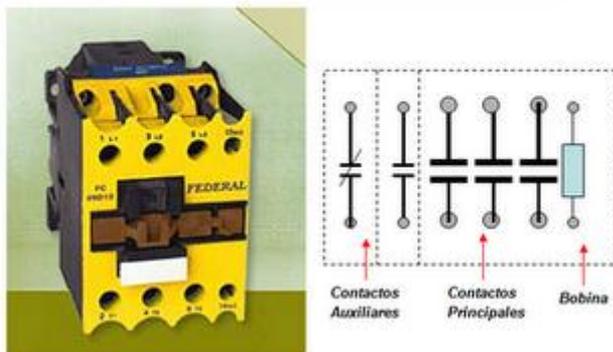
3.- El Dispositivo para Maniobras. Habitualmente se utilizan contactores electromagnéticos o arrancadores de compuerta electrónica. Realmente no es una protección, aunque puede soportar las corrientes de arranque. Aunque es para controlar el arranque y parada del motor, de hecho es el dispositivo que abre y cierra el circuito ramal del motor tanto en operación normal como en sobrecarga.

4.- La Protección contra Sobrecarga. Este dispositivo está llamado a detectar las corrientes de sobrecarga comprendidas por encima de la corriente nominal; pero inferiores a las corrientes de cortocircuito. Aunque sensa también a estas últimas, su accionamiento es retardado y no actúa suficientemente rápido para despejarlas. Esto lo debe hacer la protección de cortocircuito. En este caso suelen utilizarse relés bimetálicos, fusibles de acción retardada y relés electrónicos.

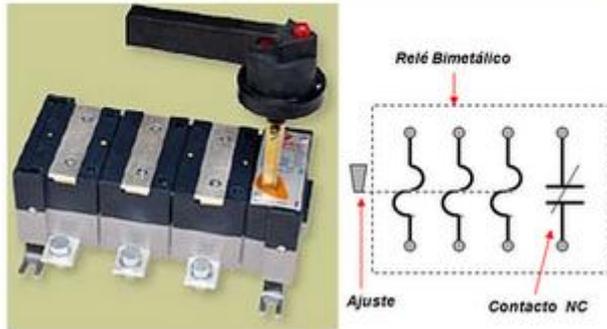
INTERRUPTOR MAGNÉTICO



CONTACTOR

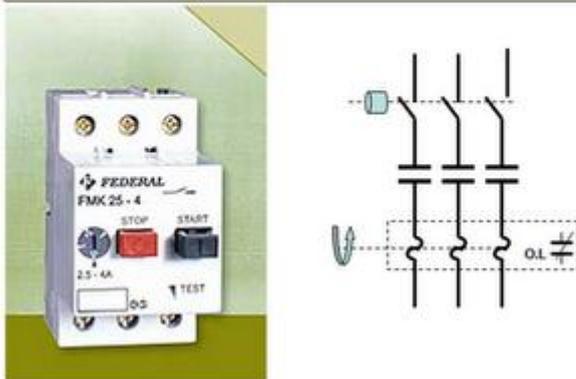


Relay de Sobrecarga



Inclusive se han desarrollado dispositivos que son capaces de cubrir todas juntas las exigencias de la norma. Son los llamados protectores integrales o “salva motores”

GUARDAMOTOR INTEGRAL



Modernamente, se fabrican relés o dispositivos electrónicos multifunción para la protección de motores. Los más modernos incorporan puertos de comunicación serial para transmitir en forma digital todos los datos del circuito motor donde están instalados. Los datos se envían a un microprocesador o computador para producir las señales de alarma y acciones correctivas necesarias. Con este tipo de relés pueden detectarse las siguientes condiciones de falla:

Temperatura Máxima

El aislamiento es la parte mas vulnerable de los motores. Se afirma que la vida de un motor está en relación directa con la vida de su sistema aislante. Si no se sobrepasa la máxima temperatura que éste puede soportar, el motor podría prestar servicio durante muchos años.

CLASE DE AISLAMIENTO

Motores americanos

<u>LETRA :</u>	<u>TEMPERATURA</u>
O	90° C
A	105° C
B	130° C
F	155° C
H	180° C
N	200° C
R	220° C

Motores europeos

<u>LETRA :</u>	<u>TEMPERATURA</u>
Y	90° C
A	105° C
E	120° C
B	130° C
F	155° C
H	180° C
C	Más de 180° C

Siendo el calor la principal causa para que un motor se quemara, parece lógico que la protección más eficaz, sea precisamente algún dispositivo que permita detectar un incremento de la temperatura en el entorno del arrollado.

Los recalentamientos eventuales y más aún los permanentes, disminuyen la vida de un motor. Definitivamente, el relé térmico (bimetálico) no es una protección para la temperatura del motor, ya que se basa en la temperatura del relé y no la del motor, la cual puede estar influenciada por otros factores como la temperatura ambiente, obstrucción de la ventilación, altura sobre el nivel del mar, arranques muy seguidos, baja velocidad, etc. Para ello podrían utilizarse relés conectados a sondas de temperatura instaladas dentro del motor.

Balance de Fases.

Cuando los sistemas de tensión que alimentan un motor están en desequilibrio, entonces se forman campos magnéticos de secuencia positiva y de secuencia negativa en el estator que determinan torques opuestos sobre el rotor. En esta condición la máquina pierde eficiencia y la energía de pérdida se transforma en mayor cantidad de calor. Esta eventualidad podría preverse mediante dispositivos que impidan el trabajo del motor cuando las tensiones de fase estén fuera del rango prefijado.

Single-Phasing

Una condición extrema del desbalance de fases ocurre cuando falta alguna de las fases del sistema trifásico. Entonces el motor queda conectado monofásicamente pero es incapaz de generar el torque necesario para vencer la carga mecánica o para arrancar. Entonces, en la máquina de inducción se desplaza el punto de operación hacia la zona de sobrecarga y hasta el mismo punto de quiebre, deteniéndose el rotor y quedando en operación bajo la condición de rotor bloqueado; que como sabemos, de permanecer allí es la condición más próxima al cortocircuito.

Para esta condición bien podría emplearse un dispositivo que permita sensor la presencia de las tres fases e interrumpir la operación cuando falte alguna de ellas.

Rotación del eje

Si el motor está energizado pero el eje no gira, obviamente estará tomando de la red la corriente de arranque (LRA) que como sabemos puede ser varias veces la corriente nominal. La instalación de un dispositivo que pueda detectar el movimiento del eje, será una protección conveniente.

Velocidad de rotación

Un caso complementario de la protección anterior, es la condición de velocidad de rotación. Tanto si el eje no gira como si lo hace a velocidad inferior a la velocidad nominal de plena carga, el punto de operación se desplaza hacia la zona de sobrecarga y puede hacerlo peligrosamente hacia la zona de quiebre quedando bloqueado repentinamente. Aún girando a baja velocidad, el enfriamiento por ventilación se hace ineficaz y la temperatura del arrollado aumentará drásticamente.

Vibraciones

Las vibraciones mecánicas se traducen en cargas sobre el eje que desplazan el punto de operación nominal del motor, con el consecuente incremento de temperatura. Un sistema que

permita sentir las vibraciones y que inhiba la operación del motor bajo estas condiciones, sería la protección más recomendable.

Nº de arranques y paradas

Los arranques y paradas continuas incrementan el calor acumulado en el arrollado. Los motores europeos se especifican para esta condición; no así los americanos; sin embargo, unos y otros son afectados por el calentamiento acumulado que se produce por esta condición.

Existen dispositivos contadores que pueden impedir el arranque del motor cuando se haya igualado un número prefijado de arranques en un lapso temporal determinado.

Humedad en el aislamiento

Uno de los factores contaminantes del aislamiento es la humedad. En efecto, la acumulación de humedad facilita las corrientes de fuga a través del material aislante, exponiendo al motor a una condición de falla a tierra, entre fases o al cortocircuito según sea el caso.

Cuando un motor permanece en reposo, su sistema aislante acumula humedad; por lo que la resistencia del aislamiento podría obtener valores muy bajos. En algunos casos bastaría con mantener una leve corriente DC que alimente el arrollado durante los períodos de no operación; así se mantendría el arrollado ligeramente caliente impidiendo la acumulación de humedad.

Existen relés que permiten incorporar un sistema de vigilancia continua de la resistencia de aislamiento del motor cuando éste se encuentra desenergizado.

Caso concreto es el Relé electrónico VIGILOHM de MERLIN GERIN el cual aplica un voltaje de 24 voltios DC entre una fase y la tierra del motor mientras éste se encuentra desenergizado. Al mismo tiempo el equipo se encarga de monitorear la corriente de fuga determinando la resistencia del aislamiento. El dispositivo genera una alarma en el caso de que la resistencia de aislamiento esté por debajo de 1 megaohmio y bloquea el arranque del motor en caso de que esté por debajo del valor crítico de 500 Kilo-ohmios.

Falla a Tierra.

La falla a tierra es la más frecuente condición que se presenta por pérdida del aislamiento en motores. La vibración, el efecto joule, el rozamiento, la contaminación y el calor son la causa próxima en casi todos los casos de falla a tierra del arrollado. Un relé de falla a tierra puede ser la solución más adecuada.

Fallas de aislamiento.

Las fallas de aislamiento degeneran en cortocircuitos entre espiras de una misma fase, a tierra, entre fases y trifásicos. Este último es el más cruento y destructivo de todos.

Tiempo máximo de rotor bloqueado.

Cuando el motor es energizado el rotor parte desde la condición de parado a la condición de giro. Este proceso debe durar un tiempo relativamente breve hasta que el rotor alcance la velocidad nominal, alrededor del 90% al 95% de la velocidad sincrónica. Se puede utilizar un dispositivo que mida el tiempo de arranque y que desconecte el sistema en caso de que se exceda el tiempo prefijado para el arranque. Esta condición también debería ser despejada por la protección de cortocircuito; sólo que ella se ajusta por encima del valor de la RLA quedando el motor desprotegido en cierto rango.

Bloqueo de rotor durante la marcha

Esta es una condición especial: el rotor estaba girando normalmente y se detiene rápidamente. Podría ser a causa de una brusca sobrecarga mecánica un problema similar. En este caso habría que detectar el giro del rotor y desconectar el suministro en caso de una parada intempestiva.

Marcha en vacío

La marcha en vacío se manifiesta por una sobre-velocidad. Esto ocurre por una pérdida repentina o brusca de la carga mecánica. Esta condición es crítica en motores DC del tipo serie, ya que sin carga, el motor se embala y puede destruirse.

Por otra parte, un motor de inducción que gire a velocidad muy próxima a la de sincronismo, queda fuera del punto de operación nominal siendo menos eficiente y por lo tanto, libera energía en forma de calor.

Para ambos casos, sería conveniente detectar la velocidad de rotación e indicar la condición de sobre-velocidad o la pérdida de carga.

Inversión del sentido de giro

El sentido de giro en los motores trifásicos está determinado por la secuencia de las fases y en los motores monofásicos por el sentido de la corriente en el arrollado de arranque en contraposición con el de marcha. Algunos motores y sus cargas, pueden estar diseñados para esta condición de inversión del sentido de giro; otros no.

El sentido de giro también se invierte cuando la carga ejerce un torque arrastrante mucho mayor que el torque reactivo del motor. En este caso el rotor es arrastrado hasta hacerlo girar al revés, lo cual sería una condición extrema respecto a la corriente que el motor toma de la red.

CONTROL DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Las recomendaciones que siguen a continuación, tienen por objeto orientar a los usuarios en la selección a priori de los dispositivos de protección más adecuados para cada caso. Los ajustes, son los ajustes máximos que permiten las normas (C.E.N). Queda claro, que cada caso es un problema particular que debe resolverse con un estudio más minucioso que debe realizarlo el profesional del ramo.

1.- Fusibles

Aplicación: Protección contra Cortocircuito. Muy recomendables en la protección de transformadores y también como protecciones de respaldo de otros dispositivos de protección. En motores, puede utilizarse un fusible de doble elemento para ofrecer una gama de protección que incluya el rango de sobrecarga.

Selección: En base a la corriente nominal y atendiendo también a la Capacidad de Interrupción.

Ajuste: No tienen ajuste. El valor máximo permitido por las normas es el 300% de la corriente nominal.

2.- Relais Bimetálicos

Aplicación: Ampliamente utilizados en la protección de sobrecarga en motores de baja tensión.

Selección: Se seleccionan en atención a la corriente nominal del motor a la tensión de trabajo.

Ajuste: Se pueden ajustar entre el 80% y el 125 % de la corriente nominal del motor. El valor máximo de ajuste es el 125% de la corriente nominal del motor. La recomendación es ajustarlo a un valor menor, permitiendo el arranque normal del mismo.

Capacidad de Interrupción. Es la máxima corriente de Cortocircuito que el dispositivo puede interrumpir en forma segura, sin explotar.

3.- Interruptores Magnéticos

Aplicación: Recomendables en la protección contra cortocircuitos, especialmente en motores.

Selección: En atención al valor de la corriente de cortocircuito y la curva de daños del aislamiento. Normalmente se selecciona en atención al valor máximo esperado de la corriente de arranque

Ajuste: No todos tienen ajuste. En caso de tenerlo, la recomendación es ajustarlo al mínimo posible, siempre y cuando se permita el arranque del motor. El ajuste máximo permitido por las normas es el 700% de la corriente nominal, dependiendo de la *Letra de Código (*)* y el *Factor de Servicio (**)* del motor

4.- Interruptores Termo-magnéticos

Aplicación: Ampliamente utilizados en las protecciones de baja tensión. Son útiles en la protección de cargas generales de iluminación, hornos, tomacorrientes, etc. No resultan tan eficientes en la protección de motores a causa del rango de las corrientes de sobrecarga y arranque.

Selección: En atención a la corriente nominal de la carga y a la Capacidad de Interrupción de cortocircuito.

Ajuste: No todos tienen ajuste. Algunos de mayor precio, permiten ajustes del disparo instantáneo para la protección en el rango de las corrientes de cortocircuito; más propiamente, en el rango de las corrientes de arranque. Versiones más modernas y sofisticadas, permiten ajustes de ambos rangos. El valor máximo del ajuste del disparo por cortocircuito permitido por las normas es el 700% de la corriente nominal y el de sobrecarga, el 250% de la corriente nominal.