

físicas, grado de limitación de corriente (máxima corriente de pico permitida), y la máxima

corriente de apertura (en Amperes por segundo al cuadrado), bajo condiciones de prueba específicas, o pueden indicar operaciones de estas características.

Las descripciones de estas clases se indican a continuación:

### **3.7.3. - FUSIBLES CLASE G (0-60 AMP.)**

Los fusibles clase G son fusibles miniatura clasificados en 300 V, empleados principalmente en 480 Y/227 V de sistemas conectados con fase a tierra. Están disponibles en rangos de no más de 60 A y tienen un rango de 100,000 A rms simétricos. Los tamaños en el caso de 15, 20, 30 y 60 A son cada uno de distinta longitud. Los sujetadores de fusibles diseñados para un tamaño específico rechazan fusibles más largos. Los fusibles clase G están considerados como fusibles con retardo de tiempo por UL si tiene de retardo de 12 seg en un 200 % de su rango de corriente.

### **3.7.4. -FUSIBLES CLASE H (0-600 AMP.)**

Los fusibles clase H tienen dimensiones las cuales fueron listadas en el NEC antes de 1959. Aunque estos fusibles no están marcados con un margen de interrupción, son aprobados por UL en circuitos que pueden entregar 10,000 A están clasificados en 600 o 250 V. Los fusibles clase H son divididos en:

- a) Fusibles de un tiempo
- b) Fusibles renovables

El fusible tipo cartucho ordinario de un tiempo es el más antiguo fusible de cartucho de uso común en nuestros días, esta constituido por un listón de cobre o zinc y tiene capacidades de interrupción limitadas. El empleo de fusibles de un tiempo esta disminuyendo debido al rango limitado de interrupción y a la falta de time-delay.

El fusible renovable es similar a los fusibles de un tiempo, excepto una cosa que después de una falla el elemento es reemplazado. Los listones renovables son comúnmente fabricados de zinc, sus extremos están sujetos a las terminales del cartucho. Para ser listados como fusibles con time-delay, los fusibles clase H no renovables requieren de un tiempo mínimo de apertura de 10 seg en 500% de la corriente considerada (Exigencia de UL)

### **3.7.5. -FUSIBLES CLASE J (0-600 AMP.)**

Los fusibles clase J tienen dimensiones físicas específicas las cuales son menores que la de los fusibles clase H de 600 V. Tiene un rango de interrupción de 200,000 A rms simétricos. El tiempo de retardo de las normas no ha sido establecida para los fusibles clase J; por lo tanto ninguno de ellos es listado por UL como fusibles de retardo de tiempo. Los fusibles que tienen dimensiones clase J están disponibles con varios grados de tiempo de retardo en el rango de sobrecarga y por lo menos uno hace disponible que tenga tiempo mínimo de apertura de 10 seg en 500% del rango. Los fusibles clase J no pueden ser instalados en sujetadores diseñados para fusibles clase H.

### **3.7.6. -FUSIBLES CLASE K (0-600 AMP.)**

La clase K designa un grado específico de pico de corriente permisible y un máximo de energía de compensación  $I^2T$ , las actuales clases K de fusibles tienen las mismas dimensiones que la clase H, pero tiene rangos de interrupción arriba de los 10,000 A, esto es 50,000, 10,000 o 200,000 A rms simétricos. UL ha establecido tres niveles designándolos como K1, K5 y K9, con clase K1 se tiene la protección más grande en corriente y la clase K9 tiene la protección más pequeña en corriente.

Para ser listados como fusibles con time-delay, los fusibles clase K requieren por parte de UL tener un tiempo mínimo de apertura de 10 seg en 500% de su corriente seleccionada.

### 3.7.7. - FUSIBLES CLASE L (601-6000 AMP.)

Los fusibles clase L tienen dimensiones físicas específicas y terminales tipo perno o pasador. Están clasificados en el rango de 600 V y poseen un rango de interrupción de 200,000 A rms simétricos. Los fusibles clase L son limitadores de corriente y UL ha especificado valores máximos de  $I_p$  en  $I^2T$  para cada rango de acuerdo a la tabla 3.1

RANGO DE FUSIBLE	$I_p$ (Amperes)	$I^2T$ (Amperes-cuadrados)
601 – 800	80,000	$10,000 \times 10^3$
801 – 1200	80,000	$12,000 \times 10^3$
1201 – 1600	100,000	$22,000 \times 10^3$
1601 – 2000	120,000	$35,000 \times 10^3$
2001 – 2500	165,000	$75,000 \times 10^3$
2501 – 3000	175,000	$100,000 \times 10^3$
3001 – 4000	220,000	$150,000 \times 10^3$
4001- 5000	—	$350,000 \times 10^3$
5001 – 6000	—	$350,000 \times 10^3$

TABLA 3.1 FUSIBLES

Las normas para las características de time-delay, en el rango de sobrecarga, no han sido establecidos para los fusibles clase L. Algunos fusibles clase L disponibles tienen un tiempo mínimo de time-delay de aproximadamente de 4 seg a 500% de la corriente seleccionada. Los fusibles clase L no están listados por UL como fusibles con time-delay.

### **3.7.8. -FUSIBLES MISCELANEOS**

Existen otros fusibles con características especiales y dimensiones diseñadas para protección suplementaria de sobrecorrientes, algunos de los cuales conforman las normas UL. Los fusibles suplementarios no pueden ser utilizados para proteger circuitos derivados.

### **3.7.9. – FUSIBLES LIMITADORES PARA CABLES**

Los limitadores para cable o protectores están disponibles para usarse en circuitos de cable múltiple para proveer protección contra corto circuito para cables. Los limitadores para cable están clasificados en los 600 V con rangos de interrupción tan altos como los 200,000 Arms simétricos.

Están clasificados de acuerdo con el tamaño del cable, es decir No. 4/0, 500 KCM, etc. Y tienen numerosos tipos de terminales. Estos limitadores están diseñados para proporcionar protección a los cables contra corriente de corto circuito. Son utilizados primordialmente en redes de baja tensión o en circuitos de servicio de entrada donde más de dos cables por fase son contenidos en un centro de distribución.

### **3.8. -FUSIBLES APLICADOS A SEMICONDUCTORES**

La protección de semiconductores debe ser llevada a cabo usando dispositivos que son extremadamente rápidos en la compensación de corto circuito. Los fusibles para semiconductores son diseñados para responder rápidamente en condiciones de corto circuito. Los fabricantes de Diodos y Tiristores deben proporcionar hojas de datos que contengan los rangos de corrientes y voltaje así como también los datos de resistencia en tiempos cortos. Todos estos datos pertinentes desde el punto de vista de la selección de fusible.

Los rangos de corriente y voltaje de los fusibles son comúnmente dados en base rms y deben de estar relacionados con los datos de los circuitos rectificadores específicos. Uno de los circuitos más popular es el puente rectificador trifásico.

Los fusibles del rectificador son seleccionados basándose en:

1. El voltaje rms en vacío del transformador.
2. La corriente rms de la onda rectificada a través de un diodo.
3. La corriente máxima de corto circuito que el transformador puede entregar.
4. Las características de tiempo corto de un diodo, la resistencia a  $I^2t$  y el pico inverso de tensión.

### **3.9. -FUSIBLES PARA BANCOS DE CAPACITORES**

Se encuentran disponibles en 600 y 250 V. Estos fusibles son comúnmente empleados en circuitos con capacitores para corregir el factor de potencia para aislar los capacitores cortocircuitados del resto del banco. Los fusibles para capacitores tienen rangos que van desde los 25 hasta los 250 A y son comúnmente instalados cerca de 150 al 200% del rango de corriente de los capacitores.

El artículo 460-8 de la NOM dice lo siguiente:

#### **❖ CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE**

La capacidad de corriente de los conductores del circuito de los condensadores no será menor del 135% de la corriente nominal del condensador. La capacidad de corriente de los conductores que conectan un condensador a las terminales de un motor o a los conductores de circuito del motor, no será menor que 1/3 de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor y nunca menor que el 135% de la corriente nominal del condensador.

Para capacitores en línea de 13.8kv. a 34kv. Se instala adicional a los cortacircuitos y fusible un interruptor tipo NVR de aceite para proporcionar la apertura del banco de capacitores sin haber carga su interrupción puede ser eléctrica y/o manual se muestra en la fotografía 3.3

### **3.9.1. -PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES**

1. - En cada conductor vivo se colocara un dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada banco de condensadores.

Excepción: Un condensador conectado en el lado de la carga de un dispositivo contra sobrecarga de un motor no requerirá otro dispositivo contra sobrecarga.

2. La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente será tan baja como sea factible.

### **3.10. - APLICACIONES DE LOS FUSIBLES**

#### **Requerimientos de Protección del Bus**

Los requisitos para la protección de buses pueden verse disminuidos si se emplean fusibles limitadores de corriente. La figura 3.9 muestra un centro de control de motores para 800 Amp. Protegido por el fusible de 800 A clase L. La máxima corriente de falla disponible para el centro de control de motores (tomando en cuenta el crecimiento futuro) es de 40,000 A rms simétricos. Si un dispositivo no limitador de corriente fuese usado al frente del centro de control de motores, el requisito de respaldo sería de un mínimo de 40,000 A rms simétricos pero al utilizar fusibles limitadores de corriente puede disminuir la capacidad interruptiva.

Un ejemplo de la aplicación de fusibles para proteger circuitos con caja moldeada en la figura A donde un tablero de distribución de alumbrado de 225 A tiene interruptores con capacidad de interrupción de 10,000 A rms simétricos. La corriente de falla disponible en el lado de la línea del tablero de alumbrado es de 40,000 A rms simétricos.

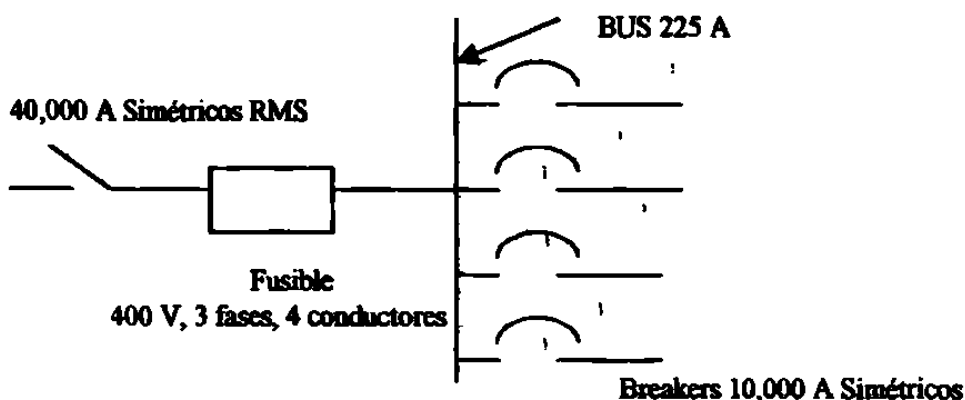


Figura 3.10: Aplicación de fusibles para protección de circuitos con interruptores.

### 3.10.2. - PROTECCION DE CABLES Y ALAMBRES

Los fusibles deben de ser dimensionados para la protección de conductores de acuerdo con la NOM. Debido a la habilidad de los fusibles para limitar la corriente, los conductores pequeños se encuentran protegidos de altas magnitudes de las corrientes del alto circuito aunque el fusible puede ser del 300 al 400% del rango del conductor tal y como lo permite la NOM para fusibles sin retardo de tiempo para circuitos derivados de fuerza.

### 3.10.3. - PROTECCION DE CORTO CIRCUITO PARA ARRANQUE DE MOTORES

UL prueba arrancadores bajo condiciones de corto circuito, la prueba de corto circuito ejecutada puede ser usada para establecer los rangos de resistencia de los arrancadores.

UL prueba arrancadores de 50 HP y menores bajo 5,000 Amp. de corriente de corto circuito disponible y usa fusibles de un tiempo dimensionales al 400% del rango máximo de corriente continua del arranque, los arrancadores arriba de los 50 HP, son probados de manera similar, excepto de la corriente de corto circuito disponible desde 10,000 A.

Cuando se aplican arrancadores en sistemas con altas corrientes de falla los fusibles limitadores de corriente deben ser empleados para reducir la energía permitida a un valor menor que el establecido por UL en sus procedimientos de prueba descritos.

En la Figura 3.10 se muestra un diagrama unifilar típico de un circuito para un motor donde la corriente de corto circuito disponible ha sido calculada en 40,000 A rms simétricos, en el centro de control del motor y el fusible, su selección ha sido tal que provoca protección contra el corto circuito.

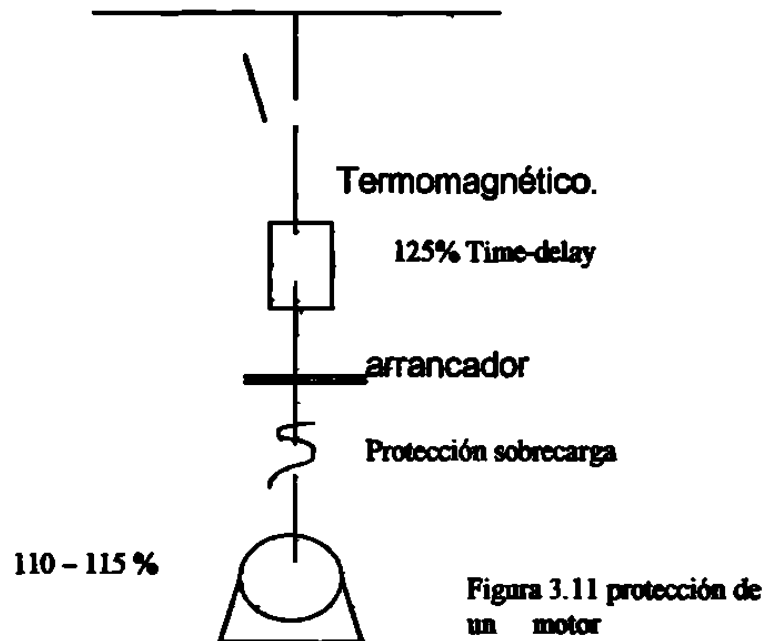
#### **3.10.4.- PROTECCION DE MOTORES CONTRA SOBRECORRIENTES**

Los motores monofásicos y trifásicos pueden ser protegidos especificando los fusibles con retardo de tiempo para el arranque de motores. Estas clasificaciones dependerán del factor de servicio o de las elevaciones de temperaturas, o de ambos. En donde los relés de sobrecarga son empleados para arrancadores de motores, un fusible de retardo de tiempo más grande puede ser usado para coordinar junto con los relés de sobrecarga. La combinación de arrancadores los cuales emplean relevadores de sobrecarga, diseñados para protección en el arranque (110-115%) pueden incorporar fusibles con retardo de tiempo de un 125% o para el siguiente tamaño para servir como protección de respaldo.

Los fusibles con retardo de tiempo dimensionales arriba del 175% solo pueden ser empleados para protección de corto circuitos derivados.



Una combinación de arrancadores con fusibles de respaldo proporcionará la mejor protección, control del motor y flexibilidad. La figura 3.11 muestra el uso de fusibles para la protección del circuito de un motor.



### 3.11. - PROTECCION DE TRANSFORMADORES

Los transformadores tipo distribución está comúnmente equipado en el lado de alta tensión. La protección de sobrecarga de los transformadores debe de ser provista de la protección de fusibles limitadores de corriente en el lado secundario del transformador, los cuales son diseñados para el 100 – 125% de la corriente a plena carga del secundario. Un transformador muestra el tamaño apropiado de los fusibles de baja tensión para un transformador de 1,000 KVA para proporcionar protección de sobrecarga.

Los transformadores para alumbrado son frecuentemente utilizados en sistemas de distribución eléctrica de baja tensión para transformar de 480 V a 220Y/120V para este tipo de transformadores, los fusibles con retardo de tiempo son diseñados en un 100 – 125% de la corriente a plena carga del

primario, algunas consideraciones deben de proporcionarse para la corriente inrush magnetizante ya que para los transformadores tipo seco esta corriente puede ser tan alta que puede alcanzar de 20 – 25 veces el rango.

Cuando los transformadores tipo seco y sumergidos en aceite tienen corriente inrush de cerca de 12 veces su rango para 0.1 seg. Los fusibles con retardo de tiempo pueden ser diseñados para 100 – 125%

### **Artículo 450-3 Protección contra sobrecorrientes (NOM)**

- 1) Transformadores de tensión de 600 V o menos.
- 2) Primario. Cada transformador con tensión nominal de 600 V o menos se protegerá en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual calibrado a no más de 125% de la corriente nominal del transformador.

### **3.12. -CARACTERISTICAS DE LOS FUSIBLES PARA ALTA TENSIÓN**

1. Corriente mínima de fusión.- Es la corriente mínima que provoca la operación del elemento sensible a la corriente en un tiempo específico y bajo condiciones establecidas siempre es mayor que la corriente nominal.
2. Tiempo de fusión o Pre-arqueo.- Es el tiempo desde el instante en que el fusible detecta la sobrecorriente, hasta el momento en que ocurre la fusión y la separación del elemento sensible a la corriente.
3. Tiempo de Arqueo.- Es el tiempo inmediatamente después de haber terminado la fusión hasta la extinción total del arco.
4. Tiempo de Interrupción Total.- Es la suma de los tiempos de arqueo y fusión.

#### **3.12.1. -DEFINICIONES DE LA CURVA**

1. Corriente de corto circuito o prospectiva.- Es la corriente de corto circuito que fluiría en un circuito eléctrico, sino fuera limitada por la apertura de un fusible limitador.

2. **Corriente Instantánea de Paso Libre o Corriente de Pico de Fuga.-** Es la corriente máxima que circula por un fusible, durante el tiempo total de interrupción.
3. **Características  $I^2T$ .-** Es la energía resultante del flujo de corriente a través del fusible y se aplica normalmente para el tiempo de fusión, el arqueo o el de interrupción total que es la energía requerida por el fusible a operar.
4. **Capacidad Interruptiva.-** Es la máxima corriente simétrica rms o la más alta corriente directa que un fusible puede interrumpir satisfactoriamente.
5. **Tensión que aparece en las terminales de un fusible después que la corriente ha sido interrumpida y esta formada por la tensión transitoria de restablecimiento y la tensión de restablecimiento a frecuencia industrial.**
6. **Tensión Transitoria de Restablecimiento.-** Es aquella que aparece en condiciones transitorias inmediatamente después de fusión del elemento sensible a la corriente y a sus características dependen básicamente de los parámetros R, L y C del circuito donde se encuentre instalado.

### **3.12.2. - Tipos de Pruebas a Fusibles de Alta Tensión**

Las pruebas mínimas a fusibles de alta tensión para asegurar su operación adecuada, se pueden realizar de acuerdo al criterio de las normas internacionales.

1. **Prueba de capacidad Interruptiva.-** Esta tiene por objeto definir la capacidad máxima de interrupción, al presentarse una falla de corto circuito y la tensión de restablecimiento que aparece en sus extremos, después de la interrupción de corriente.
2. **Prueba de Elevación de Temperatura.-** La finalidad es determinar la respuesta de los fusibles al conducir su temperatura establecidos por las normas.
3. **Prueba de ciclos de calentamiento – enfriamiento.-** Se aplican con el propósito de conocer la respuesta del elemento sensible a la corriente. En el periodo de calentamiento se aplica hasta lograr el equilibrio térmico,

determinándose la constante de tiempo térmica del fusible, estableciéndose el periodo de enfriamiento hasta alcanzar el valor de temperatura ambiente, repitiéndose los ciclos indicados en la Norma.

4. **Prueba de Fusión.-** La prueba de fusión o prueba de corriente-tiempo, se efectúa para conocer el tiempo de respuesta de operación del fusible a la circulación de corriente, considerando que la corriente nominal de un fusible es aquella, que debe ser capaz de conducir sin sufrir deterioro alguno.
5. **Prueba Dieléctrica.-** Tiene como objetivo determinar la respuesta de los fusibles a la aplicación de sobretensiones transitorias a 60 Hz. en forma de impulsos y sobrecorriente en forma de impulso como las originadas por las descargas atmosféricas.

### **3.12.3. - TIPOS DE FUSIBLES PARA ALTA TENSION**

Los fusibles para alta tensión adecuados para el rango de voltajes considerados entre 2.3 a 161 KV tienen dos clasificaciones generales: Fusible Interruptor para Distribución y Fusibles para Potencia.

- **FUSIBLE INTERRUPTOR PARA DISTRIBUCION**

La interrupción de la distribución es identificada por las siguientes características:

- a) Resistencia dieléctrica (nivel básico de aislamiento al impulso) a esfuerzos en los niveles de distribución.
- b) Aplicación prioritaria en los alimentadores de distribución de circuitos
- c) Construcción mecánica básicamente aplicada al poste o montaje de travesaños (excepto para la interrupción en aceite de la distribución).
- d) Límites de tensión de operación correspondientes a los sistemas de tensión de distribución.

Particularmente un fusible interruptor de distribución consiste de un soporte de aislante especial y de un sujetador para el fusible. El sujetador para el fusible, normalmente del tipo desconectador que emplea contactos soportados por el soporte aislante esta equipado con un listón fusible poco costoso. El sujetador del fusible esta alineado con un material orgánico, comúnmente fibra de kratina (plástico). La interrupción de una sobrecorriente toma lugar dentro del sujetador por la acción desionizadora de los gases liberados cuando el vapor es expuesto al calor del arco establecido cuando el listón se funde en respuesta a la sobrecorriente.

Los cortacircuitos fusibles de distribución fueron desarrollados para ser usados en circuitos de distribución aéreos. Son comúnmente aplicados a dichos circuitos de distribución donde su principal aplicación esta en conectar por medio de transformadores de distribución un área residencial, un pequeño comercio o planta industrial.

La interrupción proporciona protección al circuito de distribución al desenergizar y aislar un transformador dañado. Otra aplicación es la de protección contra falla de los bancos de capacitores montados en poste que se emplean para corregir el factor de potencia o la regulación de voltaje.

Los cortacircuitos fusibles de distribución están disponibles para uso intemperie de circuitos de distribución aérea con voltajes desde los 14.4 kv. en rangos máximos de corriente continua de 100 y 200 A y arriba de 25 kv. en un rango máximo de 100 A. Los rangos máximos de interrupción se muestran en la tabla 3.2

<b>RANGO NOMINAL</b> <b>Kv.</b>	<b>CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO</b> <b>Amperes</b>
4.8	12,500
7.2	8,600
14.4	7,100
25.0	4,000

## • FUSIBLES DE POTENCIA

De acuerdo con la ANSI el fusible de potencia es identificado por las siguientes características:

- a) Resistencia del dieléctrico (nivel básico de aislamiento al impulso) a esfuerzos de niveles de potencia.
- b) Aplicación principalmente en Subestaciones
- c) Construcción mecánica principalmente adaptada a los montajes de la subestación.

Los fusibles para potencia tienen otras características que los diferencian de los cortacircuitos fusibles en cuanto a que se encuentran disponibles en rangos de voltaje más altos, en formas convenientes para aplicaciones en exteriores. El fusible de potencia consiste de un soporte fusible más una unidad fusible, o con la alternativa de sujetador para fusible, el cual acepta una unidad de relleno ó un listón fusible.

Los dos tipos básicos de fusibles de potencia, tipo expulsión y tipo limitador de corriente, efectúan interrupción de sobrecorrientes de una manera radicalmente diferente al tipo de expulsión, como el corta circuito fusible de distribución interrumpe corrientes a través de la acción desionizante de los gases liberados del forro de la cámara del fusible por el calor del arco establecido cuando el elemento fusible se funde. El tipo por limitador de corriente interrumpe la sobrecorriente cuando el arco establecido por la fusión del elemento fusible esta sujeta a la restricción mecánica o a la acción refrigerante del polvo o la arena de relleno que circunda el elemento fusible.

El primer tipo de fusibles para potencia fue el tipo de expulsión una consecuencia del fusible interruptor, empleados sujetadores más largos y pensados para hacer frente a los circuitos de altas tensiones y los requisitos de interrupción de corto circuito,

los fusibles para potencia tipo expulsión poseen características de interrupción similares a los de distribución excepto, que el ruido y la emisión de gases y la flama son grandemente afectados conforme los sujetadores de falla.

Por consiguiente, este tipo de fusibles ha sido restringido para uso en exteriores solamente y generalmente en subestaciones localizadas en lugares remotos lejos de los lugares habitados, los fusibles tipo expulsión son empleados para la protección de fallas en pequeños y medianos transformadores de potencia o bancos de capacitores en subestaciones.

### **3.13. - HILOS FUSIBLE DE MEDIA Y ALTA TENSION**

Estos hilos fusibles garantizan protección efectiva por sobre corriente a sistemas y equipos. Adicionalmente a los sistemas de protección se pueden coordinar con otros dispositivos de protección por sobrecorriente para seccionalizarlos con el propósito de aislar los circuitos de alimentación.

#### **● HILOS FUSIBLES EEI- NEMA TIPO "K Y T"**

Se fabrican con diseños universales de cabeza de botón y están disponibles en valores de 6 a 200 amperios para uso en sistemas de distribución abiertos o cerrados hasta los 27 kv. La norma EEI-NEMA prefiere valores de corriente de 6,10,15,25,40,65,100,140,y 200 amperios de acuerdo a la norma antes mencionada se dividen en dos tipos "K" para características de acción rápida y tipo "T" para características de acción lenta.

Ambos tipos K Y T de los mismos valores tienen idénticos puntos en las curvas tiempo – corriente de 300 y/o 600 segundos así presentan la misma características de sobrecorriente sin embargo las curvas de tiempo – corriente difieren por debajo de estos puntos. El hilo tipo K es más rápido en la corriente alta que el mismo valor del tipo T la distinción se basa en la velocidad.

Esta es la relación entre las curvas de fusión en 0.1 segundos y 300% para los hilos hasta 100 amperios y 0.1 y 600 segundos para los hilos a valores sobre 100 amperios. Los hilos tipo K (rápidos) tienen relación de velocidad entre 6 y 8.1 mientras que los hilos tipo T ( lentos) tienen relación de velocidad

entre 10 y 13, como se muestra en la tabla 3.3 tienen valores de sobrecarga que indican la corriente continua que los hilos pueden soportar sin causar un corte al excederse los límites normales de temperatura.

Tabla 3.3 capacidad de corriente continua de EEI-NEMA para elementos fusible

EEI-NEMA elemento fusible clase K o T (amp.)	Capacidad de corriente continua (amperios)
6	9
8	12
10	15
12	18
15	23
20	30
25	38
30	45
40	60 †
50	75 †
65	95
80	120 ●
100	150 ●
140	190
200	200

† Solamente cuando se usan en un rompecarga de 100 a 200 amp.

● Solamente cuando se usan en un rompecarga de 200 amp.

### ● HILOS FUSIBLES DE ALTAS CORRIENTES TIPO H

Para altas corrientes de arranque se fabrican los hilos fusible tipo H en valores de 1,2,3,y 5 amperios. Se han desarrollado principalmente para los primarios de transformadores pequeños. Estos hilos están diseñados específicamente para manejar dos funciones.

1. - para garantizar el grado de protección por sobrecarga asociada normalmente con los hilos de 1,2,3,y 5 amperios.

2. - para evitar operaciones innecesarias durante los transientes de corriente por el arranque del motor o descargas atmosféricas.



### **3.14. - FUSIBLES DRIESCHER Y WITTJOHANN DRIWISA**

Estos fusibles son limitadores de corriente, equipos desconectores selectivos y de operación individual. Son confiables en la protección de transformadores, cables y equipo de alta tensión en subestaciones.

El rango de tensión de los fusibles fabricados es de 2.4 kv. Hasta 36kv el diseño físico del fusible forma un sistema de cámaras en serie resultantes de la configuración del cuerpo estrella y las resistencias. En caso de corto circuito, cada una de estas cámaras absorbe el arco voltaico durante el proceso de fusión de las resistencias. La alta capacidad interruptiva y la amplia gama de rangos de corriente dentro de las dimensiones normalizadas se deben a este diseño en particular.

La figura 3.12 forma las resistencias de un fusible, formado por varias cintas de plata, insertadas sobre un cuerpo portacintas en forma de estrella. El proceso de interrupción es manejado en cámaras individuales, reduciendo el impacto, debido a la repartición de la tensión.

El proceso de arqueo puede apreciarse en la figura 3.13 en la uniformidad de los elementos fundidos en cada cámara. El arco comenzó entre los extremos de las paredes de cada cámara los elementos fundidos son más gruesos en la parte central de la cámara, haciéndose más angostos hacia los extremos, conservándose aun cinta de plata intacta en el paso de una cámara a otra. Esto demuestra la capacidad parcial de interrupción de los fusibles.

Cuenta con un indicador de falla que se encuentra integrado en la parte superior del fusible en forma de un perno percutor que se dispara a una fuerza de 120 newton este acciona un kit de disparo en el desconector y abre automáticamente los tres polos.

Los fusibles de alta tensión son usados para protección contra corto circuito. Basados sobre leyes físicas, el proceso de fusión esta sujeto a varios problemas de pequeñas sobrecorrientes.

Los tiempos de fusión varían dentro de pocos minutos hasta varias horas en estos periodos están los fusibles sometidos a altos impactos térmicos un fusible de 65 amp. Es igual a  $2.5 I_n$ , para corrientes mayores es  $3 \times I_n$  con un tiempo de Pre-arqueo de 10 minutos.

### SELECCIÓN DE FUSIBLES TENSION DE SERVICIO

potencia nominal del transformador KVA	2,4 KV A	4,16 KV A	6/7,2KV A	13,8KV A	20/23KV A	34,5KV. A
45	25	16	10	6	6	
75	40	25	16	10	6	
112,5	63	40	25	10	6	6
150	100	40	40	16	10	6
225	160	63	40	25	16	10
300	160	100	63	25	16	16
500	250	160	100	40	25	25
750	—	200	160	63	40	40
1000	—	315	200	100	63	40
1500	—	—	315	125	100	63
2000	—	—	—	160	125	63
2500	—	—	—	200	160	100
3000	—	—	—	—	160	—

A= INTENSIDAD NOMINAL DE LOS FUSIBLES

**TABLA 3.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DRIWISA**

En la tabla mostrada observamos las capacidades que debe de llevar cada transformador. A diferencia del fusible eslabón tipo K o tipo T su tiempo de respuesta es más rápido el fusible driwisa esto ayuda a proteger con mas seguridad el transformador ya que debe ser mayor el valor mínimo  $I_n(\text{min.})$  Y no rebasar el valor máximo  $I_n(\text{max})$  para tener una selectividad de protecciones y de la corriente nominal, además el rango de corriente nominal del fusible de alta tensión no deberá ser demasiado elevado para garantizar el tiempo de operación mas corto posible durante cortocircuitos secundarios.

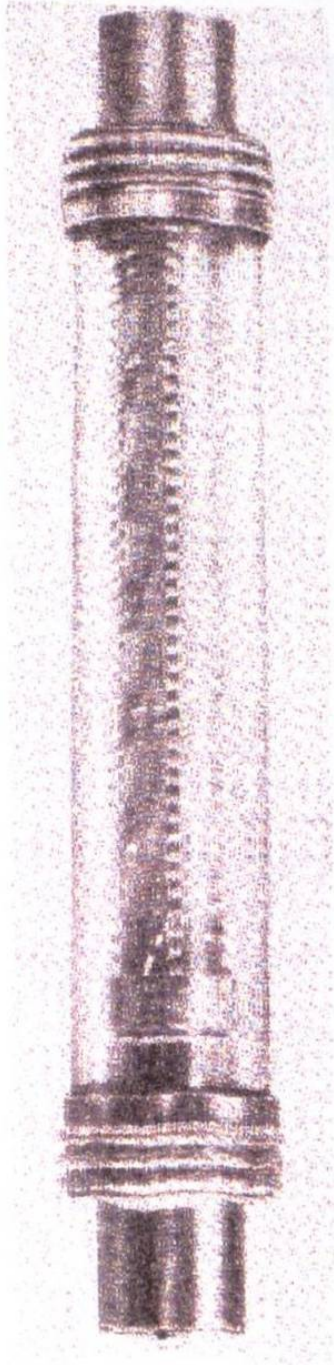
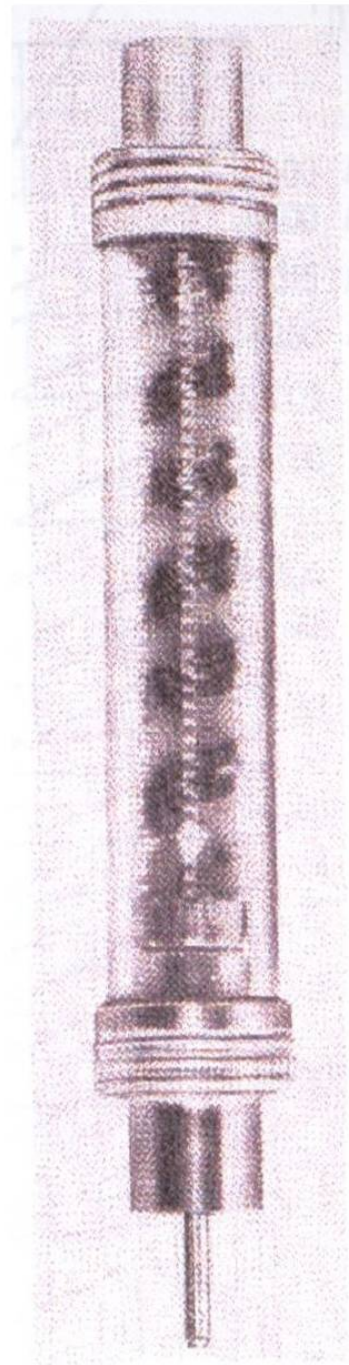
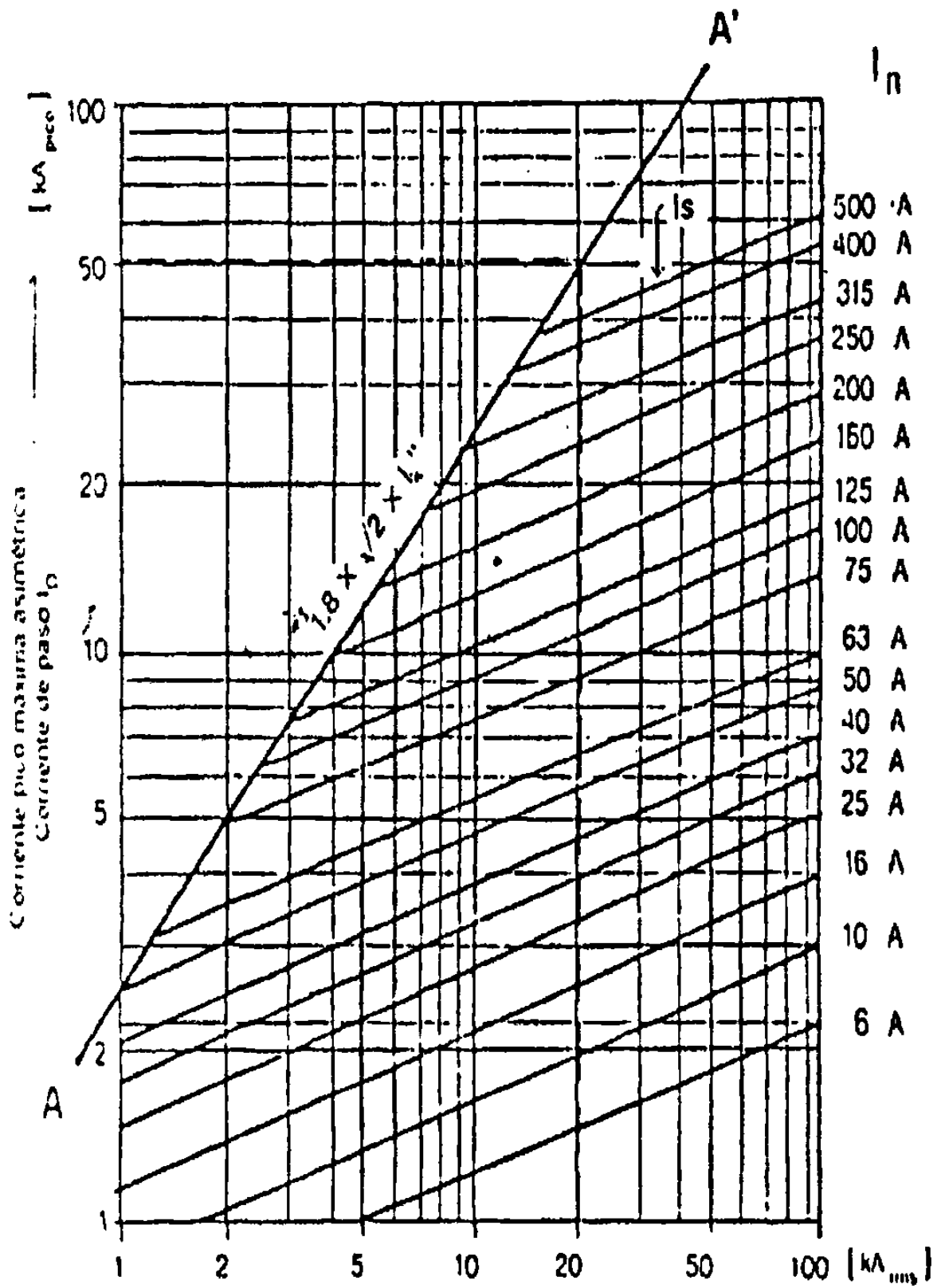
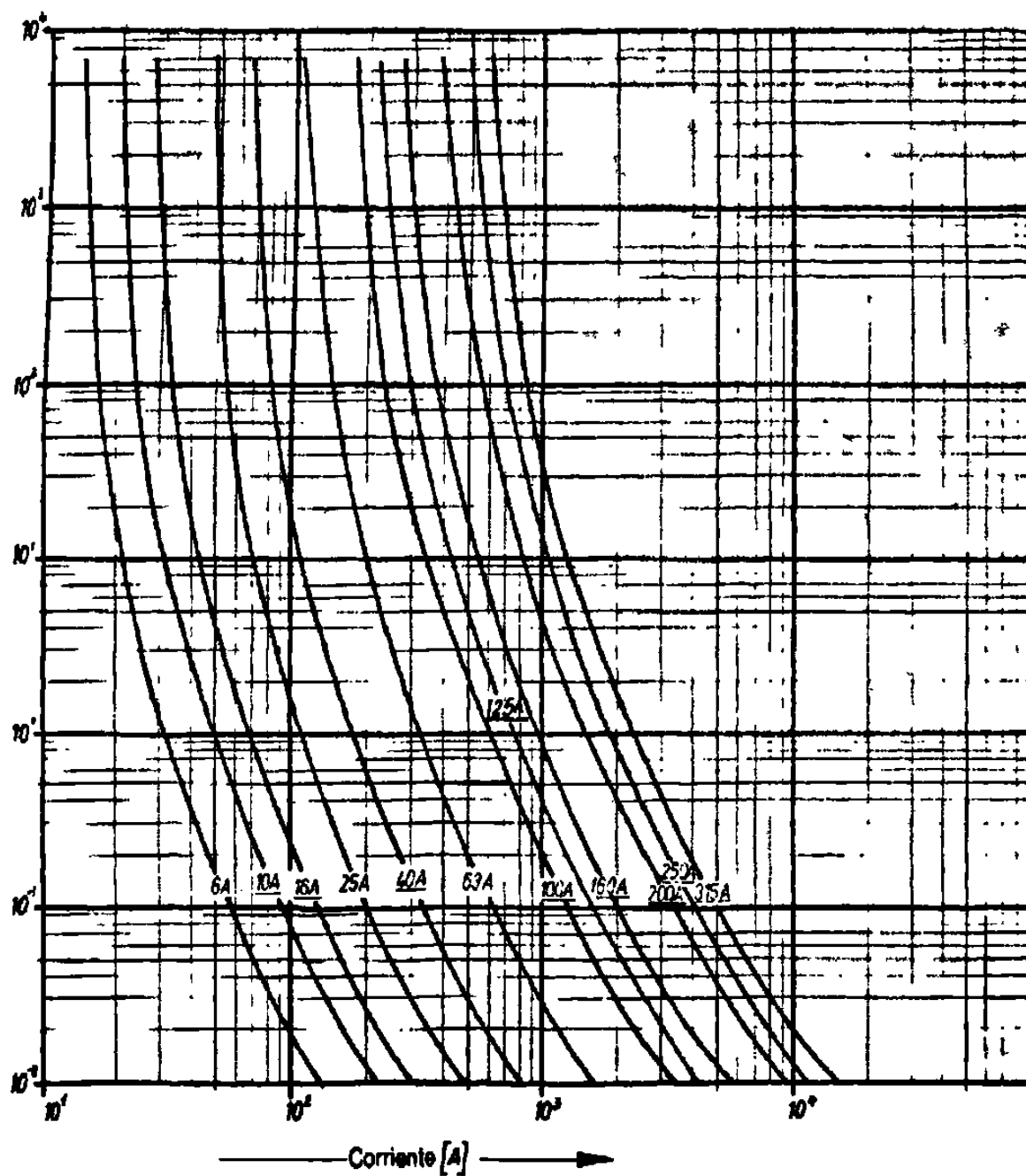
**FIGURA 3.12 Y 3.13 OBSERVACIÓN DE FUSIBLES DE ACIDO BORICO.****FIGURA 3.12****FIGURA 3.13**

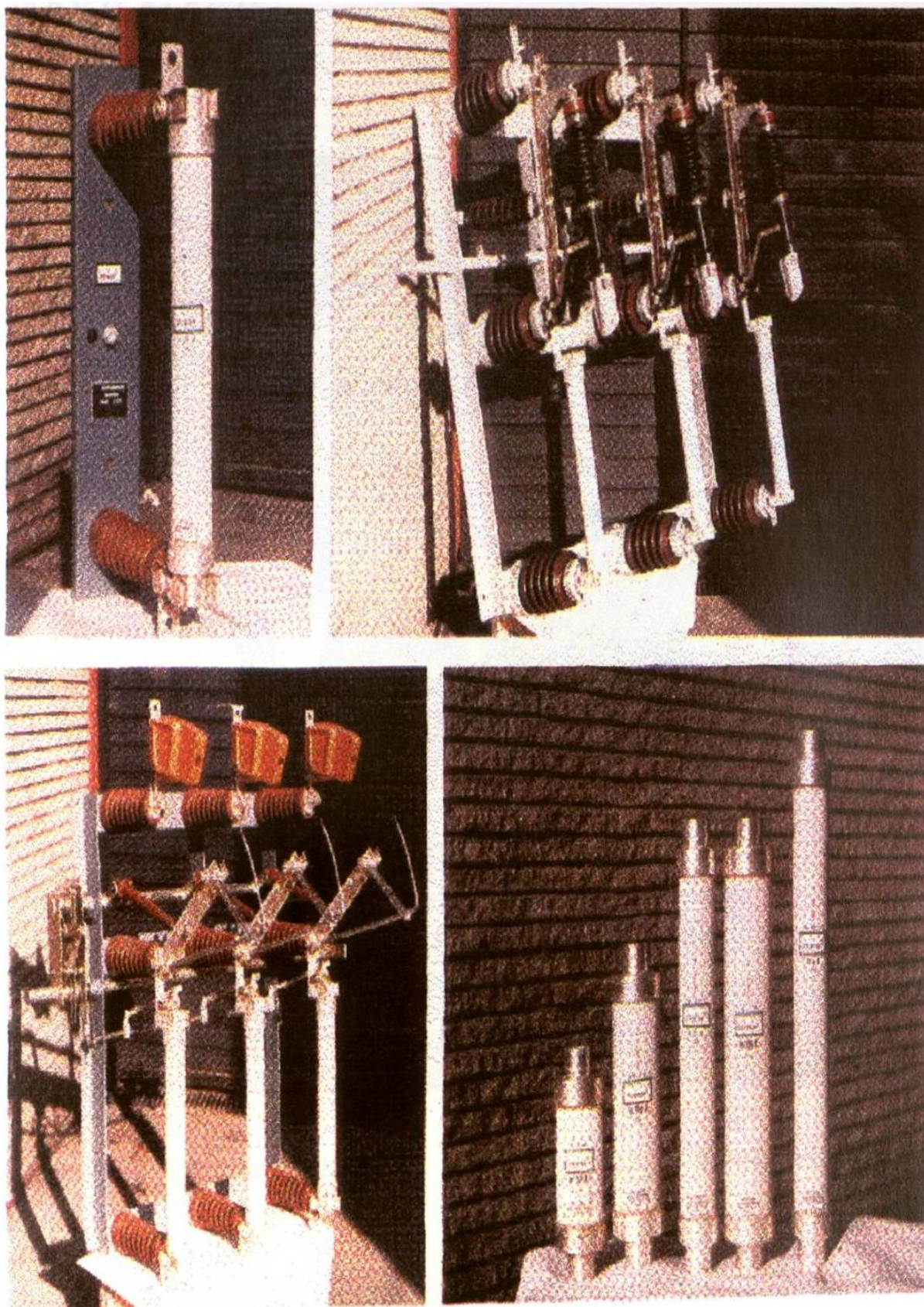
FIGURA 3.14 GRAFICA DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.



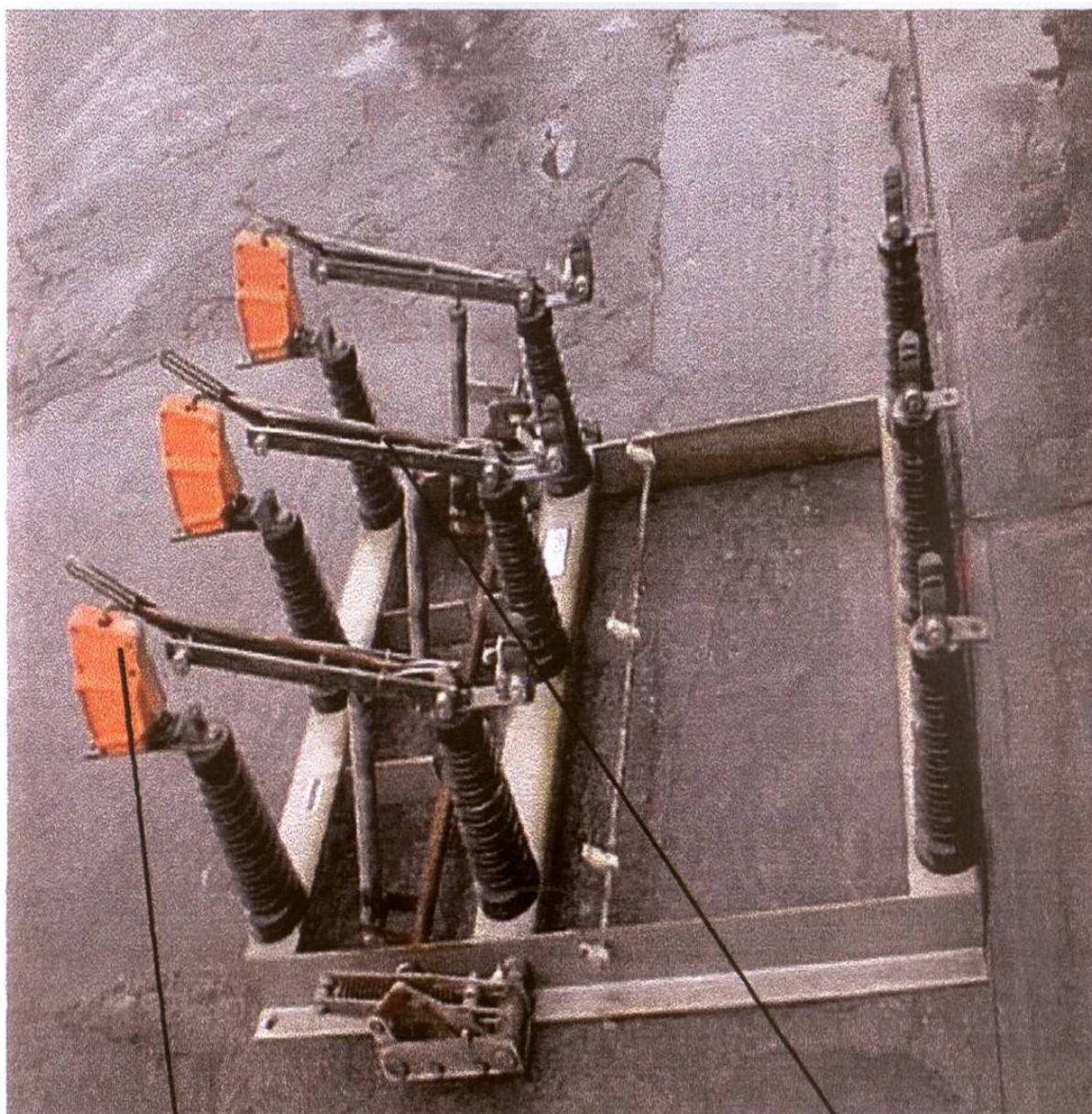
**FIGURA 3.15 GRAFICA CORRIENTE TIEMPO FUSIBLES DRIESCHERS**



**FOTOGRAFIA 3.1 OBSERVACION DE INTERRUPTOR TIPO DRIECHERS EN VOLTAJE 13.8 Y 35k.v. INCLUYENDO FUSIBLES DE ACIDO BORICO.**



**FOTOGRAFIA 3.2 OBSERVACION DE UN DESCONECTADOR DE  
NAVAJA TIPO DRIECHERS PARA GABINETE DE ALTA TENSION  
13.8 K.V. 34.5 K.V.**



**CAMARA DE ARQUEO**

**DESCONECTADOR**

### FOTOGRAFIA 3.3 PROTECCION DE BANCO DE CAPACITORES.

PROTECCION DE CAPACITORES USANDO ESABON FUSIBLE E INTERRUPTOR TIPO NVR DE ACEITE. PARA ESTINGUINR EL ARCO.





### 3.15 PROTECCION PRIMARIA CON FUSIBLES A TRANSFORMADORES

Su capacidad se designa aproximadamente igual al 150% de la corriente nominal o de plena carga del primario del transformador. (la norma permite usar el valor del fusible comercial inmediatamente superior al calculado).

Con interruptor su valor no debe ser mayor del 300% de la corriente nominal primaria.

Los limites del codigo nacional electrico( NEC) proporciona los limites maximos requeridos para la proyeccion contra sobrecorrientes de transformadores. En la tabla 3.5 se resumen estos limites en porciento, tomando como base la corriente nominal del transformador.

**TABLA 3.5 LIMITES NEC**

PRIMARIO				SECUNDARIO arriba de 600v 600 v o menos		
impedancia del transformador (Z%)	voltaje (v)	ajuste interruptor (%) ipc	capacidad de fusible (%)	ajuste interruptor (%)	capacidad de fusible (%)	interruptor o fusible (%)
$Z\% \leq 6$	arriba de	600	300	300	250	125*
$6 < Z\% \leq 10$	600 volts	400	300	250	225	125*

#### CURVA ANSI

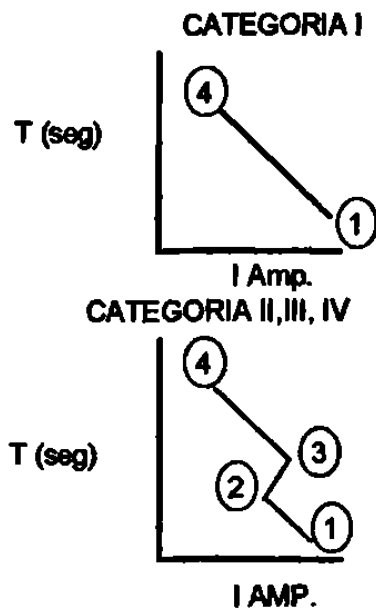
Esta curva representa la máxima capacidad que puede soportar el transformador sin dañarse cuando es sometido a esfuerzos mecánicos y térmicos por un cortocircuito.

Para calcular dicha curva es necesario clasificar a los transformadores en categorías, como se muestra en la tabla 3.6 la categoría del transformador define la forma de curva ANSI y los puntos deberán calcularse como indica la tabla 3.6.

**TABLA 3.6 CATEGORIA DE LOS TRANSFORMADORES**

KVA NOMINALES DE PLACA DEVANADO PRINCIPAL		
	monofasico	trifasico
I	5-500	15-500
II	501-1667	501-5,000
III	1668-10,000	5,001-30,000
IV	Arriba de 10,000	Arriba de 30,000

**FIGURA 3.16**



**TABLA 3.7 PUNTOS DE LA CURVA ANSI**

PUNTO	CATEGORIA DEL TRANSFORMADOR	TIEMPO (SEG)	CORRIENTE (AMPERES)
1	I	$1,250 (Z_t)^2$	$I_{pc}/Z_t$
	II	-	-
	III	2	$I_{pc}/Z_t$
	IV	2	$I_{pc}/(Z_t+Z_s)$
2	I	-	-
	II	4.08	$0.7 I_{pc}/Z_t$
	III	-	-
	IV	8.0	$0.5 I_{pc}/(Z_t+Z_s)$
3	I	-	-
	II	$2,551 (Z_t)^2$	$0.7 I_{pc}/Z_t$
	III	-	-
	IV	$5,000(Z_t+Z_s)^2$	$0.5 I_{pc}/(Z_t+Z_s)$
4	I	50	5 I <sub>pc</sub>
	II		
	III		
	IV		

Donde:

$Z_t$  = Impedancia del transformador en por unidad, en base a los KVA con enfriamiento OA.

$Z_s$  = Impedancia de la fuente por unidad en base a los kav del transformador con enfriamiento OA.

$I_{pc}$  = Corriente en amperes a plena carga del transformador, en base a su capacidad con enfriamiento OA.

Al calcular los puntos de la curva ANSI, es necesario verificar que la impedancia del transformador no sea menor que las indicadas en la tabla 3.8 además dependiendo la conexión del transformador, los valores de la curva deben multiplicar por el factor ANSI de la tabla 3.9

**TABLA 3.8 IMPEDANCIAS MINIMAS**

TRANSFORMADOR MONOFASICO	TRANSFORMADOR TRIFASICO	IMPEDANCIA MINIMA Z <sub>1</sub> POR UNIDAD EN BASE A LOS KVA DEL TRANSFORMADOR
KVA.	KVA.	
5 - 25	15 - 75	0.0250
37.5 - 100	112.5 - 300	0.0288
167 - 500	500	0.0400

CONEXION DEL TRANSFORMADOR	FACTOR ANSI
DELTA - DELTA	0.87
DELTA - ESTRELLA	0.58
DELTA - ESTRELLA	1.00
ESTRELLA ATERRIZADA - ESTRELLA	1.00
ESTRELLA ATERRIZADA - ESTRELLA ATERRIZADA	1.00
ESTRELLA - ESTRELLA ATERRIZADA (TIPO NUCLEO)	0.67
ESTRELLA - ESTRELLA (TIPO ACORAZADO)	1.00
ESTRELLA - ESTRELLA	1.00
ESTRELLA ATERRIZADA - DELTA	1.00
ESTRELLA - DELTA	1.00

**TABLA 3.9 FACTOR ANSI**

El valor maximo de la corriente de falla que puede soportar un transformador como  $1/Z_{pu}$  veces la corriente nominal, siendo  $Z_{pu}$  el valor de su impedancia expresado por unidad. por ejemplo: para un transformador con  $Z = 4\%$ , la maxima corriente de falla que puede circular es  $1/0.04 = 25$  veces de la corriente nominal. se observara en la siguiente grafica.

**TABLA 3.10 CAPACIDAD DE SOBRECARGA**

TIPO DE TRANSFORMADOR	CAPACIDAD KVA	ENFRIAMIENTO		TEMPERATURA	
		TIPO	FACTOR	ELEVACION	FACTOR
SECO	MAYOR QUE 2500	AA	1	150°C	1
		FA	1.3	55°C/65°C	1.12
CENTRO DE CARGA	MAYOR QUE 2500	OA	1	55°C/65°C	1.12
	MAYOR QUE 500	FA	1	55°C/65°C	1.12
	MENOR QUE 500	FA	1.15	55°C/65°C	1.12
	MAYOR QUE 2000	FA	1.15	65°C	1
	MENOR QUE 2000	FA	1.25	55°C/65°C	1.12
	MAYOR QUE 2500	FA	1.25	65°C	1
SUBESTACION PRIMARIA		OA	1	55°C/65°C	1.12
		FA	1.33	55°C	1
		FOA	1.67	55°C/65°C	1.12

**TABLA 3.11 MULTIPLOS DE CORRIENTE DE MAGNETIZACION**

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR	MULTIPLICADOR
$KVA \leq 1500$	8
$1500 < KVA < 3750$	10
$3750 \leq KVA$	12

**CAPACIDAD DE SOBRECARGA**

La capacidad de sobrecarga de un transformador se refiere a los amperes de plena carga multiplicados por los factores de enfriamiento y elevación de temperatura.

La sobrecarga de un transformador depende de su tipo de enfriamiento y de la temperatura de diseño. en la tabla 3.10 se indican los factores de temperatura y enfriamiento.

**DETERMINACION DEL PUNTO DE CORRIENTE DE INSERCIÓN (INRUSH) PARA TRANSFORMADORES.**

Punto inrush queda determinado por la corriente inrush que se obtiene como  $inrush = I_{pc} \times FINRUSH$ , donde  $FINRUSH = \text{FACTOR INRUSH}$ , que depende principalmente de la potencia, de acuerdo a lo indicado en el siguiente párrafo.

**PUNTO DE MAGNETIZACION (INRUSH)**

Es una aproximación del efecto que ocasiona la corriente de magnetización en el transformador. Este punto es variable y depende principalmente del magnetismo residual y del punto de la onda del voltaje aplicado, cuando ocurre la energización del transformador.

La corriente de magnetización de un transformador es considerada como un múltiplo de su corriente nominal, que varía de acuerdo a la capacidad nominal del transformador, como se indica en la tabla 3.11 el tiempo de duración de la corriente de magnetización es invariable de 0.10 segundos.

**Ejemplo:** determinar los puntos de curva para trazar la curva de daño de un transformador que tiene los siguientes datos

500 kva, conexión delta/estrella, 13.8kv/480 volts. Z= 5% enfriamiento tipo OA, elevación de temperatura 55/65°c capacidad de sobrecarga 12%.

La corriente a plena carga del transformador en el primario es:

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3}KVP} = \frac{500}{173(13.8)} = 20.94 AMP.$$

La corriente nominal es el secundario es:

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3}KVP} = \frac{500}{173(0.48)} = 602.2 AMP.$$

De la tabla 3.7 en categoría II  $z_t=0.05$  pu, conexión delta/estrella en la tabla 3.9 el factor ANSI es 1.0 y se selecciona los kva base y nominales

$$I_{pc} = I_{pc} \frac{KV_{nom}}{KV_{base}} = 20.94 \times \frac{13.8}{13.8} = 20.94 AMP.$$

De la tabla 3.9 punto 1  $t_1 = 2$  seg.

$$I_1 = F_{ansi} I_{pc} = \frac{1.0 \times 20.94}{0.05} = 418.8 AMP.$$

Punto 2  $t_2 = 4.08$

$$I_2 = \frac{0.7 \times I_{pc} \times F_{ansi}}{ZT} = \frac{0.7 \times 20.94 \times 1.0}{0.05} = 14.65 AMP.$$

Punto 3  $t_4 = 50$  seg.

$$I_3 = 5 I_{pc} \times F_{ansi} = 5 \times 20.94 \times 1.0 = 104.7 AMP.$$

# CAPITULO 4

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNETICOS.

### 4.1. –DESCRIPCION GENERAL:

Los interruptores son dispositivos de protección de circuitos que se caracterizan por tener las siguientes funciones:

Conectar y desconectar iniciar y detener el flujo de corriente eléctrica con seguridad, bajo condiciones normales y anormales.

#### **Protección :**

Detectar condiciones anormales de carga corto circuito y tensión eléctrica, para interrumpir automáticamente el flujo de corriente eléctrica sin riesgo de ninguna especie para el personal y equipo.

Interruptores tipo navaja con fusible.

Dispositivo de protección y desconexión de circuitos eléctricos.

Interruptores de servicio industrial.

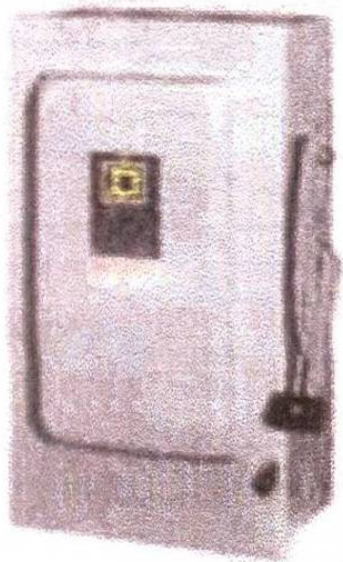
- ❖ Ligero (30 a 200 Amp. en 240 volts).
- ❖ Pesado (30 a 1200 Amp. en 240 a 600 volts).

Los motores demandan una corriente alta durante el arranque (generalmente 6 veces el valor de la corriente plena) así, un fusible seleccionado sobre la base de la corriente a plena carga, se fundiría cada vez que el motor se ponga en marcha.

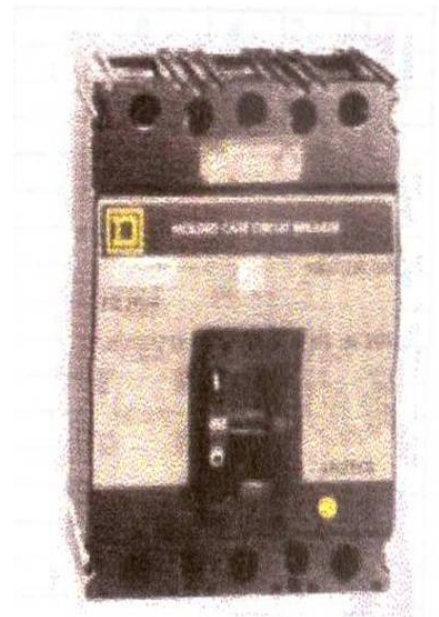
Por otra parte, si el fusible fuese escogido lo suficientemente grande para poder conducir la corriente del arranque, no protegería al motor contra las pequeñas sobrecargas perjudiciales que podrían ocurrir.

Diferencias entre swich de cuchillas e interruptor termomagnético.

#### **FOTOGRAFIA 4.1 DIFERENCIA DE SWICH DE CUCHILLAS E INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO**



swich de cuchillas



termomagnético



**Fusibles de cartucho Econ de Doble elemento  
Con retraso de precisión y capacidad interruptiva  
De 200,000 amperes**

Tabla 4.1

SELECCIÓN DE FUSIBLES PARA MOTORES POR NUMERO DE CATALOGO Y AMPERES.

		Motores Trifasicos				Motores Trifasicos				Motores Monofasicos			
		Tipo de induccion				Sincronicos f.p. uitario				Tipo de induccion			
HP	Servicio	110	220	440	550	220	440	550		110	220	440	550
	simbolo	ECN	ECN	ECS	ECS	ECN	ECN	ECS		ECN	ECN	ECS	ECS
0,5	normal	4	2	1	-6					4	2	1	-6
	pesado	4,5	2,2	1,1	1					4,5	2,2	1,1	1
	40 °c	5	2,5	1,2	1					5	2,5	1,2	1
0,75	normal	5,6	2,8	1,4	1,1					5	2,5	1,2	1
	pesado	6,2	3,2	1,6	1,2					5,6	2,8	1,4	1,1
	40 °c	7	3,5	1,8	1,4					6,2	3,2	1,6	1,2
1	normal	7	3,5	1,8	1,4					7	3,2	1,6	1,4
	pesado	8	4	2	1,6					8	3,5	1,8	1,6
	40 °c	9	4,5	2,2	1,8					8	4	2	1,8
1,5	normal	10	5	2,5	2					9	4	2,2	1,8
	pesado	12	5,6	2,8	2,2					10	5	2,5	2
	40 °c	12	6,2	3,2	2,5					12	5,6	2,8	2,2
2	normal	15	6,2	3,2	2,6					12	5,6	2,8	2,2
	pesado	15	7	3,5	2,8					12	6,2	3,2	2,5
	40 °c	17,5	8	4	3,5					15	7	3,5	2,8
3	normal		9	4,5	4						8	4	3,2
	pesado		10	5	4,5						9	4	3,5
	40 °c		12	5,6	5						10	5	4
5	normal		15	8	6,2						15	7	6,2
	pesado		17	9	7						15	8	7
	40 °c		20	9	8						17,5	9	8
7,5	normal		25	12	9						20	9	8
	pesado		25	15	10						20	10	9
	40 °c		30	15	12						25	12	10
10	normal		30	15	12						25	12	10
	pesado		37	17,5	12						30	15	12
	40 °c		37	17,5	15						30	15	12

**Fusibles de cartucho Econ de Doble elemento  
Con retraso de precisión y capacidad interruptiva de  
200,000 amperes**

**tabla 4.2**

**SELECCIÓN DE FUSIBLES PARA MOTORES POR NUMERO DE CATALOGO Y AMPERES.**

		MOTORES TRIFASICOS						MOTORES DOS FASES		
		TIPO DE INDUCCION			SINCRONICOS f.p. 1			TIPO DE INDUCCION		
HP		220V	440V	550V	220V	440V	550V	220V	440V	550V
	simbolo	ECN	ECS	ECS	ECN	ECS	ECS	ECN	ECS	ECS
15	normal	40	20	17,5				35	17,5	15
	pesado	45	25	20				40	20	17,5
	40°C	50	25	20				45	20	17,5
20	normal	60	30	25				45	25	17,5
	pesado	60	30	25				50	25	20
	40°C	70	35	25				60	30	25
25	normal	70	35	30	60	30	25	60	30	25
	pesado	80	40	30	60	30	25	60	35	25
	40°C	80	40	35	70	35	30	70	35	30
30	normal	80	40	35	70	35	25	70	35	30
	pesado	90	45	40	80	40	30	80	40	30
	40°C	100	50	40	80	40	35	90	45	35
40	normal	110	50	45	90	45	35	90	45	35
	pesado	125	60	45	100	50	40	100	50	40
	40°C	125	70	50	110	60	45	110	60	45
50	normal	125	70	50	110	60	45	110	60	45
	pesado	150	70	60	125	60	50	125	60	50
	40°C	175	80	70	150	70	60	150	70	60
60	normal	150	80	60	125	70	50	150	70	60
	pesado	175	90	70	150	70	60	150	80	60
	40°C	200	100	80	175	80	70	175	90	70
75	normal	200	100	80	175	80	70	175	80	70
	pesado	225	110	90	200	90	80	175	90	70
	40°C	250	125	100	200	100	80	200	100	80
100	normal	250	125	100	225	110	90	225	110	90
	pesado	350	150	100	250	125	100	250	125	100
	40°C	300	150	125	250	125	110	250	125	110
125	normal	300	175	125	300	150	110	300	150	110
	pesado	350	200	150	300	150	125	300	150	125
	40°C	400	200	150	350	175	125	350	175	150
150	normal	350	200	150		175	125	350	175	125
	pesado	400	225	175		175	150	350	175	150
	40°C	450	225	200		200	175	400	200	150
200	normal	500	250	200		225	175	450	225	175
	pesado	600	300	225		250	200	500	250	200
	40°C	600	300	250		250	225	500	250	225

## 4.2. -SELECCIÓN DE FUSIBLE E INTERRUPTOR DE SEGURIDAD.

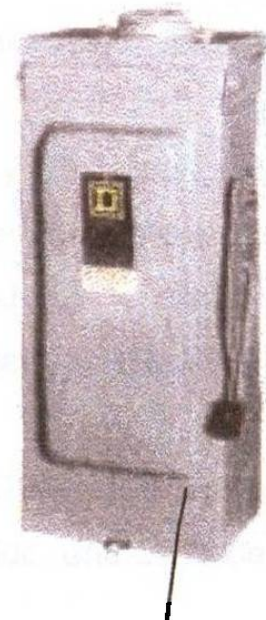
Datos necesarios para selección de Fusible con Interruptor de seguridad:

1. - Capacidad en amperaje del circuito a proteger.
2. - Voltaje.
3. - Número de fases.
4. - Tipo de corriente (alterna o directa).
5. - Operación del fusible (con o sin retardo).
6. - Tipo de servicio.
7. - Ubicación.

### FOTOGRAFIA 4.2 DIFERENCIA DE SWICH DE CUCHILLAS EN ALTO Y BAJO VOLTAJE



Servicio de 13.8kv.a 34.5 kv.



Servicio para 220 a 600 Vca

### 4.3. - INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Q0 Y Q0B

#### Características:

**Descripción:** Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada, en uno, dos y tres polos, tensión máxima 240 Volts en corriente alterna 60 Hertz 10,000 amperes simétricos de capacidad interruptiva.

**Aplicación:** Los interruptores enchufables Q0, son usados en centros de carga tipo Q0, tableros de alumbrados y distribución tipo NQ0, pudiendo ser montados también en tableros de distribución I-LINE. Los interruptores atornillables Q0B, son usados en tableros de alumbrado y distribución NQ0B, pudiendo ser montados también en tableros de distribución I-LINE.

Los interruptores Q0 y Q0B proporcionan protección contra sobrecorrientes e interrupción de circuitos en sistemas de corriente alterna. Los interruptores Q0-Q0B de 15 y 20 amperes un polo, son adecuados para utilizarse como dispositivos de interrupción, poseen capacidad adecuada para interrupción de carga de alumbrado fluorescente a 120 volts CA. Los interruptores Q0-Q0B de 15 a 50 amperes dos polos, son adecuados para utilizarse en combinación con grupos de motores en equipos de aire acondicionado, calefacción y refrigeración.

**Normas de construcción:** Los interruptores Q0 y Q0B están contruidos satisfaciendo ampliamente los requerimientos de especificaciones y pruebas de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-J-226 y NOM-J-265. Adicionalmente, el diseño cubre las especificaciones de las normas NEMA AB1-1975 y Underwriters Laboratories UL489.

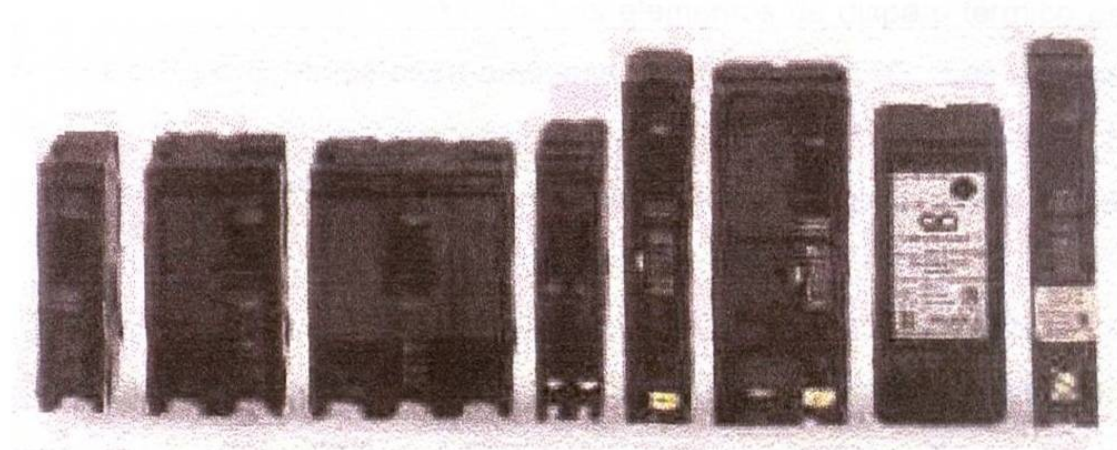
**Mecanismo de operación:** Los interruptores Q0 y Q0B, cuentan con mecanismo de disparo libre, de apertura y cierre rápido. Una barra de disparo común asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos en interruptores de dos y tres polos

**Mecanismo de Disparo:** Cada polo cuenta con una unidad de disparo permanente, con elementos térmicos y magnéticos. Los elementos térmicos

son calibrados para operar a una temperatura ambiente de 40°C. Calibraciones para operar a mayores temperaturas, se realizan sobre pedido. Los interruptores de 15 a 20 amperes, de un polo, cuentan con mecanismos de apertura rápida, para operación instantánea 1/60 de segundo máximo a corrientes tan bajas como diez veces la nominal. Indicación de disparo VISI-TRIP: Cuando el interruptor es disparado, la palanca asume la posición central, una bandera color naranja fluorescente de señalamiento se hace visible a través de un lente al frente del interruptor. La bandera de señalamiento se hace visible únicamente cuando el interruptor es disparado. El interruptor puede restablecerse moviendo la palanca hacia "off" y después hacia "on".

**Terminales:** las terminales de los interruptores de 15, 20 y 30 amperes, están provistas de placas opresoras y son adecuadas para dos conductores de cobre o aluminio # 14 a 8 los interruptores de 40 a 70 amperes cuentan con terminales tipo caja, con capacidad para conductor de cobre o aluminio # 8 a calibre # 2/0.

#### FOTOGRAFIA 4.3 TIPOS DE INTERRUPTORES



Interruptores termomagneticos miniatura Qo Qo-gfi Qo-hid  
Qot Qow

## **4.4. - INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS**

### **4.4.1. - Características:**

**Aplicación:** Los interruptores termomagnéticos para protección de sobrecorrientes y desconexión en sistemas de C.A. y CD están disponibles en capacidad interruptiva normal y alta y pueden ser montados individualmente o montados en gabinetes industriales tableros de alumbrados tableros de distribución unidades de enchufar, combinaciones magnéticas o centros de control para motores.

**Normas de construcción:** Los interruptores termomagnéticos están contruidos de acuerdo con las normas mexicanas NMX-J-226 y NMX-J-265. Adicionalmente el diseño cubre con las normas NEMA AB1 y UL-489.

**Mecanismo de operación:** Los interruptores termomagnéticos cuentan con un mecanismo de disparo libre de apertura y cierre rápido. Mediante una barra de disparo común asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

**Mecanismo de disparo:** Los interruptores termomagnéticos tienen una unidad de disparo permanente conteniendo elementos de disparo térmicos y magnético individuales en cada polo. Los elementos de disparo térmico están calibrados para una temperatura ambiente máxima de 40 °C. Los marcos de 250A y mayores cuentan con un disparo magnético instantáneo ajustable. Este ajuste externo permite que todos los polos del interruptor sean ajustados simultáneamente al mismo punto de disparo magnético.

**Botón de disparo:** Un botón de disparo color amarillo es localizado al frente de los interruptores. Esto permite verificar el mantenimiento del interruptor, circuitos de control interruptores de alarma y otro equipo asociado.

**Indicación de disparo:** la palanca tipo "toggle" hasta 1200A de marco cambia a la posición central. El interruptor puede ser restablecido moviendo la palanca a la posición extrema de "off" y después para energizar poner la palanca en "on", posición dentro.

**Terminales:** Todos los interruptores (1200A y menores) son suministrados con zapatas mecánicas de aluminio para uso de conductores de cobre o aluminio.

**Accesorios:** una completa línea de accesorios incluyendo dispositivos de disparo en derivación, disparo en derivación por falla a tierra, disparo por baja tensión, interruptores auxiliares e interruptores de alarma son disponibles para todos los interruptores Square D.

**Montaje:** Su montaje debe ser sobre superficies libres de vibraciones, humedad y calor. La posición de la palanca conectada "ON" deberá estar arriba. La alimentación tendrá lugar por la parte superior.

**Construcción:** los interruptores termomagnéticos constan de una caja moldeada de material aislante, en la que se encuentran localizados los conductores con sus contactos, así como las cámaras de extinción y los disparadores de corriente.

#### **4.4.2. - VENTAJAS DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS**

Los interruptores termomagnéticos tienen una ventaja sobre los elementos fusibles; esta consiste en que si existe una falla en uno de los polos (o fases) de un interruptor multipolar, actúa sobre una barra común que abre todos los polos simultáneamente, evitando así la operación monofásica en un circuito, tal como ocurriría con un dispositivo de fusible. Estos interruptores son de "operación libre" esto significa que al menos que se retire la causa de la falla. Se podrá restablecer manualmente el interruptor.

Selección de la capacidad del interruptor termomagnético el tamaño del conductor determinara la capacidad del interruptor, asegurándose así que pueda conducirse la corriente total.

8998 y 8999, es adecuado para utilizarse en sistemas donde puedan presentarse corriente de falla de 100,000 amperes 600 volts. La línea MAG-GARD puede ser.

Usada en instalaciones mineras para dar protección de corto circuito a cables portátiles.

**Normas de Construcción:** Los Interruptores MAG-GARD están contruidos satisfaciendo ampliamente los requerimientos de especificaciones y pruebas de las Normas Mexicanas NMX-J-266, NMX-J-273. Adicionalmente, el diseño cubre las especificaciones de las normas NEMA AB1-1975 y Underwriters Laboratories UL489.

**Corriente Nominal:** La corriente nominal de los interruptores MAG-GARD, es su capacidad de conducción continua de corriente. El exceder esta capacidad causara daños al interruptor. Dado que los interruptores MAG-GARD no posee elementos de disparo térmico, los interruptores no se calibran para la temperatura ambiente especifica. La gama de ajuste de disparo, es el conjunto de valores de corriente dentro del cual puede seleccionarse el punto de disparo magnético instantáneo ajustable.

**Mecanismo de operación:** La línea de interruptores MAG-GARD cuenta con mecanismos de disparo libre, de apertura y cierre rápidos. Una barra de disparo común asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

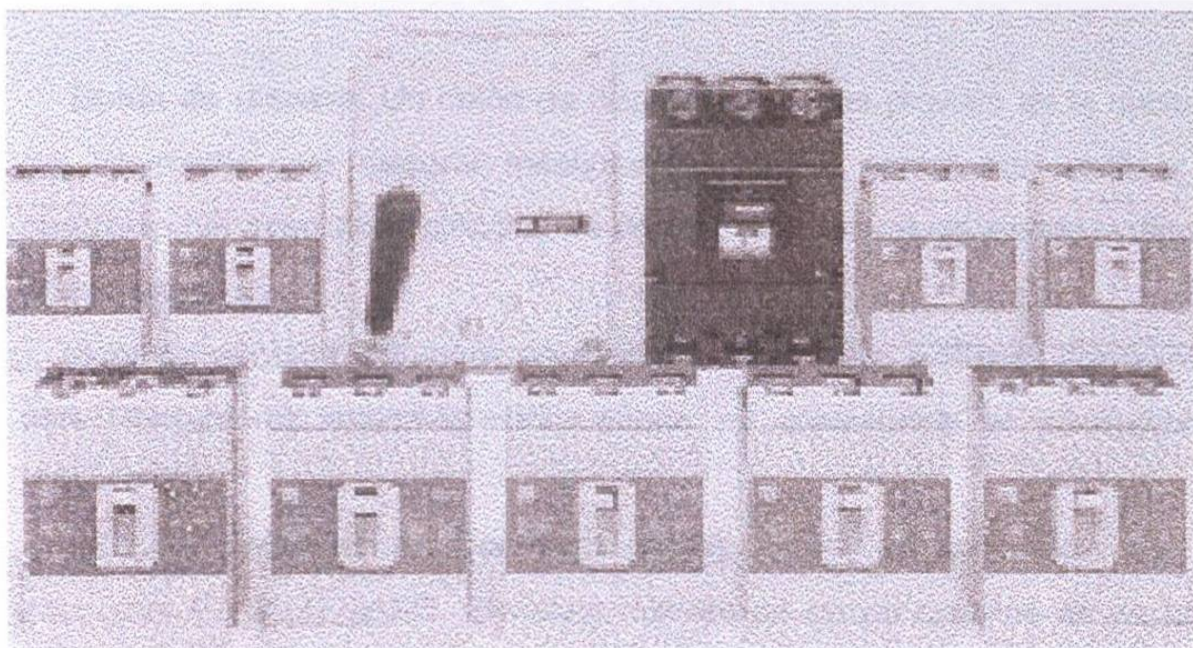
**Mecanismo de Disparo:** Los interruptores MAG-GARD, cuenta con una unidad de disparo permanente, con elementos de disparo magnético en cada polo.

**Indicación de disparo:** Cuando el interruptor es disparado, la palanca asume la posición central. El interruptor puede restablecerse moviendo la palanca hacia "off" y después hacia "on".

**Ajuste de disparo Magnético:** Todos los interruptores MAG-GARD poseen ajuste de disparo magnético instantáneo. Un selector externo de disparo



## FOTOGRAFIA 4.4 TIPOS DE INTERRUPTORES AJUSTE MAGNETICO INSTANTANEO



### 4.5. – INTERRUPTOR DE DISPARO AJUSTABLE MAGNETICO INSTANTANEO

#### Características:

**Descripción:** Interruptores de disparo magnético instantáneo ajustable, marcos de 100,250,400 y 1000 amperes, tensión máxima 600 volts en corriente alterna 60 Hertz, en dos y tres polos. Corriente nominal de 3 a 1000 amperes.

**Aplicación:** Los interruptores MAG-GARD son usados para protección de motores contra corriente de corto circuito en combinación con arrancadores de motor que poseen relevadores de sobrecarga.

La Selección debe hacerse de acuerdo a lo recomendado en las Normas Técnicas para instalaciones Eléctricas ( NTIE. ) Las capacidades interruptivas están establecidas en combinación con el arrancador. Los interruptores MAG-GARD han sido probados con éxito en combinación con arrancadores Square D a 22,000 amperes 600 volts máximo en corriente alterna según norma Underwriters Laboratories UL508. El interruptor FA MAG-GARD en combinación con el modulo limitador de corriente(CLM)instalado en fabrica en combinaciones clases 8539 y 8739 y en centros de control de motores clases

permite ajustar simultáneamente el mismo valor de disparo en todos los polos. El selector se localiza al frente del interruptor.

**Botón de disparo:** Un botón de disparo manual es provisto en la cubierta del interruptor para disparar mecánicamente este, permitiendo verificar la operación del interruptor, circuitos de control, dispositivos de alarma y demás equipo asociado.

**Accesorios:** toda la línea de accesorios y dispositivos auxiliares disponibles para interruptores termomagnéticos puede ser ensamblada en interruptores MAG-GARD.

**Módulo Limitador de Corriente (CLM):** Opera en conjunción con el interruptor FA MAG-GARD. El mayor número de cortos circuitos es de bajo nivel y son abiertos por el interruptor MAG-GARD sin que opere el módulo limitador de corriente. Corrientes de alto nivel son interrumpidas por el módulo y el interruptor MAG-GARD.

El módulo limitador de corriente no puede restablecerse y debe reemplazarse después de que opera. La instalación del módulo, se hace dentro del mismo gabinete estándar de la combinación.

Los interruptores deben ajustarse al punto más bajo que permita un arranque adecuado del motor, sin que exceda 13 veces la corriente a plena carga del mismo.

Este punto de disparo, deberá ser ligeramente mayor que la corriente de arranque o de rotor bloqueado.

Existen tres tipos de módulo para ser usados en combinación con interruptores FA MAG-GARD.

Clase 9999 tipo CLM-1 para interruptores de 3 y 7 amperes.

Clase 9999 tipo CLM-2 para interruptores de 15 y 30 amperes.

Clase 9999 tipo CLM-3 para interruptores de 50 y 100 amperes.

#### **4.6. – INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y NO AUTOMATICOS**

**Descripción:** Interruptores de disparo magnético fijo marcos de 100,225,400,1000 y 2000 amperes, tensión máxima 600 volts en corriente alterna 60 Hertz, 250 volts en corriente directa capacidades interruptivas normal y alta. En dos y tres polos.

**Aplicación:** Los interruptores automáticos no proveen protección contra sobrecorriente. Abre cuando la palanca es elevada a la posición de abierto-off o por la acción de un dispositivo de disparo auxiliar tal como disparo en derivación o disparo por baja tensión. Abren también instantáneamente a un punto de disparo magnético ajustado en fábrica para dar protección exclusivamente al propio interruptor cuando es sometido a altas corrientes de falla.

El punto de disparo no es ajustable y no proporcionan protección contra sobrecarga ni fallas de bajo nivel. Una protección separada contra corto circuito y sobrecarga debe proveerse en sistema donde se utilicen estos interruptores.

Estos interruptores son frecuentemente utilizados como parte integrante de mecanismos de cierre en tableros de distribución y control, interrumpiendo la alimentación al tablero cuando la palanca de acceso al mismo se lleva a la posición abierto. Son utilizados también para la transferencia de energía a la carga, de la fuente normal de alimentación a una fuente de emergencia y viceversa y en otras aplicaciones de control.

**Mecanismo de Operación:** Los interruptores automáticos, cuentan con mecanismo de disparo libre, de apertura y cierre rápidos. Mediante una barra de disparo común se asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

**Mecanismo de Disparo:** Los interruptores automáticos tienen una unidad de disparo permanente con elementos magnéticos en cada polo. Los elementos de disparo magnético no son ajustables en el campo, son fijados para proporcionar protección de disparo instantáneo al mismo interruptor cuando es sujeto a altas corrientes de corto circuito.

**Indicación de Disparo:** Cuando el interruptor es disparado, la palanca asume la posición central. El interruptor puede restablecerse moviendo la palanca hacia "off" y después hacia "on".

**Botón de Disparo:** Un botón de disparo manual es provisto en la cubierta del interruptor para disparar mecánicamente este, permitiendo verificar la operación del interruptor, circuitos de control, dispositivos de alarma y demás equipo asociado.

#### **4.6.1. – CARACTERISTICAS DE INTERRUPTORES NO AUTOMATICOS**

**Descripción:** Interruptores sin protección térmica ni magnética, marcos de 100, 225, 400, 1000 y 2000 amperes, tensión máxima 600 volts en corriente alterna 60 Hertz, 250 volts en corriente directa. En dos y tres polos.

**Aplicación:** Los interruptores no automáticos son usados como medio de desconexión. Abren y cierran el circuito por medios no automáticos como dispositivo de disparo en derivación, disparo por baja tensión y operador eléctrico.

Estos interruptores son frecuentemente utilizados como parte integrante de mecanismos de cierre en tableros de distribución y control, interrumpiendo la alimentación al tablero cuando la palanca de acceso al mismo se lleva a la posición abierto.

Son utilizados también para la transferencia de energía a al carga, de la fuente normal de alimentación a una fuente de emergencia y viceversa y en otras aplicaciones de control.

**Mecanismo de operación:** Los interruptores no automáticos cuentan con mecanismo de apertura y cierre rápidos. Mediante una barra de disparo común se asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

**Botón de Disparo:** Cuando los interruptores no automáticos son solicitados con dispositivo de disparo en derivación o disparo por baja tensión se proveen con botón de disparo manual en la cubierta del interruptor para disparar mecánicamente este.

#### **4.6.2. - CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y NO AUTOMATICOS**

**Normas de construcción:** Los interruptores automáticos y no automáticos están contruidos satisfaciendo ampliamente los requerimientos de especificaciones y pruebas de las normas oficiales mexicanas NOM-J-226, NOM-J-265 y NOM-J-273. Adicionalmente el diseño cubre especificaciones de las normas NEMA AB1-1975 y Underwriters Laboratories UL489

**Montaje:** Los interruptores pueden ser montados y operados en cualquier posición, sin estar limitados al montaje vertical u horizontal, pueden montarse inclusive con la palanca hacia abajo.

**Accesorios:** Toda la línea de accesorios y dispositivos auxiliares disponibles para interruptores termomagnéticos puede ser ensamblada en interruptores automáticos y no automáticos.

**Terminales:** Los interruptores automáticos y no automáticos están provistos de zapatas de aluminio instaladas en fábrica, removibles por el frente y son apropiadas para usar cables de cobre o aluminio de la capacidad en amperes del marco.

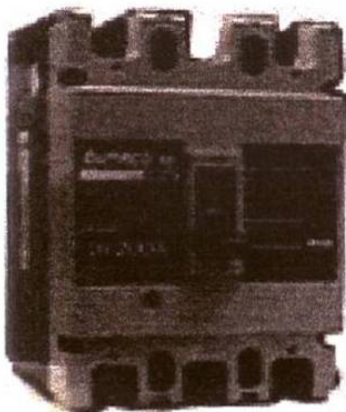
**Conexión inversa:** Los interruptores automáticos y no automáticos son adecuados para conectar la alimentación en cualquier extremo; por consiguiente, los extremos de línea y carga no se identifican

## **FOTOGRAFIA 4.5 INTERRUPTOR BIPOLAR PARA USARSE EN ALUMBRADO.**



Interruptores automáticos termomagnéticos uní, bi, tri y tetrapolares con corrientes nominales comprendidas entre 1 A y 100 A capacidad de ruptura de 3KA según IEC - 898 y 4KA según IEC - 947-2, para perfil DIN, serie SICALIMIT, con sus correspondientes accesorios.

## **FOTOGRAFIA 4.6 INTERRUPTORES PARA MOTORES Y ALUMBRADO**



Interruptores automáticos diferenciales bipolares con protección termomagnética incorporada en tamaño de 4 módulos y con corriente nominal de 25 y 40 A, con una sensibilidad de 30 mA, para perfil Din.

Interruptores automáticos termomagnéticos tripolares en caja moldeada unipalanca con corrientes nominales de 100 Amp. A 225 Amp. Con sus correspondientes accesorios.

## **4.7. – INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA**

### **Características:**

**Descripción:** Interruptores termomagnético en caja moldeada, con protección de fallas a tierra, en uno y dos polos, tensión máxima 240 volts en corriente alterna 60 Hertz 10,000 amperes RMC simétricos de capacidad interruptiva. Adicionalmente, los interruptores de un polo 15 y 20 amperes, están disponibles en 22,000 amperes RMC simétricos de capacidad interruptiva

**Aplicación:** Los interruptores termomagnéticos GFI, son usados para proporcionar protección contra sobrecorriente y protección de personal contra falla a tierra Clase A, en sistemas de 120/240 volts en corriente alterna. Los interruptores enchufables Q0Gfi, son usados en centros de carga tipo Q0, tableros de alumbrado y distribución tipo NQ0, pudiendo ser montados en tableros de distribución I-LINE. Los interruptores atomillables Q0BGFI, son usados en tableros de alumbrado y distribución tipo NQ0B pudiendo ser montados en tableros de distribución I-LINE.

**Normas de Construcción:** Los interruptores GFI están contruidos cumpliendo con los requisitos de prueba de Underwriters Laboratories. Están listados en registro ULE48340.

**Mecanismo de Operación:** Los interruptores GFI cuentan con mecanismo de disparo libre, de apertura y cierre rápidos. Una barra de disparo común asegura la apertura simultánea de todos los polos en interruptores de dos polos.

**Mecanismo de disparo:** Cada polo cuenta con una unidad de disparo permanente con elementos térmicos y magnéticos para la protección contra sobrecorrientes. Un solenoide operado por un circuito de estado sólido proporciona la protección contra falla de tierra.

#### **4.7.1. - REQUERIMIENTOS DE DISPARO PARA LA PROTECCION DE FALLA A TIERRA**

La norma UL943 requiere que un interruptor con protección de falla a tierra Clase A, dispare si este detecta una corriente de falla de 6 miliamperes o mayor. El tiempo de disparo no debe exceder los valores obtenidos por la ecuación

$$T = 20/I \text{ Exp 1.43 donde}$$

T es el tiempo en segundos e I es la corriente de falla a tierra en miliamperes. Para corrientes de falla a tierra mayores de 264 miliamperes el tiempo de disparo debe ser de .025 segundos. El interruptor no debe disparar con corrientes de falla a tierra menor de 4 miliamperes.

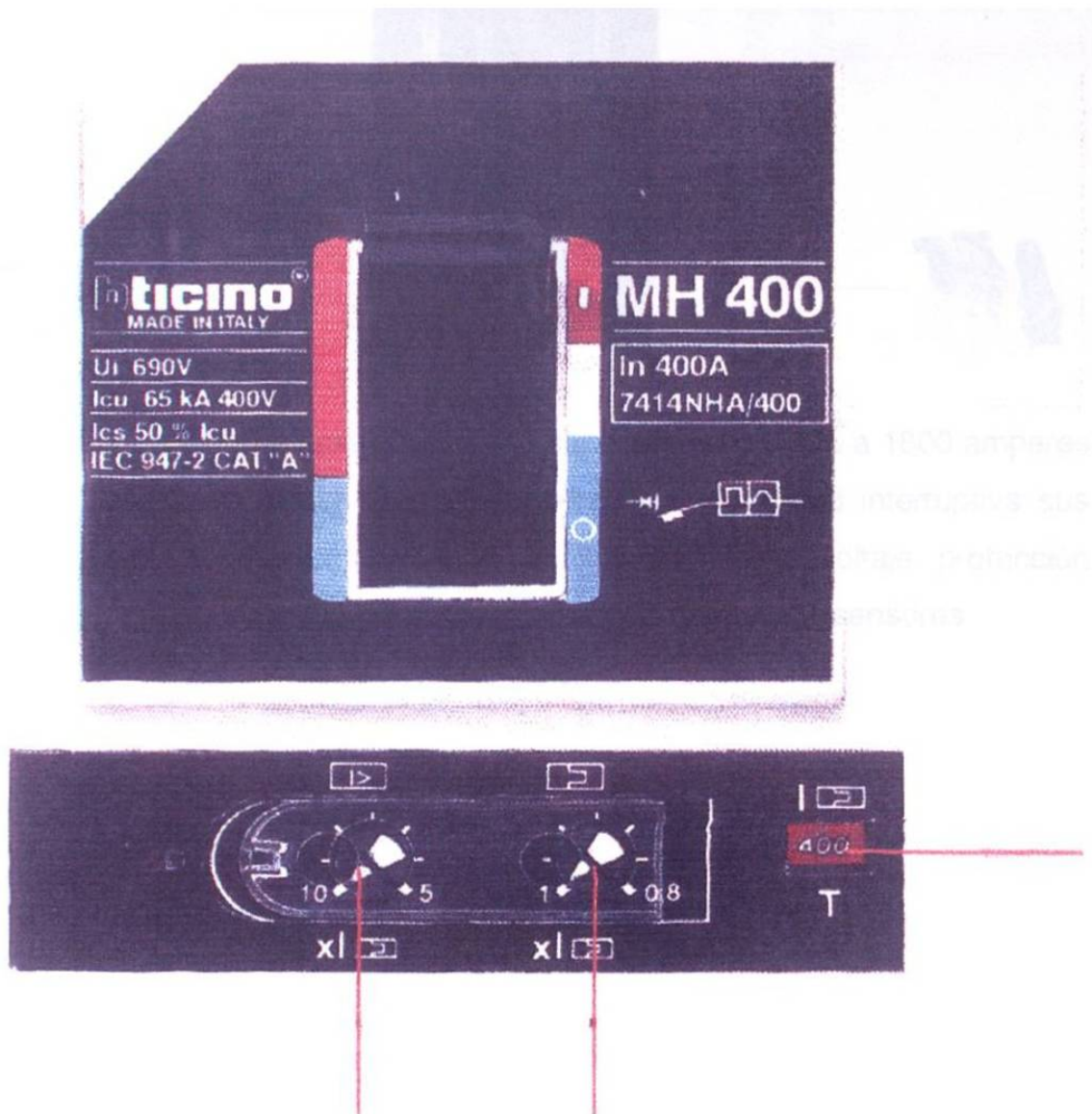
**Prueba de operación:** Uno de los requisitos de UL en el interruptor con protección de fallas a tierra Clase A, es el tener integrados medios de prueba del circuito de fallas a tierra. la corriente de falla de bajo nivel, ocasionando el disparo del mismo, esto indica una adecuada operación del interruptor GFI.

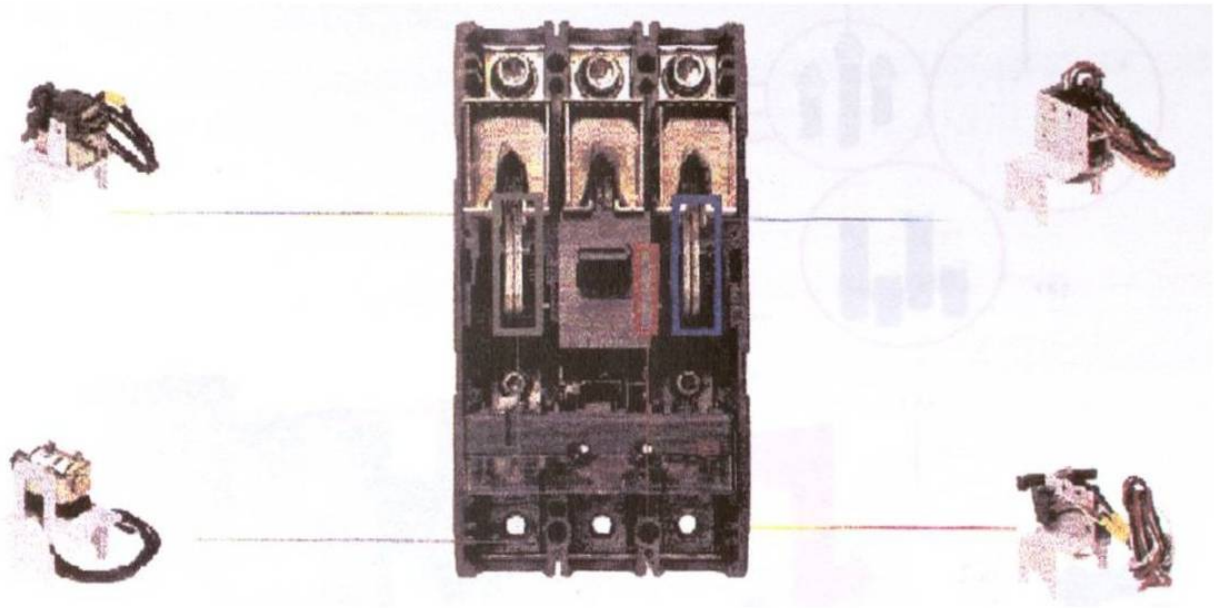
**Modulo Superior de ruido:** Los interruptores GFI cuentan con módulo de supresión de ruido en cada polo, que elimina falsos disparos o disparos dudosos que pudieran ocurrir debido a picos de tensión creados en el circuito durante la conexión-desconexión de cargas inductivas o el arqueo generado en las escobillas de motores. Este módulo también elimina falsos disparos que pudiera causar las señales de radiotransmisión en la gama de 10 a 50 megahertz

**Indicación de disparo VISI-TRIP:** Cuando ocurre un disparo por sobrecorriente o por corriente de falla a tierra la palanca asume la posición central. Una bandera de color naranja fluorescente de señalamiento se hace visible a través de un lente al frente del interruptor. La bandera de señalamiento se hace visible únicamente cuando el interruptor es disparado.



**FIGURA 4.1 INTERRUPTOR MARCA BTICINO EL CUAL OFRECE GRANDES VALORES DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA**



**FIGURA 4.2 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO VISTO POR DENTRO**

Estos tipos de interruptores cuentan de capacidades de 125 a 1800 amperes y cuentan con rango hasta 165,000 amperes en capacidad interruptiva sus accesorios son bobina bajo voltaje, bobina de sobre voltaje protección diferencial y para su aumento de carga cuenta con cambio de sensores .