

54
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"INTERRUPTORES EN BAJA TENSION"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
ROLANDO HERNANDEZ LOPEZ

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA
COASESOR. MAT. FRANCISCO JAVIER ROJAS ESPINOSA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

264760



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Interruptores en Baja Tensión"

que presenta el pasante: Rolando Hernández López
con número de cuenta: 8823408-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de mayo de 1998

PRESIDENTE

Ing. José Juan Contreras Espinosa

[Signature] 11/06/98.

VOCAL

Ing. Esteban Corona Escamilla

[Signature] 11/06/98

SECRETARIO

Ing. Casildo Rodríguez Arciniega

[Signature] 11/06/98

PRIMER SUPLENTE

Ing. Jorge de la Cruz Trejo

[Signature] 4/5/98

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. José Luz Hernández Castillo

[Signature] 8/04/98

Agradecimientos

A mis padres:

Les dedico particular y especialmente éste trabajo, gracias por su esfuerzo y dedicación, ya que ustedes se sacrificaron más que yo para verlo por fin terminado. Felicidades. Gracias.

A Dios:

Gracias. No reces pidiendo una vida fácil, pide ser una persona fuerte.

A mi Familia:

Por estar siempre pendientes y brindarme su apoyo en buenos y difíciles momentos.

A A. E. B. CH.:

Por su apoyo y confianza en el momento, hasta ahora, más difícil de mi vida.

Al Ing. José Juan Contreras Espinosa:

Por la asesorarme en la realización de este trabajo y por darme plena libertad en el contenido.

Al Mat. Francisco Javier Rojas Espinosa:

Por aceptar asesorarme en la correcta realización de este trabajo.

Al Jurado:

Por brindarme la atención que requería. Por sus consejos

A la FES-C:

Por otorgarme la oportunidad de obtener una meta más en mi vida por conocer a gente tan importante para mí. ¡Un poco lejos pero valió la pena! . Todo el mundo desea saber pero nadie quiere pagar el precio.

A mis Amigos de la FES-C:

Rubén García, Rafael Sánchez, Víctor López, Felipe Nolasco, Javier Hernández, L.Alfonso Solís, Anuar Paz,Guillermo Pelcastre, Carlos Millán, Pedro Rodríguez, Rogelio Tzitzun, Arturo Quirino, Omar, Rogelio, Claudia Hernández, Leticia Pérez, Luis Licon, Luis Bautista, Gilberto Aceves, Gustavo, Marco Antonio, Alfonso Orrego, Rómulo García, Jerónimo, Uriel , David , Jorge , Jesús Zapien , César , José C. Zavala , Antonio Brugada, Alejandro , Raúl Escamilla , Miguel A. , Fernando , Ramses , L. Alberto Romero. Por hacer que valiera la pena ir tan lejos.

A mis Amigos de Siempre:

Arturo Ayala, Juan Gabriel Hernández, Juan Carlos Fragoso. Por su amistad, siempre y en cada momento.

Rolando Hernández López

INDICE

INTRODUCCION	1
--------------------	---

CAPITULO 1 "CONCEPTOS GENERALES"

1.1 DEFINICIÓN DE INTERRUPTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSION	4
1.2 CLASIFICACION DE LOS INTERRUPTORES DE ENERGIA ELECTRICA EN BAJA TENSION	5
1.3 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DONDE SE LOCALIZAN LOS INTERRUPTORES	6
1.4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE UN INTERRUPTOR DE ENERGIA ELECTRICA	7
1.5 TIPOS DE FALLAS EN INSTALACIONES ELECTRICAS DONDE SE APLICAN LOS INTERRUPTORES COMO MEDIO DE PROTECCION	9
1.6 DESCRIPCION DE LAS APLICACIONES NEMA PARA GABINETES	11

CAPITULO 2 "INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SQUARE D"

2.1 DESCRIPCION GENERAL DE LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SD	15
2.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SD	16
2.3 TIPO DE INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SD	17
2.4 SIMBOLOS EN LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SD EN LOS DIAGRAMAS ELECTRICOS	18
2.5 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SD. SERVICIO LIGERO	20
2.6 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SD. SERVICIO PESADO	23
2.7 INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SD. DOBLE TIRO	26

2.8	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD SD. LINEA DOMESTICA	28
2.9	LOS FUSIBLES	29
2.10	CLASIFICACION DE FUSIBLES	32
2.11	APLICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES SEGÚN LA NOM 001-SEMP 1994	37

CAPITULO 3

"INTERRUPTORES MINIATURA"

3.1	DESCRIPCION GENERAL	40
3.2	EL INTERRUPTOR C60N	41
3.3	AUXILIARES ELECTRICOS DE DISPARO DEL C60N	43
3.4	SEÑALIZACION A DISTANCIA DEL C60N	45
3.5	EL INTERRUPTOR NC100H	46
3.6	AUXILIARES ELECTRICOS DE DISPARO DEL NC100H	49
3.7	SEÑALIZACION A DISTANCIA DEL NC100H	51
3.8	CURVA DE TIEMPO-CORRIENTE	53
3.9	DEGRADACION POR TEMPERATURA	54

CAPITULO 4

"INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA"

4.1	PRINCIPALES COMPONENTES Y SU OPERACION	56
4.2	SELECCIÓN, APLICACIÓN Y MANTENIMIENTO	59
4.3	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS	68
4.4	MECANISMO DE DISPARO	69
4.5	SELECCIÓN DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS	74

CAPITULO 5
"INTERRUPTORES MAG-GARD"

5.1	GENERALIDADES	76
5.2	MECANISMO DE DISPARO	78
5.3	EL MODULO LIMITADOR DE CORRIENTE	80
5.4	DISPOSITIVOS AUXILIARES	81

CAPITULO 6
"INTERRUPTOR SELECT"

6.1	GENERALIDADES	87
6.2	DESCRIPCION DEL INTERRUPTOR SELECT NMS Y HMS	88
6.3	AUXILIARES ELECTRICOS PARA EL SELECT NMS/HMS	91
6.4	UNIDADES DE CONTROL	95
6.4.1	UNIDAD DE CONTROL STR25D	96
6.4.2	UNIDAD DE CONTROL STR45S	98
6.4.3	UNIDAD DE CONTROL STR55U	101
6.5	ACCESORIOS PARA LAS UNIDADES DE CONTROL	104
6.6	VENTAJAS	108
CONCLUSIONES		111
BIBLIOGRAFIA		113

INTRODUCCION

Los dispositivos de protección protegen a los conductores y a los equipos en las instalaciones eléctricas. La regla general es que los dispositivos de protección contra sobre corriente no se pueden dimensionar de mayor tamaño o capacidad de los conductores o cargas que alimentan.

Los interruptores de baja tensión son dispositivos que llevan a cabo funciones tales como interrupción y protección de los circuitos por medio de un mecanismo que opere en forma simultánea sus contactos.

Se encuentran disponibles varios tipos: desde los de cuchillas de apertura manual con fusibles, los interruptores magnéticos donde el disparo puede ser ajustado a un valor requerido de disparo, por sobre cargas, por retraso de tiempo o instantáneo; lo cual permite la calibración del interruptor de acuerdo a los requisitos de coordinación del circuito y los termomagnéticos en caja moldeada en el cual el elemento de disparo de tiempo no puede ajustarse en el lugar de la instalación, esto para evitar que se modifique el valor de disparo; hasta los de capacidad selectiva de protección.

Los dispositivos de protección deben, en primer lugar tener la capacidad adecuada para interrumpir el circuito con seguridad bajo cualquier condición anormal, de modo que dé protección al personal al sistema eléctrico y a los equipos de utilización. En una aplicación dada pueden utilizarse satisfactoriamente un cierto número de dispositivos de protección que pueden ser diversos. La selección más acertada entre ellos puede depender de varios factores, además de su costo inicial, de manera que se satisfagan las condiciones técnico-económicas requeridas.

Cuando se seleccione un dispositivo de protección de circuitos con el propósito de instalarlo en un alimentador cuya carga puede aumentar en el futuro, es posible efectuar ahorros considerables al seleccionar inicialmente un dispositivo de protección lo suficientemente grande para manejar la carga final futura.

Otra consideración que debe hacerse cuando se requiere una gran economía y continuidad en los sistemas, es la conveniencia de aislar los circuitos unos de otros, de modo que, cuando haya una falla en uno de ellos, el servicio puede mantenerse en los alimentadores que están libres de la falla.

La selección final de los dispositivos dependerá también de sus características físicas. Para la buena selección de los dispositivos de protección deben tomarse en cuenta las consideraciones siguientes: flexibilidad, confiabilidad, robustez, mantenimiento, costo inicial, capacidad y vida útil o número de operaciones.

En la actualidad, gracias al desarrollo de la electrónica a nivel mundial, los sistemas eléctricos de protección se complementan aun más, ampliando la eficiencia y eficacia en la operación de estos para poder brindar al máximo una confiabilidad seguridad y economía necesarias para el uso correcto de los interruptores.

CAPITULO 1

"CONCEPTOS GÉNERALES"

- 1.1 Definición de interruptores de energía eléctrica en baja tensión.
- 1.2 Clasificación de los interruptores de energía eléctrica en baja tensión.
- 1.3 Clasificación de las instalaciones eléctricas donde se localizan los interruptores.
- 1.4 Aspectos a considerar en la selección de un interruptor de energía eléctrica.
- 1.5 Tipos de fallas en instalaciones eléctricas donde se aplican los interruptores como medio de protección.
- 1.6 Descripción de las aplicaciones NEMA (National Electrical Manufacturers Association) para gabinetes.

GENERALIDADES

Los equipos de control, protección y de fuerza, de energía eléctrica han venido sufriendo un cambio en su diseño y fabricación, debido a la creciente potencia instalada y a las complejas funciones que estos realizan en las instalaciones eléctricas industriales y comerciales; es aquí donde se requiere un alto nivel de seguridad, confiabilidad y eficiencia, no sólo para la protección del personal sino también para el equipo.

En estos avances tecnológicos, los interruptores de energía eléctrica no se han quedado atrás.

1.1 Definición de interruptores de energía eléctrica en baja tensión.

Antes de definir que es un interruptor de energía eléctrica en baja tensión se debe delimitar lo que se considera el nivel de baja tensión para los equipos de GROUPE SCHNEIDER.

La tensión de utilización del sistema es de 600 volts como máximo en el caso de equipos de corriente alterna y de 1000 volts como máximo en los equipos de corriente continua.

Un interruptor de energía eléctrica es un dispositivo de protección y en algunos casos también de monitoreo, el cual conduce o interrumpe una corriente eléctrica ya sea por medios automáticos o no automáticos en un tiempo predeterminado por el operador, en condiciones normales o anormales de funcionamiento del circuito; llámense condiciones anormales a las tres posibles fallas que se pueden presentar en una instalación eléctrica, y son: corto circuito, sobrecarga y falla a tierra. La operación de apertura puede realizarse por medios locales o remotos. Todo esto sin sufrir el interruptor (así como el circuito derivado) daño alguno, asegurando de esta forma el sistema eléctrico.

En lo subsecuente solo se llamara interruptor de energía eléctrica a estos equipos, a menos que se este mencionando un interruptor en particular, ya que en ese caso se le sustituirá por su nombre "genérico" - de catálogo del fabricante- para mejor referencia.

1.2 Clasificación de los interruptores de energía eléctrica en baja tensión.

Aunque los interruptores están normalizados en su diseño y fabricación, no existe una clasificación de los interruptores de energía eléctrica en baja tensión; para esta investigación se propone la siguiente, basada en la complejidad de operación y funcionamiento de los interruptores de GROUPE SCHNEIDER:

1. - Interruptores de seguridad

- a) Servicio ligero.
- b) Servicio pesado.
- c) Doble tiro.
- d) Línea doméstica.

2.- Interruptores industriales de caja moldeada.

- a) Magnéticos.
- b) Termomagnéticos.

3.- Interruptores miniatura.

4.- Interruptores automáticos.

Cabe resaltar que esta clasificación puede ser válida para otras empresas dedicadas a la manufactura de interruptores de energía eléctrica específicamente en baja tensión; en virtud de que el universo de estos dispositivos es similar a los manejados por GROUPE SCHNEIDER.

1.3 Clasificación de las instalaciones eléctricas donde se localizan los interruptores.

Una instalación eléctrica es un conjunto de conductores eléctricos, canalizaciones, dispositivos de control y PROTECCIÓN, además de accesorios necesarios para interconectar una o más fuentes de energía eléctrica, con los aparatos y/o máquinas; se clasifican, de acuerdo a la mayor o menor cantidad de carga instalada, de la siguiente manera:

- a) Instalaciones residenciales.
- b) Instalaciones comerciales.
- c) Instalaciones industriales.
- d) Instalaciones de grandes edificios. (Hospitales, hoteles, oficinas, etc.).

Existe otra clasificación de instalaciones eléctricas, esta se basa en su acabado o tipo de construcción, que a continuación se mencionan:

- a) Instalaciones visibles. Todos sus componentes se encuentran a la vista y sin protección mecánica y del medio ambiente, los conductores se fijan directamente sobre los muros; no se usan ductos.
- b) Instalaciones ocultas. Los conductores van dentro de ductos, y éstos, a su vez, están empotrados en los muros y lozas (techos o pisos), de manera que quedan totalmente protegidos de riesgos mecánicos y de las condiciones ambientales. Además este tipo de instalación ofrece una un mejor aspecto, por lo que se hace preferente para casas habitación, oficinas, edificios públicos, etc.
- c) Instalaciones industriales. Todos los conductores se alojan en ductos (abiertos o cerrados), mismos que se fijan a los muros y a las estructuras. En algunas partes de la instalación, donde es factible, los ductos se empotran en muros, columnas y lozas, por lo que recibe también el nombre de parcialmente oculta o semi-visible.

d) Instalaciones a prueba de explosión. Son instalaciones de tipo industrial, pero que deben ser totalmente herméticas, de manera que aseguren que si se produce una falla dentro de ellas, no saldrá al medio ambiente ninguna chispa o flama que pudiera provocar un incendio o una explosión.

Se utiliza en plantas de gas, gasolineras, laboratorios y, en general, en donde se tenga ambientes corrosivos, explosivos o materiales fácilmente inflamables.

e) Instalaciones temporales o provisionales. Son aquellas que se construyen para periodos cortos de tiempo de utilización, como es el caso de ferias, juegos mecánicos, exposiciones, servicios contratados para obras en proceso, etc.

En todas estas instalaciones eléctricas, los interruptores juegan un papel de gran importancia, por lo que se considera uno de los dispositivos indispensables que no deben minimizar los ingenieros dedicados a los proyectos de instalaciones eléctricas.

1.4 Aspectos a considerar en la selección de un interruptor de energía eléctrica.

Los siguientes aspectos a considerar se refieren a la relación existente en la instalación eléctrica, entre el interruptor y el personal que labora ahí; no así, los factores que afectan, en forma particular al momento de instalarlos, en el funcionamiento de cada uno de los interruptores. Esto se describirá con mas detalle en capítulos posteriores.

Independientemente, si el interruptor es colocado en una instalación residencial, comercial, industrial o de grandes edificios, se deben considerar los siguientes factores:

a) Seguridad. Una instalación modelo comienza por sus equipos de seguridad. Este es uno de los principales factores que deben considerar los proyectistas, debido a que se corre el riesgo de sufrir grandes daños, en el personal y/o el equipo instalado, debido a fallas humanas o del propio equipo. Los interruptores de energía eléctrica son parte de este

requerimiento de seguridad; por eso, se debe realizar un estudio de la corriente de corto circuito así como de la carga instalada, estos estudios nos darán los parámetros para la mejor opción a elegir entre los diversos tipos de interruptores. Además se deben acatar las normas oficiales como la NOM-001 relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, que rige desde el año 1996 para toda persona dedicada a los proyectos de instalaciones eléctricas.

El correcto apego a estas normas de seguridad darán como resultado que los interruptores cumplan su principal objetivo, el de protección, evitando pérdidas tanto humanas como materiales.

Asimismo el respeto de estas normas, por parte del fabricante, despejan la duda acerca de alguna falla en el interruptor.

b) Confiabilidad. Para los proyectistas de instalaciones eléctricas la palabra confiabilidad está muy presente a la hora de instalar un interruptor.

Este término es cualitativo. Cuantitativamente se puede expresar como la probabilidad de falla del dispositivo; para medir este parámetro se realizan en la planta de manufactura pruebas eléctricas y mecánicas junto con métodos probabilísticos y estadísticos tales como: teoría de muestreo, teoría de la estimación, teoría de pequeñas muestras, etc. Todos estos estudios se realizan en los centros de manufactura bajo estricto control de calidad. Estos estudios vienen indicados en los manuales del fabricante, las normas a las que se apega el dispositivo, ya sean las nacionales y algunas extranjeras. El equipo tiene mayor confiabilidad si las normas que se cubren son, en un número mayor, extranjeras (EU y Japón), ya que son aun más estrictas en su control de calidad.

c) Economía. Así mismo se realizan estudios en las instalaciones eléctricas para justificar el tipo de interruptor que se requiere, también se deben realizar estudios de

costos en general, y en particular las llamadas cotizaciones de este equipo, lo que se debe realizar sin llegar a gastos superfluos, pero sin caer en economías falsas.

1.5 Tipos de fallas en instalaciones eléctricas donde se aplican los interruptores como elementos de protección.

Los interruptores se aplican para proteger de fallas en las instalaciones eléctricas; estas son: corto circuito y sobrecarga. A continuación se analiza cada una de estas:

a) Corto circuito. Un corto circuito se refiere a que la corriente que circula en un circuito se encuentra fuera del rango nominal, o sea, puede estar por arriba del valor de la corriente nominal (por norma, la corriente que sea seis veces mayor que la nominal se considera como corriente de corto circuito) o, puede darse el caso de corrientes por debajo de esta corriente nominal que se considera también como corto circuito.

Las fallas que producen corto circuitos se mencionan a continuación, el orden en que se enumeran es el de menor a mayor probabilidad de ocurrencia, los sistemas son trifásicos y en instalaciones de gran potencia.

1. Falla trifásica sólida. La falla trifásica sólida se presenta cuando las tres fases (conductores) se unen física y simultáneamente con un valor cero de impedancia entre ellas, como si se soldaran. El cálculo de corriente de corto circuito en esta falla es de suma importancia ya que es donde se alcanzan los valores más grandes de corriente, por esta razón se considera fundamental su cálculo para instalaciones industriales y comerciales para la adecuada elección de la capacidad interruptiva del desconector o interruptor. Esta falla es muy poco probable que se produzca por parte del equipo instalado, pues suele presentarse por negligencia del personal que ahí labora.

2. Falla de fase a fase sólida. La falla de fase a fase es de poca importancia en el cálculo, pues no representa el valor máximo de salida de la corriente de corto circuito, de hecho se

hace la aproximación de esta, ya que es alrededor del 87% de la falla trifásica sólida. Se presenta cuando solo dos fases se unen entre sí.

3. Falla de fase a tierra sólida. En sistemas con el neutro sólidamente conectado a tierra la falla de fase a tierra es por lo general, igual o ligeramente menor que la falla sólida trifásica, excepto cuando se conectan los neutros a tierra a través de un valor elevado de impedancia en el que el valor de la corriente es significativamente menor.

El cálculo de la falla de fase a tierra, es necesario en las instalaciones comerciales e industriales que tienen el neutro sólidamente aterrizado en el lado de bajo voltaje. Para el cálculo de la falla de fase a tierra, se requiere del uso de técnicas por componentes simétricas.

Los cortos circuitos son por lo general el resultado de una ruptura dieléctrica del aislamiento, ya sea este hule, madera, cinta de lino barnizada o bien una distancia en el aire.

El corto circuito tiene, por lo general, tres efectos:

Arco Eléctrico: Este es similar al que se presenta cuando se usa soldadura eléctrica, ya que es un arco muy brillante y caliente y se puede presentar en un rango de corriente que va desde unos cuantos hasta miles de amperes. El efecto de la falla es muy dramático, ya que el arco quema prácticamente todo lo que se encuentre en su trayectoria.

Calentamiento: Cuando un corto circuito tiene una gran magnitud de corriente, causa severos efectos de sobrecalentamiento, por ejemplo una corriente de falla de 15 Kiloamperes en un conductor de cobre calibre #6 AWG produce una elevación de temperatura de 205°C en menos de un ciclo de duración de la falla, estas temperaturas podrían iniciar el fuego en algunos materiales vecinos.

Esfuerzos Magnéticos: Debido a que un campo magnético se forma alrededor de cualquier conductor cuando circula por él una corriente, se puede deducir fácilmente

que cuando circula una corriente de corto circuito de miles de amperes el campo magnético se incrementa muchas veces y los esfuerzos magnéticos producidos son significativamente mayores.

b) Sobrecarga. Es el funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal, o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daño o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un corto circuito o una falla a tierra, no es una sobre carga.

1.6 Descripción de las aplicaciones NEMA para gabinetes.

La NEMA (National Electrical Manufacturers Association) da a conocer los tipos de gabinetes y sus aplicaciones para diferentes agentes naturales y no naturales, así como para servicio interior o exterior.

NEMA 1. Usos Generales.

Servicios generales, condiciones atmosféricas normales, construido de lamina metálica.

NEMA 2. A Prueba de Goteo.

Servicio interior, ofrece protección contra líquidos corrosivos, las entradas de conduit (tubería) requieren de conectores especiales tipo glándula.

NEMA 3. Servicio Intemperie.

Servicio exterior, protección contra aire húmedo y polvo, resistente a la corrosión.

NEMA 3R. A Prueba de Lluvia.

Servicio exterior a prueba de lluvia, resistente a la corrosión, requiere de conectores especiales tipo glándula.

NEMA 4. A Prueba de Agua y Polvo.

Servicio exterior, a prueba de salpicaduras de agua y chorro directo, construcción de lámina metálica o gabinete fundido, soportes exteriores de montaje.

NEMA 5. A Prueba de Polvo.

Servicio interior, protección hermética contra polvo.

NEMA 7. A Prueba de Gases Explosivos.

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas por gases explosivos, gabinete fundido atornillable o roscado, requiere de conectores especiales, soportes especiales de montaje.

NEMA 9. A Prueba de Polvos Explosivos.

Servicio interior o exterior en atmósferas peligrosas, evita la entrada de polvos explosivos.

NEMA 12. Servicio Industrial.

Servicio interior, protección contra polvos, pelusas, fibras, goteos, salpicaduras, insectos, aceite, líquidos refrigerantes, requiere de conectores de sello, soportes exteriores de montaje.

NEMA 13. Servicio Industrial.

Hermético al aceite y al polvo. Servicio interior, protección contra polvos, líquidos refrigerantes y aceites.

CAPITULO 2

"INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SQUARE D"

- 2.1 Descripción general de los interruptores de seguridad SD.
- 2.2 Funcionamiento general de los interruptores de seguridad SD.
- 2.3 Tipos de interruptores de seguridad SD.
- 2.4 Símbolos de los interruptores de seguridad SD en los diagramas eléctricos.
- 2.5 Interruptor de seguridad SD. Servicio ligero.
- 2.6 Interruptor de seguridad SD. Servicio pesado.
- 2.7 Interruptor de seguridad SD. Doble tiro.
- 2.8 Interruptor de seguridad SD. Línea doméstica.
- 2.9 Los fusibles.
- 2.10 Clasificación de fusibles.
- 2.11 Aplicación de los interruptores según la NOM 001-SEMP 1994.

GENERALIDADES

Con la irrupción, hacia finales del siglo XIX, de los primeros sistemas eléctricos, empezaba una etapa apenas insospechable del desarrollo de la energía eléctrica. El descubrimiento del transformador permitió, alrededor de 1885, vislumbrar la posibilidad de expansión a grandes áreas geográficas de transporte y distribución de la energía eléctrica.

El crecimiento de los sistemas eléctricos fue generando unas necesidades auxiliares, entre las cuales se incluyen los sistemas de protección.

Estos sistemas de protección han ido perfeccionándose hasta hoy día de acuerdo a las necesidades del usuario así como a las capacidades de interrupción de corriente. Los interruptores que se mencionarán a continuación son ampliamente utilizados en diversos campos y son complementados por elementos fusibles que fueron los primeros métodos de interrupción usados.

2.1 Descripción general de los interruptores de seguridad SD.

Los interruptores de seguridad de la marca Square D, son gabinetes de lámina metálica, en la parte frontal se tiene una puerta - para poder remover los fusibles del interior -, en la parte derecha se localiza la palanca de operación donde lleva acoplados 2 o 3 discos tangenciales, dependiendo del número de polos, para abrir o cerrar el circuito cuando es accionada la palanca. En el interior, la base es de material aislante: fibra de vidrio o Nyloplc, esta sujeta al gabinete con tornillos; en los aislantes van montados, los porta fusibles y las zapatas, que son removidas por el frente, para la conexión de los conductores de cobre o aluminio dependiendo la operación y conducción de corriente. En la parte superior (en algunos casos en las partes laterales), los gabinetes están provistos con capuchón removible, para la introducción de conductores en el interior. Para evitar accidentes, este dispositivo cuenta con una ceja con ojo, en el cual se inserta un

candado, para evitar así la apertura de la puerta cuando el interruptor está en funcionamiento.

2.2 Funcionamiento general de los interruptores de seguridad SD.

Los interruptores de seguridad tienen un funcionamiento muy sencillo. Se puede dividir en dos partes: primero, el funcionamiento de los desconectores del tipo cuchillas o navajas y segundo, el funcionamiento de los fusibles.

Los desconectores del tipo cuchillas, operan cuando se manipula la palanca del interruptor en las posiciones ON-OFF, provocando la apertura o cierre de los circuitos, las cuchillas de cerrar deben tener un buen contacto con las grapas de presión, esto para eliminar falsos contactos que provocarían calentamientos, lo que ocasionaría disparos de los fusibles, estas navajas también deben tener un buen sistema de apertura, por lo que el perno de las cuchillas se ajusta para que estas no estén muy apretadas o muy flojas.

Las normas técnicas para instalaciones eléctricas, establecen que las navajas del desconector estén colocadas o montadas de tal forma que cuando se abra, tiendan a caer por gravedad como se muestra en la figura 2.1.

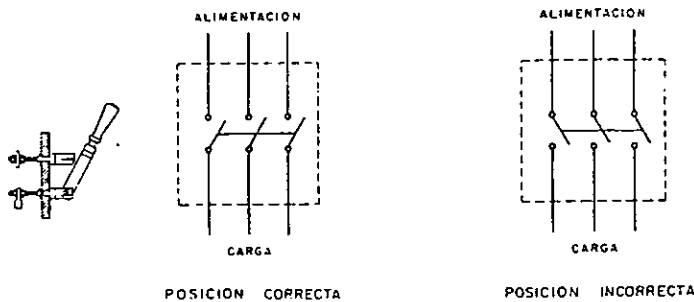


Fig. 2.1 Posición correcta e incorrecta del desconector.

La altura con respecto al nivel del suelo a que se debe montar la caja que contiene el desconectador no debe ser inferior a 1.80m.

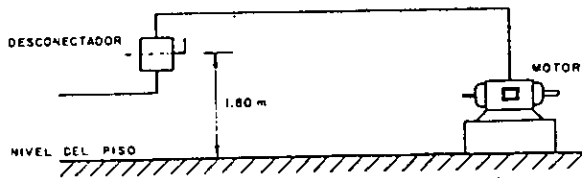


Fig. 2.2 Altura mínima para el desconectador.

En lo que respecta a los fusibles, estos actúan solo cuando los desconectores están en la posición de cerrado (ON), pueden funcionar en un tiempo indeterminado cuando circula por el una corriente nominal. Pero cuando ocurre una sobre corriente o sobre carga, el elemento de protección, el cual esta constituido de un alambre o cinta de aleación de plomo y estaño, se funde, por el nivel bajo de fusión con el que se elabora; esto para interrumpir el circuito, aquí también se presenta un calentamiento por falsos contactos en los clips porta fusibles, el que puede ocasionar un disparo de fusibles; estos fusibles pueden ser renovados cuantas veces sean necesarias. Mas adelante se tratara ampliamente de estos fusibles en lo que respecta a la capacidad de corriente y al tipo de utilización.

2.3 Tipos de interruptores de seguridad SD.

Existen cuatro tipos de interruptores de seguridad Square D:

1. Servicio ligero.
2. Servicio pesado.
3. Doble tiro.
4. Línea doméstica.

Más adelante se desarrollaran las características mas importantes de cada uno de estos dispositivos.

2.4 Símbolos de los interruptores de seguridad SD en los diagramas eléctricos.

Es importante conocer el símbolo eléctrico de los interruptores de seguridad, esto para el diseño, modificación, ampliación o, simplemente para su rápida localización en los diagramas unifilares.

En la figura 2.3 se muestran los diferentes tipos de símbolos eléctricos utilizados en los diagramas unifilares.

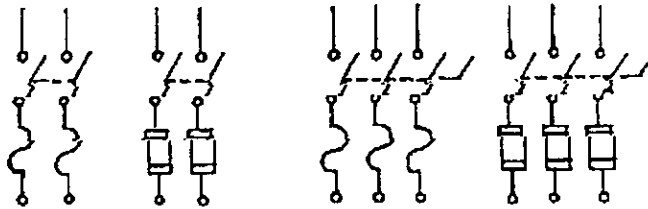


Fig. 2.3 Símbolos de los interruptores de dos y tres polos

En las figuras anteriores se muestran los desconectores, mejor conocidos como cuchillas, junto con el dispositivo de protección de sobre corriente y contra corto circuito. El fusible, que se puede indicar en los diagramas de dos formas diferentes; además, se indica solamente para los interruptores de tres polos la palanca de apertura y cierre (OFF-ON), las líneas punteadas indican que las cuchillas realizan estas dos operaciones simultáneamente.

Los interruptores de seguridad SD pueden tener una pequeña variación en los diagramas eléctricos, esto solamente en los diagramas de selección y muy raramente en los diagramas eléctricos

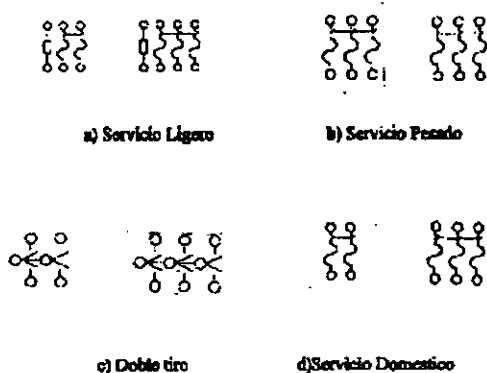


Fig. 2.4 Símbolos de los interruptores de seguridad SD en los manuales de selección.

En el diagrama a) del interruptor de tipo ligero, viene colocada una resistencia al lado izquierdo de los desconectores y fusibles, esto indica que este tipo de interruptor es utilizado solamente donde predominan cargas resistivas.

El diagrama b) se refiere al interruptor de tipo pesado y solo se puede encontrar en tres polos en diagramas eléctricos, donde la carga instalada sea muy grande, además de requerirse de una capacidad interruptiva alta; aunque este diagrama es similar al del servicio doméstico d), éste último sólo se encontrará en diagramas eléctricos de casas habitación. Por lo tanto, será fácil reconocer que interruptor se trata en cada caso.

El diagrama c), representa al interruptor doble tiro, que sirve sólo para la transferencia de carga si se desea, puesto que puede llevar fusibles, el diagrama c) muestra un interruptor doble tiro sin porta fusibles, aquí se pueden notar las cuchillas y sus posiciones con líneas punteadas.

A continuación se describirán cada uno de estos dispositivos y sus características, tales como: nivel de voltaje de utilización, corriente nominal, capacidad interruptiva, tipo de fusibles que utilizan. así como sus dimensiones y el tipo de gabinete.

2.5 Interruptor de seguridad SD. Servicio ligero.

A este interruptor se le denomina ligero, debido a que se instala en residencias y pequeños comercios, en donde la carga no es muy grande; está diseñado con un mecanismo de acción rápida, base de material aislante, posibilidad de multicandados para bloqueo "fuera" que evita ser cerrado por error, además de clip portafusible reforzado.



Fig. 2.5 Interruptor de seguridad SD para servicio ligero.

La clase de éste interruptor de seguridad Square D, para servicio ligero es la denominada 3130, con un voltaje de funcionamiento de 240 VCA máximo para dos y tres polos; fabricados para una corriente nominal de 30 y 60 amperes, para dos polos. Para tres polos las corrientes nominales son de 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes; tanto para dos y tres polos con porta fusibles, ambos tipos con una capacidad interruptiva de 10000 amperes simétricos rms (root mean square), para fusible tipo H y de 100000 amperes simétricos rms para fusibles tipo R y T. El gabinete es del tipo NEMA 1 para servicio interiores y tipo 3R a prueba de lluvia. Estos interruptores se apegan a las normas UL98, NEMA KS1-1990 y NMX-J-162, esta última es norma oficial mexicana.

Estos dispositivos tienen un kit para instalación de tierra, en la tabla 2.1 se muestran los calibres de los conductores para las diferentes graduaciones de corrientes nominales.

KIT PARA INSTALACIÓN DE TIERRA		
Amperes	No. Catálogo	Calibre Conductor
30 60	PK3GTA-1	2-#12 Cu/#10 Al AWG Mx. o 1-#4 AWG Mx. AlCu
100 200	PK0GTA-2	2-#2/0 AWG Mx. AlCu
400 600	Requiere (2) PK0GTA-2	2-#2/0 AWG Mx. AlCu

Tabla 2.1 Kit para instalación de tierra.

Las zapatas terminales de estos interruptores pueden recibir diferentes calibres de conductores, para las distintas corrientes nominales, estos conductores pueden ser de aluminio o cobre como se dan a conocer en la tabla 2.2. La elección se realiza por medio de cálculos tales como: límite de tensión de aplicación, capacidad de conducción de corriente (ampacidad) y máxima caída de voltaje permisible de acuerdo con el calibre del conductor, estos cálculos se pueden consultar en cualquier texto de instalaciones eléctricas industriales.

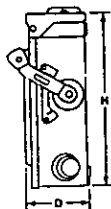
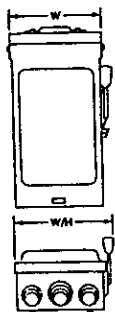
Amperes	Conductores por Fase	Calibre Conductor
30	1	#12-6AWG (Al) o #14-6 AWG (Cu)
60	1	#12-2AWG (Al) o #14-2 AWG (Cu)
100	1	#12-1/0 AWG (Al) o #14-1/0 AWG (Cu)
200	1	#4 AWG - 300 kcmil (AlCu)
400	2	(1) #1 AWG - 600 kcmil (AlCu) o (2) #1/0 AWG - 250 kcmil (AlCu)
600	2	#4 AWG - 600 kcmil (AlCu)
800	3	#3/0 AWC - 500 kcmil (AlCu)

Tabla 2.2 Calibre de conductor en las zapatas terminales.

La tabla 2.3 muestra las dimensiones aproximadas de los interruptores de seguridad SD servicio ligero, en donde:

- H (High) Altura de la caja.
- W (Wide) Ancho de la caja sin tomar en cuenta la trayectoria de la palanca
- D (Density) Espesor de la caja.
- W/H Ancho de la caja mas el espacio la trayectoria de la palanca

Esta tabla muestra también las dimensiones aproximadas en milímetros y pulgadas del gabinete de los interruptores de servicio ligero, el primer número, de izquierda a derecha de la columna "número de catálogo", indica el número de polos del interruptor.



(mm-pulg.)

No. Catálogo	H	W	W/H	D
D222N	234.9 - 9 ^{1/4} in	171.4 - 6 ^{3/4} in	184.1 - 7 ^{1/4} in	92.0 - 3 ^{1/2} in
D221NRB	244.4 - 9 ^{5/8} in	184.1 - 7 ^{1/4} in	196.8 - 7 ^{7/8} in	95.2 - 3 ^{3/4} in
D222N	361.9 - 14 ^{1/4} in	165.1 - 6 ^{1/2} in	187.3 - 7 ^{3/8} in	117.4 - 4 ^{5/8} in
D222NRB	387.3 - 15 ^{1/4} in	117.8 - 7 in	190.5 - 7 ^{1/2} in	123.8 - 4 ^{7/8} in
D321N	234.9 - 9 ^{1/4} in	171.4 - 6 ^{3/4} in	184.1 - 7 ^{1/4} in	92.0 - 3 ^{1/2} in
D321NRB	244.4 - 9 ^{5/8} in	184.1 - 7 ^{1/4} in	196.8 - 7 ^{7/8} in	95.2 - 3 ^{3/4} in
D322N	361.9 - 14 ^{1/4} in	165.1 - 6 ^{1/2} in	187.3 - 7 ^{3/8} in	117.4 - 4 ^{5/8} in
D322NRB	387.3 - 15 ^{1/4} in	117.8 - 7 in	190.5 - 7 ^{1/2} in	123.8 - 4 ^{7/8} in
D323N	444.5 - 17 ^{1/2} in	234.9 - 9 ^{1/4} in	254.0 - 10 in	146.0 - 5 ^{3/4} in
D323NRB	444.5 - 17 ^{1/2} in	247.6 - 9 ^{3/4} in	273.0 - 10 ^{3/4} in	152.4 - 6 in
D324N	711.2 - 28 in	336.5 - 13 ^{1/4} in	384.1 - 15 ^{1/8} in	142.8 - 5 ^{5/8} in
D324NRB	717.5 - 28 ^{1/2} in	539.7 - 13 ^{3/4} in	390.5 - 15 ^{1/2} in	142.8 - 5 ^{5/8} in
D325N	781.0 - 30 ^{3/4} in	517.5 - 20 ^{3/8} in	546.1 - 21 ^{1/2} in	257.1 - 10 ^{1/4} in
D325NR	777.8 - 30 ^{3/4} in	542.9 - 21 ^{3/8} in	565.1 - 22 ^{1/4} in	257.1 - 10 ^{1/4} in
D326N	1247.7 - 49 ^{1/4} in	609.8 - 24 in	631.8 - 24 ^{7/8} in	225.4 - 8 ^{7/8} in
D 326NR	1247.7 - 49 ^{1/4} in	628.6 - 24 ^{3/4} in	638.1 - 25 ^{1/8} in	225.4 - 8 ^{7/8} in

Tabla 2.3 Dimensiones aproximadas de los interruptores de servicio ligero.

Los gabinetes con sufijo RB, están provistos de capuchón removible en la cabecera superior, para poder instalar el conector a prueba de lluvia del tipo y tamaño requerido, como se muestra a continuación:

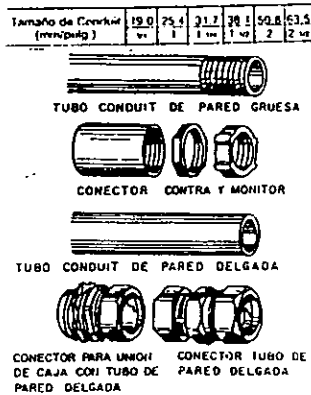


Figura 2.6 Tipos de conectores.

2.6 Interruptor de seguridad SD. Servicio pesado.

La designación pesado se refiere a que este interruptor maneja una carga considerable y tiene aplicaciones en comercios e industria, en adición a lo indicado para servicio ligero: rojo y negro en la palanca de operación para indicación de posición, zapatas terminales removibles por el frente y discos tangenciales removibles.



Fig. 2.7 Interruptor de seguridad SD. Servicio pesado.

La clase de este interruptor de seguridad Square D, para servicio pesado es la denominada 3110 con un voltaje de operación de 240 o de 600 VCA, ambos con 600, 800 o 1200 amperes de capacidad de conducción de corriente, con porta fusibles con capacidad interruptiva de 10000 amperes simétricos rms con fusible clase H, y de 20000 amperes simétricos rms con fusible clase R, J y L.

Los gabinetes son del tipo NEMA 1 interior, NEMA 3R a prueba de lluvia, NEMA 12K con discos removibles y NEMA 12 y 3R sin discos. Estos interruptores se apegan a las mismas normas que los del servicio ligero.

Al igual que el interruptor de servicio ligero, este también tiene un kit de tierra y otro para ensamble de neutro sólido. Las tablas 2.4 y 2.5 muestran el calibre y el tipo del conductor para las diferentes corrientes nominales.

El primer kit se instala al sistema de tierras de la propia instalación y el segundo kit se conecta directamente al neutro de la compañía suministradora de energía.

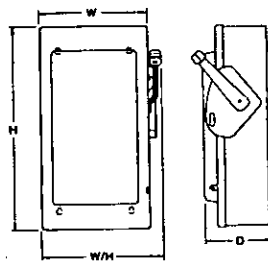
Amperes	No. Catálogo	Datos
30 60	PKSGTA-1	2-#8 AWG Máx. AlCu y 1-#4 AWG Máx. AlCu
100 200	PKDGT-A-2	2-#2# AWG Máx. AlCu
400 600	PKDGT-A-2 (Requiere Z)	2-#2# AWG Máx. AlCu
800	PKDGT-A-7	6-350 kcmil Máx. AlCu
1200	PKDGT-A-8	8-350 kcmil Máx. AlCu

Tabla 2.4 Kit de tierra.

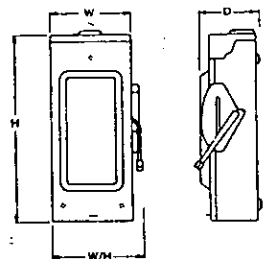
Amperes	No. Catálogo	Datos
30 y 60	H80SN	2-#2 AWG Máx. AlCu 1-#2 AWG Máx. AlCu
100	H100SN	2-#1# AWG Máx. AlCu 1-#2 AWG Máx. AlCu
200	H200SN	2-300 kcmil Máx. AlCu 1-#2# AWG Máx. AlCu
400 y 600	H800SN	4-750 kcmil Máx. AlCu 1-300 kcmil Máx. AlCu
800	H800SN5	6-750 kcmil Máx. AlCu 1-250 kcmil Máx. AlCu
1200	H1200SN5	8-750 kcmil Máx. AlCu 1-250 kcmil Máx. AlCu

Tabla 2.5 Kit para ensamble de neutro sólido.

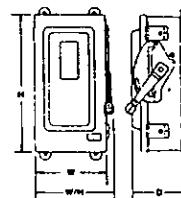
No. Catálogo	Dimensiones Aproximadas (mm-pulg.)			
	H	W	WH	D
H321N	361.9 - 14 1/4	165.1 - 6 1/2	187.3 - 7 3/8	117.4 - 4 5/8
H321NRB	387.3 - 15 1/4	177.8 - 7	190.5 - 7 1/2	123.8 - 4 7/8
H322N	415.9 - 16 3/8	200.0 - 7 7/8	215.9 - 8 1/2	149.2 - 5 7/8
H322NRB	463.5 - 18 1/4	212.7 - 8 3/8	222.2 - 8 3/4	133.3 - 5 1/4
H323N	555.6 - 21 7/8	260.3 - 10 1/4	292.1 - 11 1/2	158.7 - 6 1/4
H323NRB	561.9 - 22 1/8	273.0 - 10 3/4	295.2 - 11 5/8	168.2 - 6 5/8
H324N	695.3 - 27 3/8	327.0 - 12 7/8	365.1 - 14 3/8	190.5 - 7 1/2
H324NRB	695.3 - 27 3/8	333.3 - 13 1/8	374.6 - 14 3/4	196.8 - 7 3/4
H325	1276.3 - 50 1/4	701.6 - 27 5/8	701.6 - 27 5/8	257.1 - 10 1/8
H325R	1276.3 - 50 1/4	708.0 - 27 7/8	708.0 - 27 7/8	257.1 - 10 1/8
H326	1276.3 - 50 1/4	701.6 - 27 5/8	701.6 - 27 5/8	257.1 - 10 1/8
H326R	1276.3 - 50 1/4	708.0 - 27 7/8	708.0 - 27 7/8	257.1 - 10 1/8
H327	1752.6 - 69	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H327R	1755.7 - 69 1/8	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H328	1752.6 - 69	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H328R	1755.7 - 69 1/8	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H361	361.9 - 14 1/4	165.1 - 6 1/2	187.3 - 7 3/8	117.4 - 4 5/8
H361 RB	387.3 - 15 1/4	177.8 - 7	190.5 - 7 1/2	123.8 - 4 7/8
H362	415.9 - 16 3/8	200.0 - 7 7/8	215.9 - 8 1/2	149.2 - 5 7/8
H362 RB	463.5 - 18 1/4	212.7 - 8 3/8	222.2 - 8 3/4	133.3 - 5 1/4
H363	555.6 - 21 7/8	260.3 - 10 1/4	292.1 - 11 1/2	158.7 - 6 1/4
H363 RB	561.9 - 22 1/8	273.0 - 10 3/4	295.2 - 11 5/8	168.2 - 6 5/8
H364	695.3 - 27 3/8	327.0 - 12 7/8	365.1 - 14 3/8	190.5 - 7 1/2
H364RB	695.3 - 27 3/8	333.3 - 13 1/8	374.6 - 14 3/4	196.8 - 7 3/4
H365	1276.3 - 50 1/4	701.6 - 27 5/8	701.6 - 27 5/8	257.1 - 10 1/8
H365R	1276.3 - 50 1/4	708.0 - 27 7/8	708.0 - 27 7/8	257.1 - 10 1/8
H366	1276.3 - 50 1/4	701.6 - 27 5/8	701.6 - 27 5/8	257.1 - 10 1/8
H366R	1276.3 - 50 1/4	708.0 - 27 7/8	708.0 - 27 7/8	257.1 - 10 1/8
H367	1752.6 - 69	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H367R	1755.7 - 69 1/8	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H368	1752.6 - 69	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H367NR, R	1755.7 - 69 1/8	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H368R	1755.7 - 69 1/8	787.4 - 31	787.4 - 31	406.4 - 16
H321A	374.6 - 14 3/4	171.4 - 6 3/4	193.6 - 7 5/8	130.1 - 5 1/8
H322A	422.2 - 16 5/8	206.3 - 8 1/8	228.6 - 9	155.5 - 6 1/8
H323A	523.8 - 20 5/8	263.5 - 10 3/8	292.1 - 11 1/2	165.1 - 6 1/2
H324A	701.6 - 27 5/8	333.3 - 13 1/8	358.7 - 14 1/4	203.2 - 8
H325AWK	1171.5 - 46 1/4	663.5 - 26 1/8	663.5 - 26 1/8	247.6 - 9 3/4
H326AWK	1171.5 - 46 1/4	663.5 - 26 1/8	663.5 - 26 1/8	247.6 - 9 3/4
H361DS, A	374.6 - 14 3/4	171.4 - 6 3/4	193.6 - 7 5/8	130.1 - 5 1/8
H362DS, A	422.2 - 16 5/8	206.3 - 8 1/8	228.6 - 9	155.5 - 6 1/8
H363A, DS	523.8 - 20 5/8	263.5 - 10 3/8	292.1 - 11 1/2	165.1 - 6 1/2
H364A, DS	701.6 - 27 5/8	333.3 - 13 1/8	358.7 - 14 1/4	203.2 - 8
H365AWK, DS	1171.5 - 46 1/4	663.5 - 26 1/8	663.5 - 26 1/8	247.6 - 9 3/4
H366AWK, DS	1171.5 - 46 1/4	663.5 - 26 1/8	663.5 - 26 1/8	247.6 - 9 3/4



NEMA Tipo 1



NEMA Tipo 3R



NEMA Tipo 12, 12K

Tabla 2.6 Dimensiones del interruptor Servicio Pesado

2.7 Interruptores de seguridad SD. Doble tiro.

Este interruptor es aplicable para la transferencia manual de carga de una fuente de energía a otra. Es decir, dentro de la caja metálica existen las bases para la conexión de dos circuitos, estas bases pueden tener o no, porta fusibles - dependiendo la aplicación del interruptor -; al manipular la palanca, uno de estos circuitos es desconectado mientras que al mismo tiempo se conecta el segundo circuito.

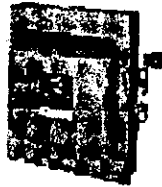


Fig. 2.7 Interruptor SD Doble Tiro.

El interruptor tiene un mecanismo de acción rápida y mecanismo de candado en las posiciones central "fuera" y extremo "dentro", su operación es suave de apertura como de cierre además de bases de material aislante. Estos son utilizados en residencias y comercios con carga ligera.

La tensión nominal es de 240 VCA para 2 polos y 600 VCA para 3 polos, los dos sin porta fusibles; las capacidades de corriente nominal van de 30 y 60 amperes el de dos polos, y de 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes para los de tres polos. Todos estos interruptores en gabinete NEMA tipo 1 usos generales. La clase de este interruptor para el fabricante es la 3140.

Existe una línea de interruptores doble tiro con capacidad interruptiva, o sea, con fusible; esta línea es la 82000 y 92000 NEMA tipo 1. En la tabla 2.7 se muestra tanto la figura de este tipo de interruptores así como su voltaje nominal, tipo de fusible que utiliza y la capacidad interruptiva en la última columna.

Estos interruptores cumplen las normas UL98 y NMX-J-162.



Interruptor Tipo	Vca	Fusible Tipo	A C I
Linea 82,000	240 V	H	10,000
		K	10,000
		R	100,000
		J	100,000
Linea 82,000	600 V	H	10,000
		K	10,000
Linea 92,000	240 V	H	10,000
	600 V	K	10,000

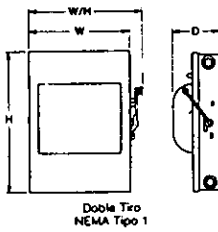
Tabla 2.7 Capacidad interruptiva. Línea 82 000 y 92 000.

Estos interruptores tienen un kit de conexión a tierra para ser instalado en campo con capacidades de 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes. El tipo de zapatas se muestran a continuación junto con el número de conductores por fase, calibre y tipo de conductor.

Amperes	Conductores por Fase	Calibre Conductor
30	1	#12-2 AWG (Al) ó #14-2 AWG (Cu)
60	1	#12-2 AWG (Al) ó #14-2 AWG (Cu)
100	1	#12-1/0 AWG (Al) ó #14-1/0 AWG (Cu)
200	1	#6 AWG -350 kcmil (Al/Cu)
400	2	#4 AWG -350 kcmil (Al/Cu)
600	2	#4 AWG -600 kcmil (Al/Cu)

Tabla 2.8 Datos de zapatas

La siguiente tabla se refiere a las medidas que tienen las diferentes cajas metálicas, donde las dimensiones son las mismas manejadas por los otros interruptores de seguridad; es de resaltar que en la columna "No. de Catálogo" los primeros dos números indican la línea 82000 o 92000 y el tercer número indica el número de polos.



(mm - pulg.)

No. Catálogo	H	W	WH	D
82252	365.1 - 14 in	284.1 - 11 3/16 in	366.7 - 14 3/8 in	177.8 - 7
82342	365.1 - 14 in	377.8 - 14 7/8 in	469.9 - 18 1/2 in	177.8 - 7
82343	495.3 - 19 1/2 in	390.5 - 15 3/8 in	485.7 - 19 1/2 in	219.0 - 8 5/8 in
82344	784.2 - 30 7/8 in	508.0 - 20 in	696.4 - 23 1/2 in	298.4 - 11 3/4 in
92251	285.7 - 11 1/4 in	260.3 - 10 1/4 in	358.7 - 14 1/8 in	152.4 - 6
92345	800.1 - 31 1/2 in	746.1 - 29 3/8 in	828.6 - 32 5/8 in	358.7 - 14 1/8 in
92346	1346.2 - 53 in	869.9 - 34 1/4 in	952.5 - 37 1/2 in	415.9 - 16 3/8 in

Tabla 2.9 Dimensiones del interruptor Doble tiro.

2.8 Interruptor de seguridad SD. Línea Doméstica.

Este tal vez sea el interruptor mas conocido por personas dedicadas o no, a las instalaciones eléctricas, debido a que su aplicación es 100% en pequeñas residencias y en línea de diseño económico.

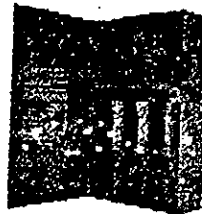
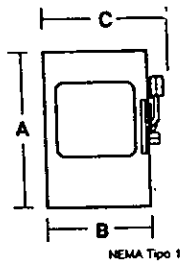


Figura 2.9 Interruptor SD Línea doméstica.

El voltaje nominal es de 240 VCA tanto para dos y tres polos con porta fusibles, las corrientes nominales son de 30 y 60 amperes; el gabinete es NEMA tipo 1 usos generales. La corriente máxima de interrupción es de 10000 amperes. Cumplen con las normas UL98 y NMX-J-162. Las dimensiones de este interruptor así como el número de catálogo se ilustran en la tabla siguiente.



NEMA Tipo 1

No. Catálogo	Dimensiones de Gabinete (mm-pulg.)				Peso Kg
	A	B	C	D	
DM221D	185 - 7.28	143 - 5.62	163 - 6.4	57 - 2.24	.75
DM221ND	185 - 7.28	143 - 5.62	163 - 6.4	57 - 2.24	.79
DM222D	273 - 10.74	171 - 6.73	192 - 7.5	70 - 2.75	1.67
DM321D	185 - 7.28	143 - 5.62	163 - 6.4	57 - 2.24	.81
DM321ND	185 - 7.28	143 - 5.62	163 - 6.4	57 - 2.24	.85
DM322D	273 - 10.74	143 - 5.62	192 - 7.5	70 - 2.75	1.78

Tabla 2.10 Dimensiones del interruptor Línea doméstica.

2.9 Los fusibles.

En las instalaciones eléctricas se pueden presentar corrientes que sean mayores que los valores nominales o máximos de operación de los cables o conductores, o bien de los equipos. Estas sobre corrientes se pueden presentar básicamente por dos causas: sobre cargas y corto circuito. Para proteger los equipos y las instalaciones contra estas sobre corrientes, se usan dispositivos que las detecten y puedan operar en un cierto tiempo, tal es el caso de los fusibles o los interruptores termomagnéticos usados en instalaciones residenciales, industriales o comerciales.

Los fusibles son, de hecho, los más viejos dispositivos de protección contra sobre corrientes y su desarrollo original se debe a Edison, por la misma época en que inventó otras componentes eléctricas; cuando se comenzó a desarrollar la industria eléctrica hacia finales de los 1800's, todo esto como resultado del descubrimiento de la lámpara eléctrica que fue el inicio formal de la utilización de la energía eléctrica y con esto de todo tipo de instalaciones eléctricas.

El principio de operación de los fusibles se podría decir que es el mismo, con algunas pequeñas variantes. También existen diferencias desde el punto de vista constructivo, las cuales se presentan principalmente dependiendo si se trata de fusibles en baja tensión (menores de 1000 volts) o en alta tensión, para aplicaciones

residenciales o industriales, para ser coordinados con otros elementos de protección que no son fusibles, o con fusibles.

Algunos tipos constructivos se muestran a continuación, donde se muestran los tipos básicos de fusibles, el cartucho, el de navaja y el de tipo rosca.

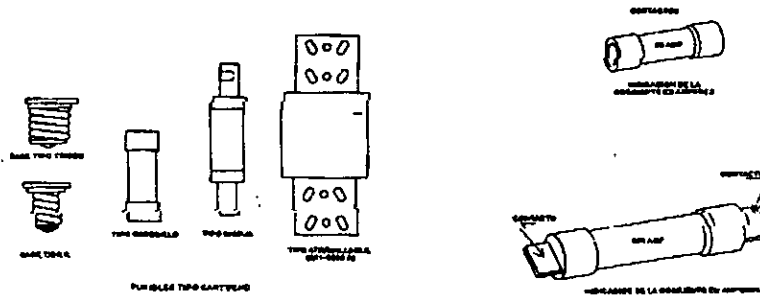


Fig. 2.10 Tipos de fusibles.

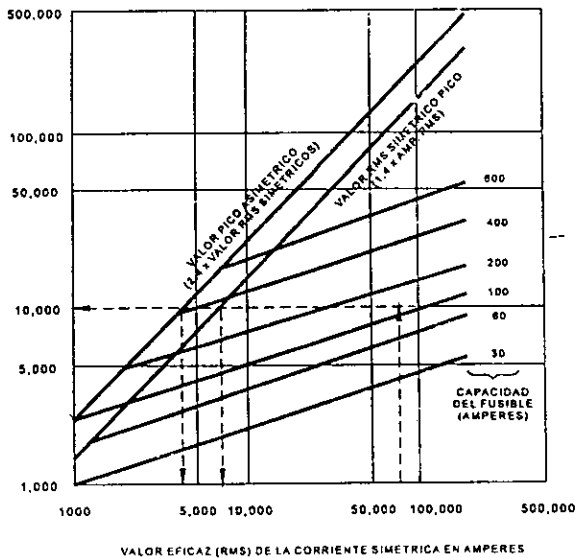


Fig. 2.11 Curva típica de la corriente pico a través de un fusible

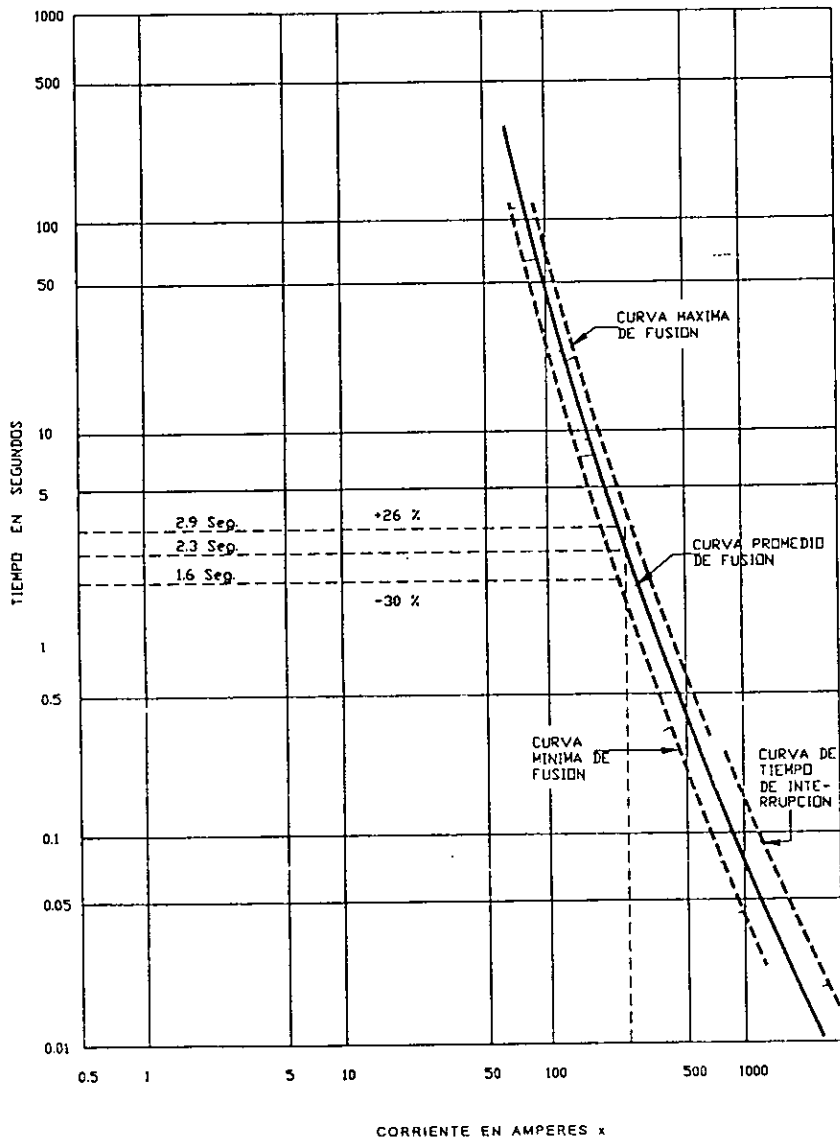


Fig. 2.12 Curva típica de un fusible

2.10 Clasificación de fusibles.

Existen distintos tipos de clasificación de los fusibles, la mayoría está en función de su aplicación y se hacen generalmente basadas en aspectos normativos, de aquí que una clasificación muy conocida es la que se hace por parte de la UL (Underwriters Laboratories) en los Estados Unidos. Esta clasificación agrupa a los fusibles en dos categorías básicas:

a) Fusibles no limitadores de corriente. Son aquellos tipo tapón (con rosca) o de tipo cartucho, denominados clase H y que tienen capacidad para interrumpir corrientes de falla en forma segura hasta unos 10000 amperes, pero no son limitadores de corriente. Generalmente su aplicación se encuentra entre los 250 V y 600 V con corrientes hasta 600 amperes.

b) Fusibles limitadores de corriente. Se clasifican de acuerdo a una letra de identificación como: Clase J, K y L, R y T. Clase J. Los fusibles clase J son limitadores de corriente y están diseñados para operar a 600 V o menos; tienen capacidad para interrumpir corrientes de falla hasta de 20000 amperes; su valor de corriente nominal puede llegar a ser hasta 600 amperes.

La instalación de fusibles clase J es posible en 30-400 amperes, 600 VCA y 100-400 amperes, 240 VCA, en interruptores de servicio pesado.

Clase K. Estos son fusibles limitadores de corriente con tres designaciones: K-1, K-5 y K-9 cada clasificación tiene límites específicos de corrientes pico que circulan por ellos y de valores I^2t , las capacidades interruptivas para los K-1, K-5 y K-9 son 50 000 A, 100000 A y 200000 amperes respectivamente.

Estos fusibles se designan como con "retardo de tiempo" si son capaces de conducir hasta cinco veces sus corrientes nominales por al menos 10 segundos.

Clase L. Este tipo de fusibles son ampliamente usados y se encuentran disponibles en capacidades de 601 amperes hasta 6000 amperes, con voltajes de 1000 volts o menores; tienen capacidad de interrupción de corrientes de falla de hasta 200000 amperes y generalmente son del tipo atornillable.

Clase R. Estos fusibles se encuentran disponibles en los rangos de voltaje de 250 V y 600 V, y hay dos subclasificaciones basadas en el nivel de las corrientes de pico y el valor térmico (I^2t), estas dos subclasificaciones son: RK-1 y RK-5. Sus capacidades nominales son hasta 600 amperes. Son del tipo acción retardada y pueden conducir hasta 500% del valor nominal de su corriente durante al menos 10 segundos.

Los interruptores de 30-600 amperes servicio pesado pueden utilizar fusibles clase R como estándar para 200000 amperes de capacidad interruptiva.

Clase T. Estos son relativamente nuevos dentro de la familia de los fusibles y están diseñados para ser usados en instalaciones compactadas. Su capacidad interruptiva llega hasta los 200 000 amperes, con corrientes nominales hasta 600 amperes, con los rangos de voltaje de 250 volts y 600 volts.

0-600 AMPERES		
15	70	225
20	80	250
25	90	300
30	100	350
35	110	400
40	125	450
45	150	500
50	175	600
60	200	

601-6000 AMPERES		
601	1350	3000
650	1500	3500
700	1600	4000
800	1800	4500
1000	2000	5000
1200	2500	6000

Tabla 2.11 Valores estándar de corriente en amperes para fusibles de baja tensión.

La protección contra fallas de los fusibles tiene la misma función que la de los interruptores, y en aquellas aplicaciones de los fusibles, es necesario que se coordinen sus características con las de los dispositivos de control empleados para proteger adecuadamente los circuitos y componentes. Los fabricantes proporcionan tres tipos de datos básicos para los fusibles, y son:

1. Las curvas de tiempo-corriente. Muestran los tiempos de fusión a distintos valores de corriente.
2. Las curvas corriente-limitación. Muestran los picos de corriente para distintos valores de corrientes simétricas.
3. Las curvas o tablas. Muestran el valor de I^2t y los niveles de daño para los diferentes fusibles a valores específicos de corrientes de falla.

Dentro de las aplicaciones típicas de los fusibles, se tiene la protección de circuitos derivados para motores, para alumbrado, o bien, para otro tipo de cargas.

Como se ha mencionado antes, los fusibles se pueden encontrar en una gran variedad de tipos, como por ejemplo, los tipo rosca enchufables de uso en casas habitación, los tipo cartucho con base de casquillo para aplicaciones diversas hasta 60 amperes, los tipo casquillo con terminales de navaja para corrientes de 70 a 600 amperes, los tipo cartucho con bases atornillables para corrientes hasta 6000 amperes; los fusibles como los interruptores, operan con una curva inversa de tiempo corriente diseñada para interrumpir rápidamente los cortos circuitos, permitiendo por tiempos más largos las sobre cargas temporales, o bien las corrientes de arranque de motores.

La curva característica de un fusible, como la de un interruptor, se traza en papel log-log y tiene una banda de operación en lugar de una curva sencilla, la curva inferior indica el tiempo mínimo de fusión, en tanto que la curva superior indica el tiempo máximo de libramiento o interrupción.

El tiempo total de interrupción es la suma del tiempo requerido por el elemento fusible para fundirse, más el subsecuente tiempo de arqueo.

Ejemplo. Calcular el tiempo mínimo de fusión y el tiempo total de interrupción para el fusible cuya curva se muestra en la figura 2.13. Se supone que el nivel de corriente es de 550 amperes.

Solución. De la curva, para una corriente de 550 amperes, el tiempo mínimo de fusión es de alrededor de 26 segundos y el tiempo total de apertura es de aproximadamente 65 segundos.

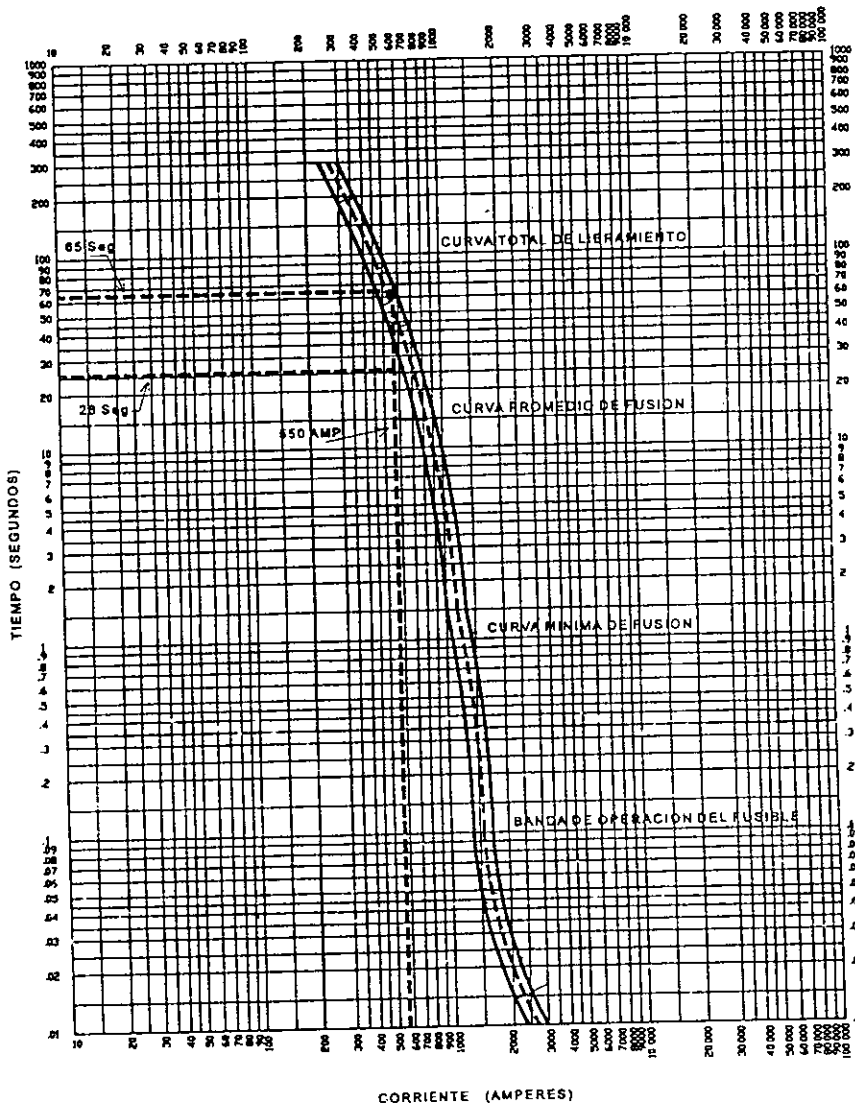


Fig. 2.13 Curva tiempo-corriente de un fusible.

2.11 Aplicaciones de los interruptores según la NOM 001-SEMP 1994.

Los medios de desconexión deberán ser de los siguientes tipos:

Interruptor de navajas con capacidad nominal en caballos de potencia.

Excepción No 1. Para motores estacionarios de 93.25 W (1/8 HP) o menos, el dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito derivado que lo alimenta puede servir como medio de desconexión.

Excepción No 2. Para los motores estacionarios de 1492 W (2 HP) o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general que tenga una capacidad en amperes no menor de dos veces la corriente a plena carga del motor.

Para convertidores de fases deberá suministrarse un medio de desconexión simultanea de todos los motores monofásicos de la alimentación que no estén conectados a tierra, para capacitores con una tensión nominal de 600 V o menores, el medio de desconexión abrirá simultáneamente todos los conductores vivos, permitirá desconectar el condensador de la línea como una maniobra normal, la capacidad de corriente del medio de desconexión no será menor del 135% de la corriente nominal del condensador, cada conductor vivo estará provisto de un medio de desconexión para cada banco de condensadores. Excepción. Cuando un condensador está conectado al lado de la carga de un dispositivo de protección contra sobre carga del motor.

En lugares denominados de concentración pública que son todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o destinadas para la reunión de 100 o mas personas que incluyen, pero no se limitan a: Arenas de box, armerías, auditorios, bancos, bares y cantinas, bibliotecas publicas, boliches y billares, cárceles y reclusorios carpas y circos, centros nocturnos, cines, edificios de oficinas públicas, edificios de oficinas privadas donde se atienda al público, escuelas y demás centros docentes establecimientos comerciales, estadios, ferias y exposiciones, galerías y salas de exposición, gimnasios y centros deportivos, hospitales y clínicas, hoteles, moteles y albergues, iglesias y templos, funerarias, mercados, museos, pistas de patinaje, plazas

taurinas, restaurantes y cafeterías, salas para conferencias, salones de baile, salones de fiestas, teatros, terminales para pasajeros (aéreas, terrestres, marítimas etc.). La ocupación de cualquier otro salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o local, o que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir para los fines a que esté destinado y sujetos a las disposiciones que le sean aplicables.

Cuando una estructura de un inmueble o parte del mismo, contiene una saliente o plataforma de escenario, o una área para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil, el alambrado de ésta área y todo el equipo usado en ésta, así como el equipo portátil y la instalación para uso en producciones musicales que no estén conectados en forma permanente. Aquí se podrán utilizar los desconectores de los tipos antes mencionados de acuerdo a las necesidades individuales así como previo estudio de las características particulares del inmueble o en su defecto de los tipos que se mencionarán más adelante y cumplan con los requisitos que establece esta norma.

Todos los interruptores deben ser del tipo de operación desde fuera o de accionamiento externo y estar dentro de gabinetes certificados para ese uso.

CAPITULO 3

"INTERRUPTORES MINIATURA"

- 3.1 Descripción general.
- 3.2 El interruptor C60N.
- 3.3 Auxiliares eléctricos de disparo del C60N.
- 3.4 Señalización a distancia del C60N.
- 3.5 El interruptor NC100H.
- 3.6 Auxiliares eléctricos de disparo del NC100H.
- 3.7 Señalización a distancia del NC100H.
- 3.8 Curva de tiempo-corriente.
- 3.9 Degradación por temperatura.

3.1 Descripción general.

Otra variedad muy interesante de interruptores termomagnéticos de gran aplicación por su economía, confiabilidad y tamaño pequeño son los denominados interruptores miniatura, en donde la utilización de estos, para el control y protección de sobre cargas y corto circuitos es requerido, ya sea en instalaciones domésticas o en distribución terminal terciaria e industrial.



Fig. 3.1 Sistema modular Multi 9

El sistema modular Multi 9 de interruptores termomagnéticos miniatura (MCB) y accesorios es la oferta más completa en el mundo para esta clase de equipo. Estando disponible actualmente en más de 80 países, todos estos productos de Merlin Gerin cumplen con las normás NMX-J-265, IEC 947-2, IEC 848.

El tamaño del modular Multi 9 (9mm por cada módulo) esta diseñado para ser montado tanto sobre riel DIN, como dentro de un tablero. El peso va de acuerdo con su tamaño ya que son pequeños y ligeros con pesos que van desde 110g para el de 1 polo, 220g el de 2 polos y 340g el de 3 polos.

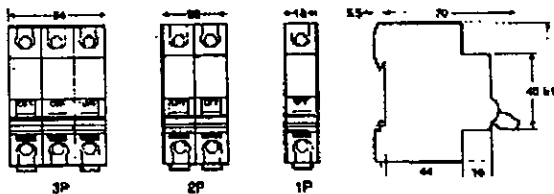


Fig. 3.2 C60N Dimensiones (mm)

3.2 El interruptor C60N.

El modelo C60N se tiene en disponibilidad de 1, 2 y 3 polos para emplearse de acuerdo a las necesidades de cada usuario. El tipo de 1 polo se opera con una calibración de corriente de 1 a 63 amperes y una temperatura de 40°C; la tensión de empleo máximo es de 220 VCA, con poder de corte de 6000 amperes. Los tipos en 2 y 3 polos operan con calibración de corriente de 1 a 63 amperes a una temperatura de 40°C; con tensión de empleo máximo de 415 VCA y un poder de corte de 6000 amperes.

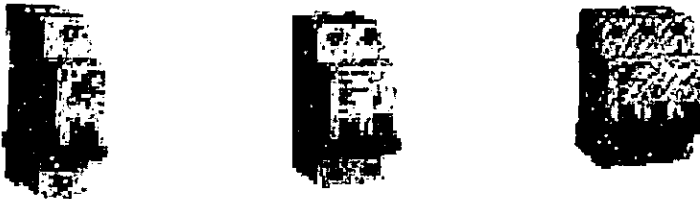


Fig. 3.3 C60N en 1, 2 y 3 polos

La curva de disparo es del tipo D, disparo magnético de 10 y 14 veces la corriente nominal y funcionan en ejecución 2 (tropicalización) para humedad relativa 95% a 55°C. Se tienen disponibles 20000 maniobras O-F Ver figura 3.4. Estas condiciones pueden variar por lo tanto se explicara más adelante.

Todos los interruptores incluyen zapatas tipo placa de presión, para las terminales de línea y carga, son adecuadas para usarse con cables múltiples; las terminales dependen del rango del interruptor (MCB) y están disponibles para utilizarse con conductores hasta de #1 AWG; donde las conexiones de las zapatas para cables rígidos hasta 25mm para calibraciones menores o iguales a 25 amperes y 35mm para calibraciones de 32 a 62 amperes.

curva D 10-63 A

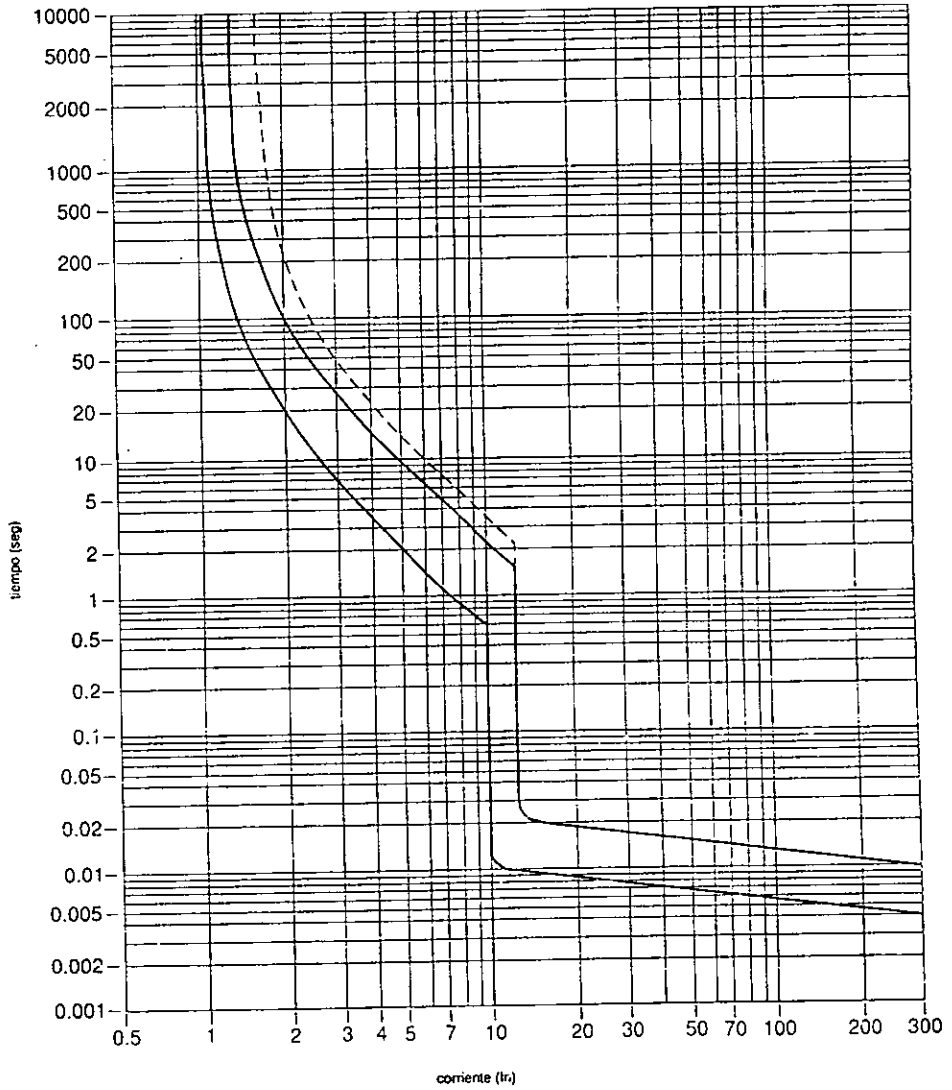


Fig. 3.4 Curvas de disparo tiempo-corriente C60N

3.3 Accesorios para los interruptores miniatura C60N.

Los accesorios para utilizarse en campo son denominados también auxiliares eléctricos, que permiten el disparo o señalización a distancia de los interruptores termomagnéticos C60N y se montan a la izquierda del interruptor, pueden ser hasta 4 en cada interruptor. los cuales se enlistan a continuación:

El disparo a distancia de un interruptor C60N se puede realizar mediante un auxiliar MX o MN.

- Bobina de disparo MX. Cuando se alimenta la bobina se provoca el disparo y la apertura del interruptor al cual esta asociado.

Esta equipado de un contacto de apertura así como un contacto +OF para señalar la posición "abierto" o "cerrado" del interruptor.

La tensión para su funcionamiento va de 48 VCA con un consumo de 22w, 110/130 VCA con un consumo de 200w y 220/240 VCA con un consumo de 50w. Su fijación es por simple presión: montaje y combinación de los auxiliares. La conexión se muestra a continuación. Se aplica para apertura a distancia, por disparo del interruptor, de los circuitos eléctricos de iluminación, etc.

Las zapatas 12 y 14 permiten realizar un señalización unida a la posición OF del interruptor bajo una tensión idéntica a la bobina; la señalización se localiza en la parte delantera, con la función disparada, por un indicador mecánico rojo. Un ejemplo de instalación puede ser en unas oficinas para el apagado a distancia del sistema de ventilación.

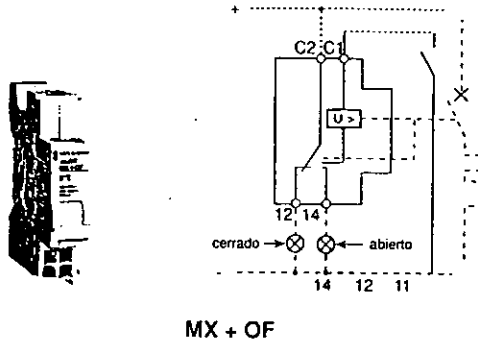


Fig. 3.5 Bobina de disparo MX+OF y conexión

- Bobina de disparo por baja tensión MN. Cuando la tensión de alimentación decrece entre 70% y 35%, provoca el disparo y la apertura del interruptor al que esta asociado. Entretanto, impide el rearme del interruptor hasta que la tensión se restablezca en su valor nominal de funcionamiento. Se utiliza como paro de emergencia mediante un pulsador de seguridad en circuitos que alimentan varias maquinas, impidiendo la puesta en marcha no controlada de motores. La tensión para su funcionamiento va de 24 VCA con un consumo de 120w, 48 VCA con un consumo de 4.3w y 220/240 VCA con un consumo de 4.1w. Su fijación es por simple presión: montaje y combinación de los auxiliares.

La conexión se muestra adjunto. Se aplica para apertura a distancia por disparo del interruptor, de los circuitos eléctricos: sea por paro de emergencia (pulsador), sea por avería de un sector; la imposibilidad de una nueva puesta en funcionamiento no controlada esta protegida en los dos casos y se obtiene así una seguridad total cuando hay riesgo para el operador de la máquina, de un arranque intempestivo: de una sierra circular, maquina giratoria, etc. o cuando hay necesidad de controlar, después de una avería de sector, el arranque de una instalación.

La señalización se localiza en la parte delantera, de la función disparada por un dispositivo mecánico rojo. La bobina MN es aceptada como dispositivo de paro de emergencia. Un ejemplo de instalación sería un paro de emergencia en caso de peligro. Impide la reconexión hasta que no se rearme el interruptor.

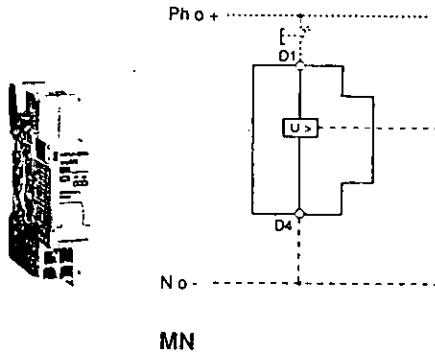


Fig. 3.6 Bobina de disparo MN y conexión

3.4 La señalización a distancia de un interruptor C60N.

La señalización o mando ligado a la posición "abierto" o "cerrado" del interruptor se puede realizar con un contacto auxiliar OF acoplado a la izquierda del interruptor de otro contacto OF o SD.

- El contacto auxiliar OF. Se fija mediante pestañas y su conexión se muestra a continuación. Se utiliza en la señalización sonora o visual del estado del circuito "abierto" o "cerrado".

Esta señalización puede realizarse en el propio gabinete o centralizarse en un panel de control. Un ejemplo de instalación es en una oficina, se instala un sistema de vigilancia del circuito del ascensor.

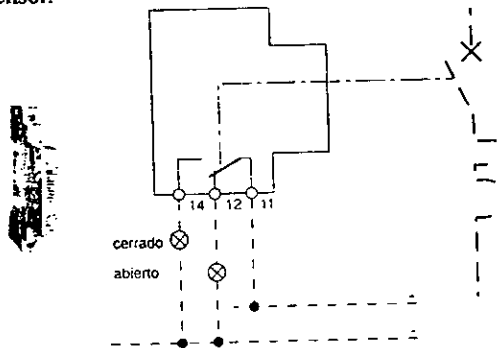


Fig. 3.7 Contacto auxiliar OF y conexión

La señalización o control ligado a la posición "disparo por falla del interruptor" se realiza mediante un contacto de señal de defecto acoplado a la izquierda del interruptor.

- El contacto de señalización de falla SD. Se fija también mediante una pestaña. Con una conexión que se muestra adjunto. Se aplica para la señalización sonora o visual de una falla en el circuito eléctrico, ascensores, ventilación, etc. Esta señalización se localiza en la cara delantera del estado del contacto (visor mecánico rojo).

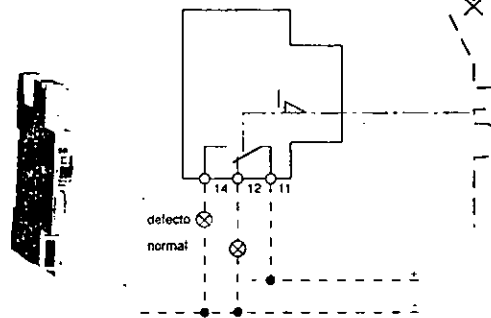


Fig. 3.8 Contacto SD y conexión

La capacidad de corte en los contactos auxiliares es de 6 amperes en un voltaje de operación menor o igual a 240 VCA. La instalación es mediante zapatas para 2 cables de 1.5 mm o un cable de 2.5 mm. En la parte delantera de los contactos auxiliares un botón de prueba permite simular las funciones OF y SD sin maniobrar el interruptor.

3.5 El interruptor miniatura NC100H.

El modelo NC100H tiene la disponibilidad un poco más amplia, ya que existe en 3 tipos diferentes: el primero, es la versión de 1 polo para una tensión de operación de 220/240 VCA con un poder de corte de 10000 amperes; en la de tipo de 2 y 3 polos, para 220/240 VCA de tensión nominal y con un poder de corte de 20000 amperes; y en 2 y 3 polos, para una tensión de operación de 400/415 VCA con un poder de corte de 10000 amperes. Esto permite una más variada y amplia aplicación, como lo puede ser en la protección y control de circuitos contra sobre cargas y corto circuitos, uso general en el sector terciario e industrial, al manejarse corrientes de operación que se pueden

calibrar, de acuerdo a las necesidades, en 80 o 100 amperes a 40°C. Sus características magnéticas son similares a los expresados en la curva D. Ver figura 3.11.

Disparo magnético entre 10 y 14 veces la corriente nominal.

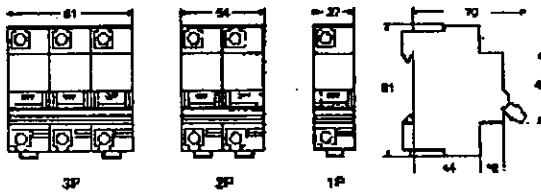


Fig. 3.9 NC100H Dimensiones (mm)

El peso también es ligero, no tanto como el C60N pero de acuerdo con su mayor capacidad nominal, ya que va de 180g para el de 1 polo, 360g el de 2 polos y 540g el de 3 polos. Tiene hasta 20000 ciclos de operación O-C, y su uso es también de ejecución 2, con una humedad relativa de 95% a 55°C.



Fig. 3.10 NC100H en 1, 2 y 3 Polos

Las conexiones son para terminales de cable rígido de 35 mm para corrientes menores o iguales a 63 amperes y de 50 mm para corrientes de hasta 100 amperes. Su instalación puede ser sobre pánel, perfil DIN y tableros.

curva D 80-100 A

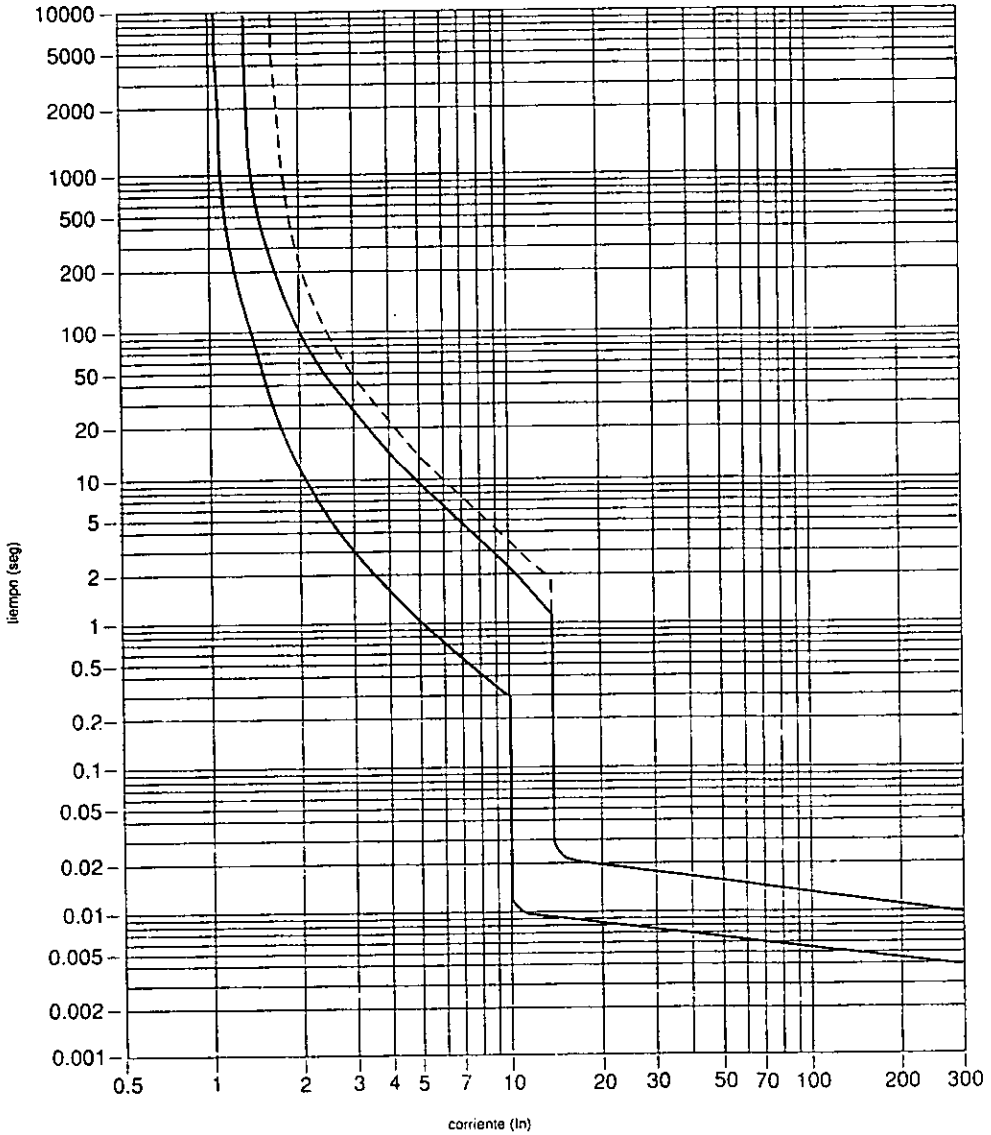


Fig. 3.11 Curva de disparo tiempo-corriente NC100H

3.6 Accesorios para el Interruptor NC100H.

Los accesorios o auxiliares eléctricos para el disparo, que se asocian al lado derecho del interruptor, se enlistan enseguida:

- Bobina de disparo MX. Esta bobina provoca la apertura del interruptor al recibir la tensión. Esta equipado de un contacto auxiliar (terminales 12 y 14) que indican la posición del interruptor "abierto" o "cerrado", asimismo se tiene disponible con un contacto de apertura. Su adaptación es de fijación por simple presión, montaje y combinación de los auxiliares.

El diagrama de conexión se muestra a continuación. Se aplica en apertura a distancia, por disparo del interruptor, de los circuitos eléctricos de iluminación, etc. Los bornes 12 y 14 permiten realizar una señalización unida a la posición OF del interruptor bajo una tensión idéntica a la de la bobina; la señalización es en la parte delantera, de la función disparada, por un indicador mecánico rojo. Como ejemplo de instalación se tendría en un almacén para apagar la iluminación a partir del panel de control.

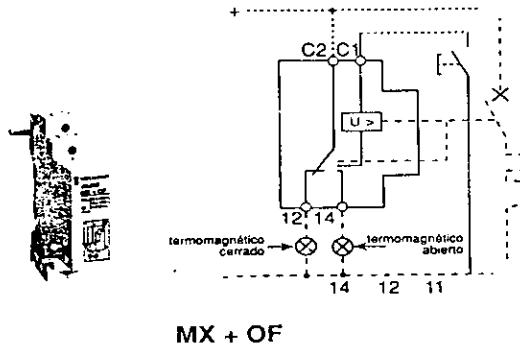


Fig. 3.12 Bobina MX y conexión

- Bobina de disparo por baja tensión MN. La cual provoca el disparo del interruptor cuando la tensión desciende entre 70% y 35%, e impide la reconexión si no se ha restablecido la tensión de alimentación. Sus aplicaciones pueden ser para pulsadores

de emergencia. Asegurar la conexión de la red, en casos de anomalías en la alimentación y para la prevención de reconexiones en condiciones inadecuadas. Ver fig. 3.6.

- Bobina de disparo por baja tensión con retardo MNS. Es similar a la anterior pero aquí permite microcortes menores o iguales a 500 milisegundos, sin efecto de disparo en el interruptor. Las características de la bobina MN y MNS son iguales en su adaptación conexión, aplicaciones, con la única diferencia que la MNS permite los cortes mencionados. Así se tiene, que se fija por simple presión: montaje y combinación de los auxiliares. La conexión se muestra adjunta. Con la apertura a distancia, por disparo del interruptor, de los circuitos eléctricos, sea por paro de emergencia (pulsador), sea por avería en un sector.

La imposibilidad de una nueva puesta en funcionamiento no controlada esta protegida en los dos casos y se obtiene así una seguridad total cuando hay riesgo para el operador de la máquina, de un arranque intempestivo: sierra circular, máquina giratoria, etc. o cuando hay necesidad de controlar, después de averías de sector, el arranque de una instalación.

La señalización, en la parte delantera, de la función por un dispositivo mecánico rojo.

El consumo de las bobinas, con una alimentación de 240 VCA para disparo (MX) es de 50VA y mantenido (MN) es solo de 0.6VA.

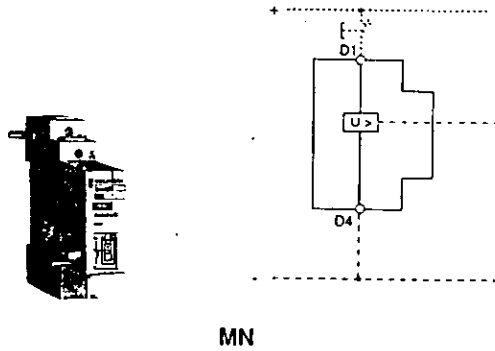


Fig. 3.13 Bobina MNS y conexión

3.7 La señalización a distancia de un interruptor NC100H.

Los accesorios para la señalización se colocan en el lado izquierdo del interruptor y pueden ser:

- El contacto auxiliar de señalización OF. Por medio de este contacto se puede indicar la posición de los contactos del interruptor. Fijación por simple presión: montaje y combinación de los auxiliares. Para la conexión ver esquema siguiente. Se aplica para la señalización sonora o visual del estado de un circuito eléctrico: "abierto" o "cerrado". Esta señalización puede ser trasladada delante de él o centralizada sobre un panel de control. Puede estar asociado con un contacto señal de falla SD. Se puede instalar en un taller de producción, la vigilancia del circuito monta cargas, al nivel del panel de control: señalización del funcionamiento normal (contacto OF) y de una falla eventual (contacto SD) sobre el circuito de la instalación.

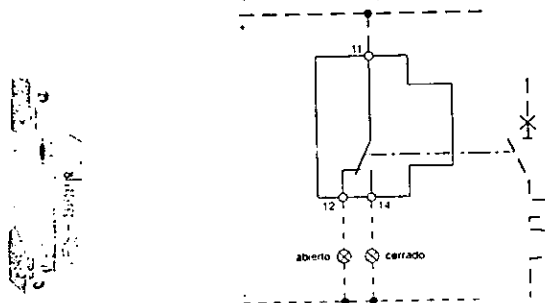


Fig. 3.14 Contacto OF y Conexión

- El contacto de señal de falla SD. Por medio de los contactos SD se puede indicar la actuación termomagnética y diferencial del interruptor. La fijación por simple presión: montaje y combinación de los auxiliares. Para la conexión ver diagrama siguiente. Se aplica para la señalización sonora o visual de una falla sobre un circuito eléctrico: cámara frigorífica, monta carga, ventilación, etc. Puede estar asociado a un contacto OF.

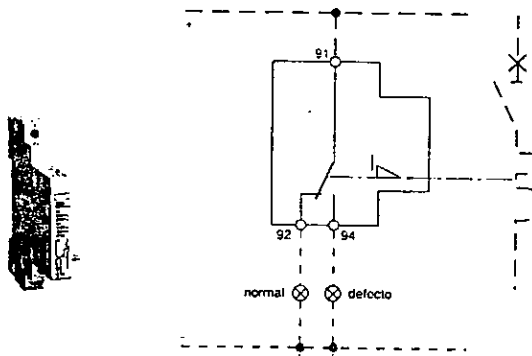


Fig. 3.15 Contacto SD y Conexión

La capacidad de corte en los contactos es de 3 amperes a 440 VCA y de 3 amperes a 220/240 VCA. Se tienen dos tipos de conexiones: dos cables de 1.5 mm o un cable de 2.5 mm.

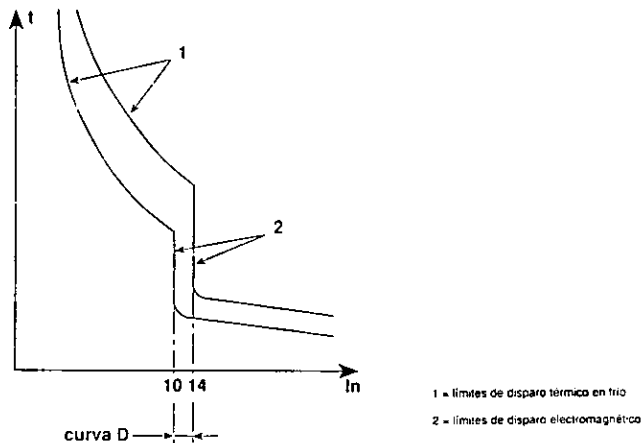
3.8 La Curva de Tiempo Corriente.

Los interruptores Multi 9 se encuentran disponibles con curva de disparo tipo D. Curva D disparo magnético instantáneo entre 10 y 14 veces la corriente nominal.

La función principal de un interruptor termomagnético es asegurar la protección de los circuitos que alimenta. Aseguran igualmente las secciones de funcionamiento y de mando. La protección de los circuitos debe estar asegurada contra las sobrecargas: esta función se realiza mediante la desconexión térmica, mediante el bimetal o los relés estáticos a tiempo inverso e integrados al interruptor; los cortos circuitos: ésta función se realiza mediante el dispositivo magnético o por los relés estáticos a tiempo constante, instantáneos o a corte retardado e integrados al interruptor.

En los dos casos es necesaria una protección contra defectos de aislamiento.

Las características eléctricas de estos elementos de protección varían en función del tipo de desconexión o del relé o del tipo de interruptor.



Curva D. Protección de cables alimentando receptores con fuertes puntas de arranque.
Sobre cargas: térmico estándar.
Corto circuito: magnéticos fijados por la curva D (I_m entre 10 y 14 I_n).

Fig. 3.16 Curva D

3.9 Degradación por Temperatura.

La temperatura de referencia para los distintos interruptores termomagnéticos se encuentra en cada una de las tablas siguientes. Cuando el número de termomagnéticos que trabajan simultáneamente están montados uno junto al otro en un espacio reducido y cerrado, la temperatura que se alcanza en su interior causa una reducción en la intensidad permisible de utilización.

Ejemplo: C60N de calibración de 20 amperes, montado al aire libre, donde la temperatura ambiente es de 60 °C, el valor máximo de utilización es de 17.6 amperes. NC100H de calibración 80 amperes instalado en un cofre o en un ambiente cerrado, donde la temperatura interior es de 50°C, el valor máximo de la corriente de utilización es de 73.5 amperes

C60N: curva D

cal (A)	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
1	1.10	1.08	1.05	1.03	1.00	0.97	0.95	0.92	0.89
2	2.18	2.14	2.08	2.04	2.00	1.96	1.90	1.86	1.80
3	3.42	3.30	3.21	3.12	3.00	2.88	2.77	2.64	2.52
4	4.52	4.40	4.24	4.12	4.00	3.88	3.72	3.56	3.44
6	6.48	6.36	6.24	6.12	6.00	5.88	5.76	5.58	5.46
10	11.4	11.1	10.7	10.4	10.0	9.60	9.20	8.80	8.40
1E	17.9	17.4	16.9	16.4	16.0	15.5	15.0	14.4	13.9
20	22.2	21.6	21.2	20.6	20.0	19.4	18.8	18.2	17.6
25	27.7	27.0	26.5	25.7	25.0	24.2	23.5	22.7	21.7
32	35.2	34.2	33.6	32.9	32.0	31.0	30.4	29.4	28.4
40	44.4	43.6	42.4	41.2	40.0	38.8	37.6	36.4	34.8
50	56.0	54.5	53.0	51.5	50.0	48.5	46.5	45.0	43.0
63	71.8	69.9	67.4	65.5	63.0	60.4	57.9	55.4	52.9

NC100: curva D

cal (A)	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
10	11.0	10.7	10.5	10.3	10.0	9.50	9.00	8.70	8.50
16	17.0	16.5	16.0	16.0	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0
20	22.5	22.0	21.0	20.5	20.0	19.0	18.5	18.0	17.0
25	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.0	23.0	22.5	22.0
32	36.0	35.0	34.0	33.0	32.0	31.0	29.5	28.0	27.0
40	45.5	44.0	43.0	41.5	40.0	38.5	37.0	35.0	33.5
50	57.5	56.0	54.0	52.0	50.0	48.0	45.5	43.5	41.0
63	72.5	70.5	68.0	65.5	63.0	60.5	57.5	54.5	51.5
80	92.0	89.0	86.0	83.0	80.0	76.5	73.5	69.5	66.0
100	115.0	111.5	108.0	104.0	100.0	96.0	91.5	87.0	82.5

Tabla 3.1 Degradación por temperatura.

CAPITULO 4

"INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA"

- 4.1 Principales componentes y su operación.
- 4.2 Selección, aplicación y mantenimiento.
- 4.3 Interruptores termomagnéticos.
- 4.4 Mecanismo de disparo.
- 4.5 Selección de interruptores termomagnéticos.

4.1 Descripción general. Principales componentes y su operación.

Sus componentes fundamentales son:

- Caja moldeada. Suministra aislamiento a los componentes internos del interruptor, ofreciendo de esta manera, la característica de "frente muerto", es decir, que no se expone al personal al contacto de partes vivas del aparato. Esta fabricado de resina poliéster, lo cual proporciona adecuada capacidad dieléctrica y resistencia mecánica.
- Unidad de disparo. La protección de circuitos se efectúa dependiendo del tipo de acción de disparo el cual puede ser:

Acción de disparo térmica. Ofrece protección contra sobre cargas se obtiene mediante el empleo de un elemento bimetalico, si ocurre una sobre carga, este sufrirá una deflexión, activando el mecanismo de operación. La desviación del bimetálico ocurre debido al calor que se genera al paso de la corriente a través del bimetálico.

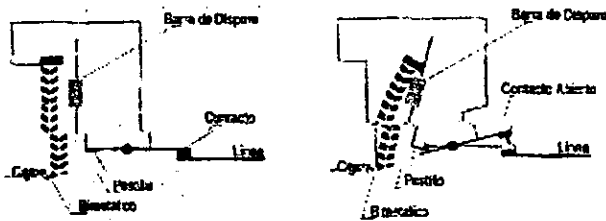


Fig. 4.1 Acción de disparo térmica

Este dispositivo actúa más rápidamente cuanto mayor sea la sobre carga; a esto se le conoce como "curva de corriente de tiempo inverso"



Fig. 4.2 Porcentaje de la corriente nominal del interruptor

Acción de disparo magnético. Provee protección contra corto circuito. Se obtiene al conectar un electromagneto en serie con el dispositivo bimetálico por el cual circula la corriente de carga. Cuando ocurre un corto circuito, la corriente que pasa a través del interruptor activa el electroimán, originando instantáneamente la apertura del circuito

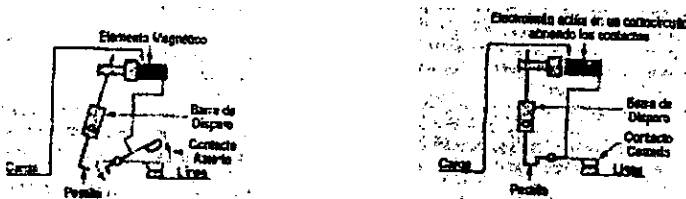


Fig. 4.3 Electroimán

Esta acción toma menos de un ciclo, por lo cual se considera instantáneo.

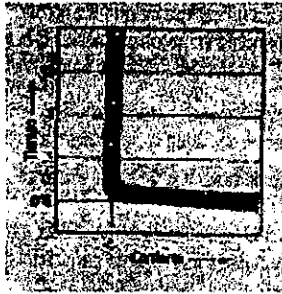


Fig. 4.4 Disparo instantáneo

La acción termomagnética es la combinación de los dos casos anteriores.

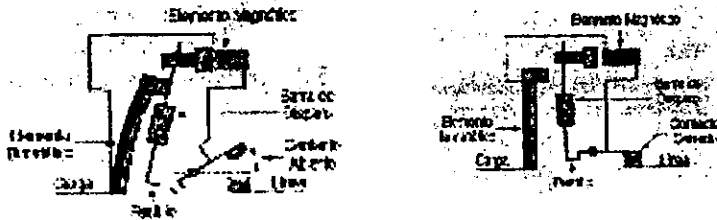


Fig. 4.5 Acción termomagnética

- Mecanismo de operación. Manual o automático. Sirve para abrir los contactos del interruptor en forma manual y opera de forma automática al ocurrir una falla; en este caso la manija pasa a ocupar una posición intermedia entre los puntos "abierto" y "cerrado".

En el caso de corto circuito, el mecanismo se puede restablecer de forma inmediata; no así cuando la falla sea térmica ya que se debe dar un tiempo razonable (3 min. aprox.) para que el bimetal vuelva a su posición original, cabe mencionar que el mecanismo

operara aun cuando se tenga asegurada la manija de operación exterior en la posición de "cerrado"; esto se le denomina "disparo libre".

Además de indicar los puntos de abierto, cerrado y disparado, lleva inscrita la capacidad nominal en amperes del interruptor; esto es particularmente ventajoso cuando se tengan agrupados los interruptores, como en el caso de los tableros de distribución.

- Cámaras de arco. Están diseñadas para suprimir el arco que se forma al abrir los contactos. Durante este periodo de apertura, se induce un campo magnético en las rejillas, el cual atrae el arco original, dividiéndolo en arcos pequeños que se extinguen en menos de un ciclo, además el calor generado es rápidamente disipado a través de las mismas rejillas.
- Zapatas terminales. Tienen como finalidad conectar al interruptor tanto a la línea de alimentación como a la carga. Usualmente son de cobre (para utilizarlas con conductor de cobre) o de aleación de aluminio (para utilizarlas con conductor de cobre o aluminio).

Hay que destacar que el torque aplicado a la zapata sea el requerido, ya que de no ser así, se presentaran calentamientos sumamente perjudiciales al equipo.

4.2 Selección, aplicación y mantenimiento.

Para una adecuada y correcta selección, así como su mejor aplicación de los interruptores en caja moldeada se deben considerar, principalmente, los siguientes factores:

VOLTAJE DE CIRCUITO. Ya que los interruptores deben aplicarse en sistemas eléctricos cuyos voltajes no excedan la tensión nominal o de diseño del interruptor. Por ejemplo, un interruptor diseñado para operar a 240 VCA no debe emplearse para funcionar a 440 VCA.

CORRIENTE DE OPERACION. Es la corriente máxima en régimen continuo, por lo general a 40°C, a la cual el interruptor trabaja sin dispararse, para temperaturas diferentes se afecta el rango de conducción.

La calibración se realiza para un funcionamiento a 40°C, que es el promedio de temperatura que se tiene en el interior del gabinete. En ambientes diferentes se requieren calibraciones especiales o bien reducción de la capacidad del interruptor. La selección de estos dispositivos se lleva a cabo como se menciona en las principales normas establecidas, de acuerdo al tipo de carga y ciclo de operación. Estos códigos señalan la necesidad de instalar protección contra sobre corrientes en el punto de suministro, así como en los lugares donde se reduce el calibre del conductor.

A continuación se enlistan las principales reglas de códigos y normas:

a) Cargas continuas.

Se define como la corriente máxima en operación continua durante un tiempo mínimo de 3 horas. La carga continua no deberá exceder el 80% del rango del interruptor.

Excepción (1). Cuando los conductores del circuito hayan sido modificados de acuerdo a las tablas A y B.

TABLA A
AMPACIDAD DE CONDUCTORES AISLADOS DE COBRE DE 1 A 3 CONDUCTORES EN CONDUIT (BASADO EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C)
 Rango de temperatura del conductor (VER TABLA C)

TIPOS	60°C	75°C	90°C	110°C	125°C	200°C	250°C
	140°F	167°F	184°F	230°F	257°F	382°F	482°F
Calibre del conductor AWG MCM	T TW	RH RHW RUH THW THWN	TA TOS RHH THHN	AVA AVL	AIA	A AA	TFE
18	---	---	21	---	---	---	---
16	---	---	22	---	---	---	---
14	15	15	25	30	30	30	40
12	20	20	30	35	40	40	55
10	30	30	40	45	50	55	75
8	40	45	50	60	65	75	95
6	55	65	70	80	85	95	120
4	70	85	90	105	115	120	145
3	80	100	105	120	130	145	170
2	95	115	120	135	145	165	195
1	110	130	140	160	170	190	220
1/0	125	150	155	190	200	225	250
2/0	145	175	185	215	230	250	280
3/0	165	200	210	245	265	285	315
4/0	195	230	235	275	310	340	370
250	215	255	270	315	335	---	---
300	240	285	300	345	380	---	---
350	260	310	325	380	420	---	---
400	280	335	360	420	450	---	---
500	320	380	405	470	500	---	---
670	355	420	455	525	545	---	---
700	365	480	490	560	600	---	---
750	400	475	500	590	620	---	---
800	410	490	515	600	640	---	---
900	435	520	555	---	---	---	---
1000	455	545	585	680	730	---	---
1250	495	590	645	---	---	---	---
1500	520	625	700	785	---	---	---
2000	560	665	775	840	---	---	---

Para temperaturas mayores ver Tabla B de factores de corrección.
 Aprobada para uso en conduit de PVC. Véase NECI CAL 60E 14.12 y 19 para ser el mismo para conductores de 75 °C en áreas tales

Tabla 4.1 Tabla A

Excepción (2). Cuando el interruptor sea enlistado para la operación continua al 100% su rango, por ejemplo, si se tiene una carga continua calculada en 100 amperes, el interruptor deberá tener un rango nominal de 125 amperes a menos que (Excepción (1)) se aplique el interruptor correspondiente al nuevo valor obtenido en las tablas A y B o cuando se considere la Excepción (2).

TABLA B FACTORES DE CORRECCIÓN TEMPERATURAS AMBIENTES A MENOS DE 50°C (100°F)								
°C	°F	105 217	125 257	145 293	165 329	185 363	205 399	225 435
40	104	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	—	—
43	113	0.91	0.89	0.87	0.86	0.85	—	—
50	122	0.88	0.85	0.82	0.80	0.79	—	—
55	131	0.85	0.82	0.78	0.76	0.75	—	—
60	140	—	0.80	0.75	0.73	0.72	0.71	0.70
70	158	—	0.75	0.68	0.65	0.64	0.63	0.62
75	167	—	—	0.65	0.60	0.57	0.56	0.55
80	176	—	—	0.61	0.54	0.50	0.49	0.48
90	194	—	—	—	0.50	0.45	0.43	0.42
100	212	—	—	—	—	0.41	0.37	0.36
120	248	—	—	—	—	—	0.30	0.27
140	284	—	—	—	—	—	—	0.23
160	320	—	—	—	—	—	—	0.19
180	356	—	—	—	—	—	—	0.15
200	392	—	—	—	—	—	—	0.11
225	437	—	—	—	—	—	—	0.07

Table 4.2 Tabla B

b) Cargas continuas y no continuas.

Cuando un interruptor suministre cargas continuas o la combinación de continuas y no continuas, ni el dispositivo de sobre corriente ni la capacidad de los conductores podrán ser menores a la suma de la carga continua, más la carga no continua.

c) Aplicación para circuitos en motores.

El interruptor deberá tener un rango continuo no menor al 115% de la corriente a plena carga del interruptor.

El interruptor deberá ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor y cumplir con los rangos o ajustes mostrados en la tabla C.

TABLA C		
RANGO DE INTERRUPTORES PARA PROTECCIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES		
Tipo de motor y método de arranque	Rango máximo en % de la corriente a plena carga	
	Termomagnético (T)	Magnético o MCP (M)
Para motores hercúleos y polifásicos, ya sean tipo jaula de ardilla, o directos con arranque a volaje plena resistencia o directo y que están marcados con letra código		
Código letra "A"	250	300
Código letra "B" a la "E"	200	250
Código letra "F" a la "Y"	250	300
IECM, para arranque autoinductivo		
Código letra "A"	250	300
Código letra "B" a la "E"	200	250
Código letra "F" a la "Y"	250	300
Para motores de resaca de letra código hercúleos	250	300
Motors para de arrabe y elevacion (patio para, resistencia y motor)	200	250
IECM, para con autoinductivo	200	250
Motor de resaca	150	200
De C.D. para de C.P.	150	200
De C.D. para de de C.P.	150	175

Nota: Cuando la protección de un interruptor en un sistema sea permitida al arranque del motor:
 1) Si el nivel de protección de un interruptor de termomagnético, para un arranque de 400% de corriente a plena carga respecto a 100 AMP.
 2) Si el nivel del interruptor magnético o MCP, para un arranque de 300% de corriente a plena carga respecto a 100 AMP.

Tabla 4.3 Tabla C

Excepción (1). Cuando los valores de la tabla C no correspondan a los tamaños estándar del interruptor, se permite emplear el siguiente tamaño mayor.

Excepción (2). Cuando el valor especificado en la tabla C no sea suficiente para permitir las corrientes de arranque.

El rango de un termomagnético no deberá exceder el 400% de la corriente a plena carga cuando esta sea menor de 100 amperes, o el 300% para valores mayores a 100 amperes.

Un circuito protector de motores (MCP) se permite solo si forma parte de una combinación con arrancador que incluya la protección contra sobre cargas y no deberá ajustarse para operar a mas de 1300% de la corriente a plena carga.

Es recomendable seleccionar los interruptores de acuerdo a la corriente de plena carga y a las características específicas de cada motor, ya que debido al infinito tipo de motores o combinaciones de cargas, las normas se establecen para límites máximos que permitan el arranque y adecuada operación en los diferentes motores. Los interruptores tienen la flexibilidad para ofrecer protección ajustable que va desde el valor de la corriente de arranque hasta los niveles máximos especificados en las normas. La tabla D representa el código de letras de motor a rotor bloqueado a fin de poder determinar las corrientes de arranque del motor en relación con las de plena carga.

2.1.5. CODIGO DE LETRAS DE MOTOR A ROTOR BLOQUEADO

Letra clave	---	KVA a 7000 Bases de 200 C.P.
A	---	0- 2.54
B	---	2.75- 3.35
C	---	3.35- 3.95
D	---	4.30- 4.45
E	---	4.50- 4.95
F	---	5.00- 5.10
G	---	5.60- 6.20
H	---	6.20- 7.20
I	---	7.70- 7.90
J	---	8.00- 8.95
K	---	9.00- 9.95
L	---	12.00- 1.75
M	---	11.20-12.40
N	---	12.50- 13.00
P	---	14.00- 15.00
R	---	16.00- 17.00
S	---	18.00- 19.00
T	---	20.00- 22.00
U	---	22.00- más
V	---	

Tabla 4.4 Tabla D

d) Protección de capacitores.

Tanto los conductores como el interruptor que alimenten a un capacitor deberán tener como mínimo el 135% del rango del capacitor, aunque es recomendable la selección al 150% a fin de permitir los transitorios existentes durante el cierre y aperturas del circuito, así como posibles sobre corrientes debidas a sobre voltajes y corrientes armónicas.

e) Protección de transformadores.

Se recomienda para proteger el lado primario y secundario por medio de interruptores con rango máximo del 125% de la corriente nominal.

Excepción. Cuando el 125% no corresponda a la capacidad nominal del interruptor, se permite el próximo valor mas alto.

CAPACIDAD INTERRUPTIVA. Se define como la corriente de falla máxima que el interruptor puede eliminar sin ser dañado. Esta en función de la impedancia y la capacidad del transformador, de la distancia de este y el punto donde se localice el interruptor, del calibre de los conductores y de la contribución de los motores, ya que actúan como generadores en los primeros ciclos de falla.

En otras palabras se puede decir que la capacidad interruptiva debe ser igual o mayor a la corriente de corto circuito calculada.

FRECUENCIA. Los interruptores se aplican en frecuencias de 50/60 y 120 Hz, sin necesidad de reducir su capacidad o bien calibrarlos especialmente.

Para frecuencias mayores, hasta 400 Hz (comúnmente utilizados en sistemas de cómputo), se reduce tanto la ampacidad como la capacidad interruptiva debido al incremento de la resistencia resultante por calentamientos producidos por el efecto de las corrientes de Eddy y las pérdidas en el hierro. Para este caso será necesario una calibración especial o reducir la capacidad del interruptor.

NUMERO DE FASES (POLOS). Son las fases activas del sistema, y sirven de base para determinar el numero de polos del interruptor, siendo los mas comunes de 1, 2 o 3 polos.

CONDICIONES DE OPERACION. Son aquellas condiciones adversas o extremas, así como naturales en las cuales se va a utilizar el interruptor y pueden ser:

a) Temperatura ambiente alta. Debido a que los interruptores termomagnéticos son sensibles a la temperatura ambiente se calibran a 40°C, por lo que la presencia de temperaturas mayores originara que el interruptor conduzca una corriente menor a la de su capacidad nominal. De igual manera, la capacidad de un conductor esta basada en una temperatura ambiente de 30°C (temperatura ambiente del aire) por lo que en ambientes mas altos se reducirá su capacidad según se aprecia en las tablas A y B. Como se observa la reducción de la capacidad del interruptor y del conductor son similares, por lo que para estos casos se obtiene protección mas adecuada utilizando interruptores de ambiente no compensado. Es importante considerar que, de presentarse altas temperaturas, el dispositivo de sobre corriente deberá seleccionarse de mayor capacidad y aplicar a los conductores el factor de corrección (tabla B).

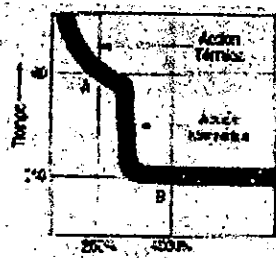


Fig. 4.6 Porcentaje de la corriente nominal

b) Corrosión, humedad. Se recomienda aplicar un tratamiento especial a los interruptores que estén en contacto con ambientes húmedos o corrosivos.

c) Altitud. Cuando se instalan los interruptores en altitud mayor a 6000 pies (1830 m) es necesario considerar una reducción en las capacidades interruptivas y conductivas del

interruptor. Esto es debido a que baja la densidad del aire, no permite disipar el calor existente en las partes conductoras, también disminuye la capacidad dieléctrica y no soporta los mismos niveles de voltaje como ocurre bajo presión atmosférica normal.

d) Posición de montaje. Los interruptores tienen la posibilidad de montaje vertical u horizontal sin que se afecten sus características de disparo o capacidad interruptiva.

e) Servicio interior o exterior. Se debe tener en cuenta el lugar de instalación a fin de seleccionar el gabinete correcto, siendo los más comunes: NEMA 1. Servicio interior (usos generales), NEMA 12. Servicio interior (a prueba de polvo), NEMA 3R. Servicio exterior (intemperie).

SISTEMAS COORDINADOS DE PROTECCIÓN. Cuando en un sistema se cuenta con diversos dispositivos de protección, es conveniente contar con las curvas características de los interruptores a fin de evitar disparos no deseados y obtener una adecuada coordinación. Estas curvas representan los límites de disparo de sobre corriente a una temperatura ambiente determinada (normalmente a 40°C)

La parte superior izquierda muestra el disparo con retardo a tiempo inverso debido a la acción térmica y el segmento inferior derecho representa la acción instantánea de disparo magnético; si este es ajustable se apreciarán estos límites en su curva respectiva (véase fig. 4.5).

ACCESORIOS. Se aplican cuando se desea con medios de control, señalización, alarma y protección por bajo voltaje; se instalan en el interior de los interruptores.

DIMENSIONES. Son indispensables cuando se planea montar el interruptor en gabinete, tableros o maquinaria en general. Una sección específica de dimensiones se inicia en la página con la cual el fabricante de equipo original o tablerista podrá seleccionar el equipo que mejor cubra sus requerimientos.

4.3 Interruptores termomagnéticos.

Los interruptores termomagnéticos para protección de sobre corriente y desconexión en sistemas de C.A. están disponibles en capacidad interruptiva normal y alta y pueden ser montados individualmente o instalados en gabinetes industriales, tableros de alumbrado, tableros de distribución, unidades de enchufar, combinaciones magnéticas o centros de control para motores.

Estos interruptores están contruidos de acuerdo con las normas mexicanas NMX-J-266 y NMX-J-265. Adicionalmente el diseño cumple con las normas NEMA AB1 y UL489.

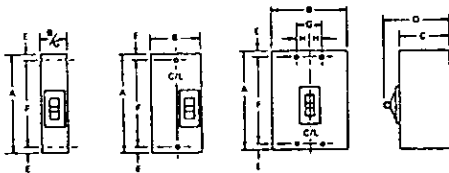


Figure 16

Figure 17

Figure 18

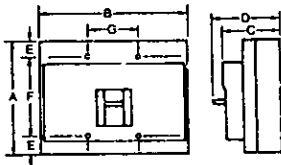


Figure 19

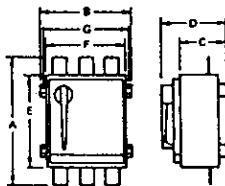


Figure 20

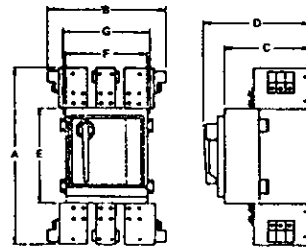


Figure 21

Interruptores FA, KA, LA, MA

Prefijo Catalogo	Poles	No. Fig.	Dimensiones (mm/pulg.)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
FAL, FHL	1	16	152.4	38.1	80.2	104.9	11.1	130.3	38.1	
			6.00	1.50	3.16	4.13	.44	5.13	1.50	...
	2	17	152.4	76.2	80.2	104.9	11.1	130.3		
			6.00	3.00	3.16	4.13	.44	5.13	...	...
	3	18	152.4	14.3	80.2	104.9	11.1	130.3	38.1	79.0
			6.00	4.50	3.16	4.13	.44	5.13	1.50	.75
KAL, KHL	2 y 3	18	203.2	14.3	82.3	120.6	11.1	181.1	38.1	119.0
			8.00	4.50	3.66	4.75	.44	7.13	1.50	.75
LAL, LHL	2 y 3	18	279.4	52.4	103.1	148.3	22.3	234.9	50.8	88.1
			11.00	6.00	4.06	5.94	.88	9.25	2.00	1.00
MAL, MHL	2 y 3	18	14.00	9.00	4.53	6.50	1.66	10.69	3.00	1.50

Interruptores NA

Prefijo Catalogo	Poles	No. Fig.	Dimensiones (mm/pulg.)						
			A	B	C	D	E	F	G
NA, NC	2 y 3	19	307.8	380.4	162.5	204.5	42.9	222.2	127.0
			12.12	14.98	6.40	8.07	1.69	8.75	5.00

Fig. 4.7 Dimensiones

Tipo		Polos	Amperes	Capacidad Interruptiva Nominal Amperes-1cm Sim.					Volts cd		
				Volts Ca 50/60 Hz.					125	250	500
Unitario	1-LINE			120	240	480/277	480	600			
	FY	1	15-30	18K	14K	14K					
FAL	FA	1	15-100	10K	...	...	...	...	5K	...	...
240V	240V	2	15-100	10K	10K	...	...	...	5K	5K	...
		3	15-100	10K	10K	...	...	...	5K	5K	...
FAL	FA	1	15-100	25K	18K	18K	...	...	10K	...	...
480V	480V	2	15-100	25K	25K	18K	18K	14K	10K	10K	...
		3	15-100	25K	25K	18K	18K	14K	10K	10K	...
FAL	FA	2	15-100	25K	25K	18K	18K	14K	10K	10K	...
600V	600V	3	15-100	25K	25K	18K	18K	14K	10K	10K	...
FHL	FH	1	15-30	65K	65K	65K	...	...	10K	...	...
		1	35-100	65K	25K	25K	...	...	10K	...	...
		2,3	15-100	65K	65K	25K	25K	18K	10K	10K	...
KAL	KA	2,3	70-250	42K	42K	25K	25K	22K	10K	10K	...
KHL	KH	2,3	70-250	65K	65K	35K	35K	25K	10K	10K	...
LAL	LA	2,3	125-400	42K	42K	30K	30K	22K	10K	10K	...
LHL	LH	2,3	125-400	65K	65K	35K	35K	25K	10K	10K	...
MAL	...	2,3	300-1000	42K	42K	30K	30K	22K	14K	14K	...
...	MA	2,3	300-800	42K	42K	30K	30K	22K	14K	14K	...
MHL	...	2,3	300-1000	65K	65K	65K	65K	25K	14K	14K	...
...	MH	2,3	300-800	65K	65K	65K	65K	25K	14K	14K	...
NAL	NA	2,3	600-1200	100K	100K	50K	50K	25K	...	...	...
NCL	NC	2,3	600-1200	125K	125K	100K	100K	65K	...	...	...

Fig. 4.8 Interruptores industriales

4.4 Mecanismo de Disparo.

Los interruptores termomagnéticos cuentan con un mecanismo de disparo libre de apertura y cierre rápidos. Mediante una barra de disparo común se asegura la apertura y cierre simultaneo de todos los polos. Tienen además, una unidad de disparo permanente conteniendo elementos de disparo térmico y magnético individual en cada polo. Los elementos de disparo térmico están calibrados para una temperatura ambiente máxima de 40°C. Los marcos de 250 amperes y mayores cuentan con un disparo instantáneo magnético ajustable.

Este ajuste externo permite que todos los polos del interruptor sean ajustados simultáneamente al mismo punto de disparo magnético. Un botón de disparo de 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.

La palanca tipo "toggle" hasta 1200 amperes de marco cambia a la posición central y las de tipo rotatoria 2000 amperes de marco cambia a la posición de reloj a las 4 cuando el interruptor ha sido disparado. El interruptor puede ser restablecido moviendo la palanca de la posición extrema de "OFF" a "ON".

Los interruptores pueden ser montados y operados en cualquier posición.

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

Los interruptores termomagnéticos están aprobados para conexión inversa.

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.



Fig. 4.9 Interruptor FAL 1, 2 y 3 polos

Amperes	Disparo Magnético Amperes	Un Polo	Dos Polos	Tres Polos	Kit de Zapatas
		No. Catálogo	No. Catálogo	No. Catálogo	

100 Amperes de Marco

FAL Capacidad Interruptiva Normal

	Baja	Alta	120 Vca	240 Vca	240 Vca	
15	275	600	FAL12015	FAL22015	FAL32015	AL50FA
20	275	600	FAL12020	FAL22020	FAL32020	#14-#4 Cu ó
30	275	600	FAL12030	FAL22030	FAL32030	#12-#4 AJ
40	400	850	FAL12040	FAL22040	FAL32040	AL100FA
50	400	850	FAL12050	FAL22050	FAL32050	#14-#1/0 Cu ó
70	800	1450	FAL12070	FAL22070	FAL32070	#12-#1/0 AJ
100	900	1700	FAL12100	FAL22100	FAL32100	

FAL Capacidad Interruptiva Normal

	Baja	Alta	277 Vca, 125 Vcd	480 Vca, 250 Vcd	480 Vca, 250 Vcd	
15	275	600	FAL14015	FAL24015	FAL34015	AL50FA
20	275	600	FAL14020	FAL24020	FAL34020	#14-#4 Cu ó
30	275	600	FAL14030	FAL24030	FAL34030	#12-#4 A
40	400	850	FAL14040	FAL24040	FAL34040	AL100FA
50	400	850	FAL14050	FAL24050	FAL34050	#14-#1/0 Cu ó
70	800	1450	FAL14070	FAL24070	FAL34070	#12-#1/0 AJ
100	900	1700	FAL14100	FAL24100	FAL34100	

FAL Capacidad Interruptiva Normal

	Baja	Alta		600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
15	275	600	.....	FAL26015	FAL36015	AL50FA
20	275	600	.....	FAL26020	FAL36020	#14-#4 Cu ó
30	275	600	.....	FAL26030	FAL36030	#12-#4 AJ
40	400	850	.....	FAL26040	FAL36040	AL100FA
50	400	850	.....	FAL26050	FAL36050	#14-#1/0 Cu ó
70	800	1450	.....	FAL26070	FAL36070	#12-#1/0 AJ
100	900	1700	.....	FAL26100	FAL36100	

FHL Capacidad Interruptiva Alta

	Baja	Alta	277 Vca, 125 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
15	275	600	FHL16015	FHL26015	FHL36015	AL50FA
20	275	600	FHL16020	FHL26020	FHL36020	#14-#4 Cu ó
30	275	600	FHL16030	FHL26030	FHL36030	#12-#4 AJ
40	400	850	FHL16040	FHL26040	FHL36040	AL100FA
50	400	850	FHL16050	FHL26050	FHL36050	#14-#1/0 Cu ó
70	800	1450	FHL16070	FHL26070	FHL36070	#12-#1/0 AJ
100	900	1700	FAL16100	FHL24100	FHL36100	

Tabla 4.5 Tablas de selección FAL

Amperes	Disparo Magnético Amperes	Dos Polos		Tres Polos	Kit de Zapatas
		No. Catálogo	No. Catálogo	No. Catálogo	

250 Amperes de Marco

KAL Capacidad Interruptiva Normal

	Baja	Alta	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
125	625	1250	KAL26125	KAL36125	AL250KA 1-#6-350 kcmil
150	750	1500	KAL26150	KAL36150	
175	875	1750	KAL26175	KAL36175	
200	1000	2000	KAL26200	KAL36200	
225	1125	2250	KAL26225	KAL36225	
250	1250	2500	KAL26250	KAL36250	

KHL Capacidad Interruptiva Alta

	Baja	Alta	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
125	625	1250	KHL26125	KHL36125	AL250KA 1-#6-350 kcmil
150	750	1500	KHL26150	KHL36150	
175	875	1750	KHL26175	KHL36175	
200	1000	2000	KHL26200	KHL36200	
225	1125	2250	KHL26225	KHL36225	
250	1250	2500	KHL26250	KHL36250	

Fig. 4.10 Interruptor KAL/KHL y tabla de selección

Amperes	Disparo Magnético Amperes	Dos Polos		Tres Polos	Kit de Zapatas
		No. Catálogo	No. Catálogo	No. Catálogo	

400 Amperes de Marco

LAL Capacidad Interruptiva Normal

	Alto	Bajo	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
225	1125	2250	LAL26225	LAL36225	AL400LA 1-#1-600 kcmil ó 2-#1-250 kcmil
250	1250	2500	LAL26250	LAL36250	
300	1500	3000	LAL26300	LAL36300	
350	1750	3500	LAL26350	LAL36350	
400	2000	4000	LAL26400	LAL36400	

LHL Capacidad Interruptiva Alta

	Alto	Bajo	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
225	1125	2250	LHL26225	LHL36225	AL400LA 1-#1-600 kcmil ó 2-#1-250 kcmil
250	1250	2500	LHL26250	LHL36250	
300	1500	3000	LHL26300	LHL36300	
350	1750	3500	LHL26350	LHL36350	
400	2000	4000	LHL26400	LHL36400	

Fig. 4.11 Interruptor LAL/LHL y tablas de selección

1000 Amperes de Marco

MAL Capacidad Interruptiva Normal



	Alto	Bajo	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
500	2500	5000	MAL26500	MAL36500	AL900AA 3-#30-500 kcmil
600	3000	6000	MAL26600	MAL36600	
700	3500	7000	MAL26700	MAL36700	
800	4000	8000	MAL26800	MAL36800	
900	4500	9000	MAL26900	MAL36900	
1000	5000	10000	MAL261000	MAL361000	

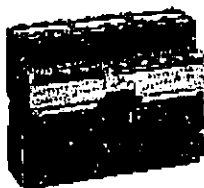
MHL Capacidad Interruptiva Alta

	Alto	Bajo	600 Vca, 250 Vcd	600 Vca, 250 Vcd	
500	2500	5000	MHL26500	MHL36500	AL900AA 3-#30-500 kcmil
600	3000	6000	MHL26600	MHL36600	
700	3500	7000	MHL26700	MHL36700	
800	4000	8000	MHL26800	MHL36800	
900	4500	9000	MHL26900	MHL36900	
1000	5000	10000	MHL261000	MHL361000	

Tolerancia de Ajuste Magnético $\pm 25\%$ Bajo y $\pm 20\%$ Alto de los Valores Indicados.

Fig. 4.12 Interruptor MAL/MHL y tablas de selección

Amperes	Disparo Magnético Amperes	Dos Polos	Tres Polos	Kit de Zapatas
		No. Catálogo	No. Catálogo	



1200 Amperes de Marco

NAL Capacidad Interruptiva Normal

	Bajo	Alto	600 Vca	600 Vca	
900	5000	10000	NAL26900	NAL36900	AL1200NE6 4-#30-600 kcmil
1000	5000	10000	NAL261000	NAL361000	
1200	5000	10000	NAL261200	NAL361200	

NCL Capacidad Interruptiva Extra Alta

	Bajo	Alto	600 Vca	600 Vca	
600	5000	10000	NCL26900	NCL36900	AL1200NE6 4-#30-600 kcmil
1000	5000	10000	NCL261000	NCL361000	
1200	5000	10000	NCL261200	NCL361200	

Fig. 4.13 Interruptor NAL/NCL y tablas de selección

4.5 Selección de interruptores termomagnéticos.

Los catálogos de selección, de interruptores termomagnéticos y en general de los productos de GROUPE SCHNEIDER, traen la información de los requerimientos y las necesidades para hacer más fácil su pedido ya que el número de catálogo proporciona toda la información necesaria para saber que tipo de producto, llámese interruptor, tableros de distribución etc., es el que se adquiere. La figura 4.14 muestra la logística de asignación de número de catálogo para determinar fácilmente el producto del cual se trata y así pedirlo de la forma adecuada a las necesidades del usuario.

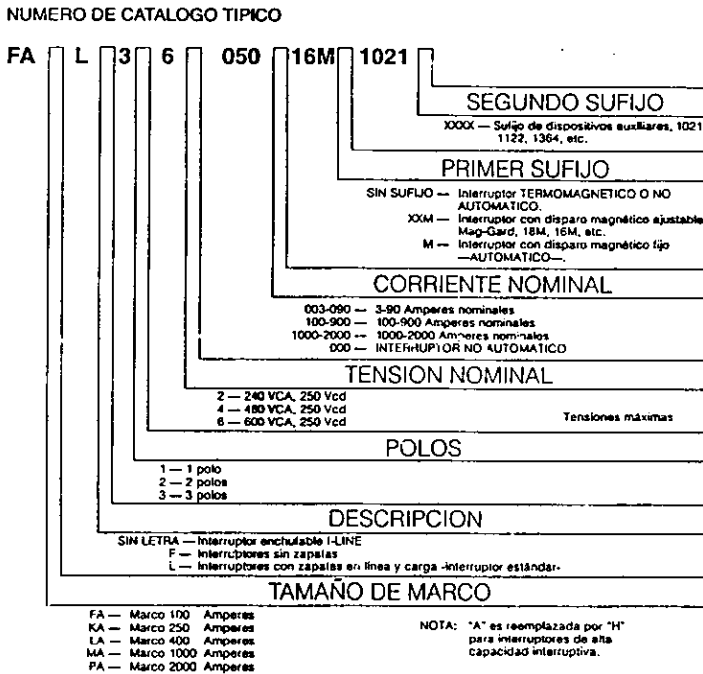


Fig. 4.14 Lógica de asignación de número de catálogo

CAPITULO 5

"INTERRUPTORES MAG-GARD"

- 5.1 Generalidades.
- 5.2 Mecanismo de disparo.
- 5.3 El módulo limitador de corriente.
- 5.4 Dispositivos auxiliares.

5.1 Generalidades

Son interruptores de disparo magnético instantáneo ajustable en marcos de 100, 250, 400 y 1000 amperes, con una tensión máxima de operación de 600 volts en corriente alterna a 60 Hertz; con una capacidad de conducción de corriente nominal que va desde los 3 a los 1000 amperes. Las dimensiones son las expresadas con anterioridad en la figura 4.6

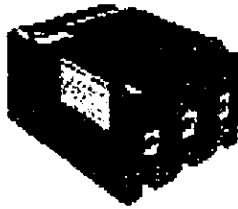


Fig. 5.1 Interruptor MAG-GARD

Los interruptores MAG-GARD son usados para la protección de motores contra corriente de corto circuito en combinación con arrancadores de motor que posean relevadores de sobrecarga. La selección debe hacerse de acuerdo a lo recomendado en las Normas Técnicas para las 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 22000 amperes rms simétricos, 600 volts máximo en corriente alterna, según norma Underwriters Laboratories UL 508.

Corriente Nominal Amperes	Gama de Ajuste de Disparo Amperas	Tres Poles
		No. Catálogo
FA Marco de 100 Amperes, Tensión Máxima 600 Vca, 60 Hz.		
3	7-22	FAL3600311M
7	18-58	FAL3600712M
15	50-150	FAL3601513M
30	50-150	FAL3603013M
30	100-300	FAL3603015M
50	75-260	FAL3605014M
50	150-480	FAL3605016M
100	150-480	FAL3610016M
100	275-1000	FAL3610018M
KA Marco de 250 Amperes, Tensión Máxima 600 Vca, 60 Hz.		
250	625-1250	KAL3625025M
250	750-1500	KAL3625026M
250	875-1750	KAL3625029M
250	1000-2000	KAL3625030M
250	1125-2250	KAL3625031M
LA Marco de 400 Amperes, Tensión Máxima 600 Vca, 60 Hz.		
400	1125-2250	LAL3640031M
400	1250-2500	LAL3640032M
400	1500-3000	LAL3640033M
400	1750-3500	LAL3640035M
400	2000-4000	LAL3640036M
MA Marco de 1000 Amperes, Tensión Máxima 600 Vca, 60 Hz.		
1000	2500-5000	MAL36100040M
1000	3000-6000	MAL36100042M
1000	3500-7000	MAL36100044M
1000	4000-8000	MAL36100045M
1000	4500-9000	MAL36100046M
1000	5000-10000	MAL36100047M

Tabla 5.1 Tablas de selección

El interruptor FA MAG-GARD en combinación con el módulo limitador de corriente, el cual se especificará más adelante, CLM instalado en fabrica, en combinaciones clases 8539 y 8739 y en centros de control de motores clases 8998 y 8999, es adecuado para utilizarse en sistemas donde puedan presentarse corrientes de falla máxima de 100000 amperes rms simétricos a 600 volts.

La línea MAG-GARD puede ser usada en instalaciones mineras para dar protección de corto circuito a cables portátiles.

Los interruptores MAG-GARD están contruidos satisfaciendo ampliamente los requerimientos de especificaciones y pruebas de las normas mexicanas NMX-J-266, NMX-J-265 y NMX-J-273. Adicionalmente, el diseño cubre las especificaciones de las normas NEMA AB1-1975 y Underwriters Laboratories UL489.

La corriente nominal de los interruptores MAG-GARD, es su capacidad de conducción continua de corriente. El exceder esta capacidad causará daños al interruptor. Dado que los interruptores MAG-GARD no poseen elementos de disparo térmico, los interruptores no se calibran para una temperatura ambiente específica. La Gama de Ajustes de Corriente de Disparo, es el conjunto de valores de corriente dentro del cual puede seleccionarse el punto de disparo magnético instantáneo ajustable.

5.2 Mecanismo de disparo.

La línea de interruptores MAG-GARD cuenta con un mecanismo de disparo libre, de apertura y cierre rápidos. Una barra de disparo común asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

Los interruptores MAG-GARD, cuentan con una unidad de disparo permanente, con elementos de disparo magnético en cada polo.

Cuando el interruptor es disparado, la palanca asume la posición central. El interruptor puede restablecerse moviendo la palanca hacia "OFF" y después hacia "ON".

Todos los interruptores MAG-GARD poseen ajuste de disparo magnético instantáneo. Un selector externo de disparo permite ajustar simultáneamente el mismo valor de disparo en todos los polos. El selector se localiza al frente del interruptor.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

**FA – KA Gama de Ajuste Magnético
Amperes**

Sufigo No. Catálogo	Posición del Selector						
	Bajo (LO)	2	3	4	5	6	Alto (HI)
11M	7	9	12	14	16	19	22
12M	18	25	31	38	45	52	58
13M	50	66	83	100	116	133	150
14M	75	90	115	150	185	220	260
15M	100	130	165	200	230	265	300
16M	150	200	260	310	370	420	460
18M	275	400	520	640	760	880	1000
25M	625	750	900	1000	1100	1200	1250
26M	750	850	1000	1150	1300	1450	1500
29M	875	1000	1200	1400	1550	1650	1750
30M	1000	1100	1250	1500	1700	1900	2000
31M	1125	1200	1400	1600	1800	2000	2250

**LA – MA Gama de Ajuste Magnético
Amperes**

Sufigo No. Catálogo	Posición del Selector				
	Bajo (LO)	2	3	4	Alto (HI)
31M	1125	1400	1675	1975	2250
32M	1250	1700	2000	2300	2500
33M	1500	1900	2300	2600	3000
35M	1750	2100	2500	2900	3500
36M	2000	2600	3300	3800	4000
40M	2500	3200	4000	4500	5000
42M	3000	3500	4500	5500	6000
44M	3500	4500	5500	6500	7000
45M	4000	6000	7000	7500	8000
46M	4500	6200	7500	8500	9000

Tabla 5.2 Valores nominales de ajuste 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 demas equipo asociado.

Toda la línea de accesorios y dispositivos auxiliares disponibles para interruptores termomagnéticos puede ser ensamblada en interruptores MAG-GARD. Mas adelante se describirán los accesorios adecuados para este tipo de interruptor, por supuesto, son solo algunos ya que como se menciona, se puede hacer una gama muy diversa de combinaciones de accesorios ya sean solo magnéticos o termomagnéticos.

5.3 El módulo limitador de corriente.

El módulo limitador de corriente CLM opera en conjunción con el interruptor FA MAG-GARD en las gamas de corriente de circuito mostradas en el diagrama de la figura 5.3.



Fig. 5.2 FA MAG-GARD con módulo limitador de corriente

Existen tres tipos de módulos 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.

El mayor número de corto circuitos son 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.

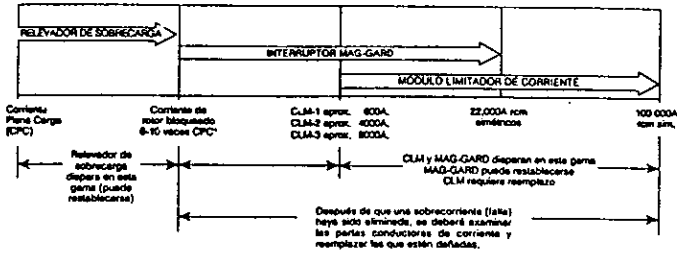


Fig. 5.3 Limitador de corriente

Los interruptores se proporcionan de fábrica con el selector de ajuste en el punto más bajo. Después de la instalación, 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.

5.4 Dispositivos auxiliares.

Operador eléctrico. El operador eléctrico provee un control remoto de las operaciones de CIERRE, APERTURA y RESTABLECER. Los operadores para interruptores marcos FA, KA, LA y MA pueden ser instalados en el campo. Requieren un espacio adicional de montaje al lado izquierdo del interruptor, de 114 mm (4.5 pulgadas). Para el montaje del operador, se requiere un soporte que debe ordenarse por separado.

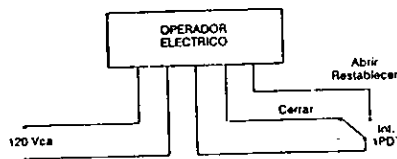


Fig. 5.4 Diagrama de alambrado del operador eléctrico

Si se desea una indicación remota del estado del interruptor, solicitar el interruptor con un microinterruptor auxiliar (1A-1B) para indicación de ABIERTO-CERRADO y un microinterruptor de alarma para la indicación de DISPARADO.

El operador eléctrico requiere de un interruptor de contacto sostenido de un polo doble tiro. Los operadores eléctricos vienen provistos de motor eléctrico monofásico, 120 volts de corriente alterna, 50/60 Hz. para operar a tensiones mayores, solicitar por separado transformador de control.

Interruptor Marco	Operador Eléctrico			Soporte de Montaje
	Tensión de Control Vca			
	120	240	480	
	No. de Catálogo	No. de Catálogo	No. Catálogo	No. de Catálogo
FA	FAM01	Agregar transformador de control clase 9070 Tipo EO-1		FMADP
KA	KAM01			KAMOP
LA	LAM01	Agregar transformador de control clase 9070 Tipo EO-2		LAMOP
MA	MAM01			MAMOP

Tabla 5.3 Operador eléctrico y soportes de montaje

Accesorios de bloqueo de palanca. Permiten mantener bloqueada la palanca del interruptor en las posiciones de ABIERTO o CERRADO ("ON u OFF"). Se fija mediante remaches al frente de la cubierta.

El bloqueo se asegura mediante un tornillo, el cual está incluido, o bien mediante un candado, que no está incluido. Los interruptores vienen provistos de agujeros en la cubierta para la instalación en el campo de este accesorio.

Descripción	Interruptor	No. Catálogo
Aditamento para candado y bloqueo de palanca.	FA y KA	HPA-FK
	LA y MA	HPA-LM
Extensión de palanca	LA	LA-HEX
	MA	MA-HEX

Tabla 5.4 Accesorios de palanca

Interruptor Marco	Longitud (mm - pulg.)	Máxima Cap. en amperes	No. Catálogo
FA	50.8 — 2	100	FAS20
	114.3 — 4.5	100	FAS42
KA	139.7 — 5.5	225	KAS21
	292.1 — 11.5	225	KAS45
LA	139.7 — 5.5	400	LASS4
	292.1 — 11.5	400	LAS114
MA	53.7 — 2.125	1000	MAS54
	117.47 — 4.0	1000	MAS114

Tabla 5.5 Pernos de conexión posterior

Accesorios de Extensión de Palanca. Facilita las operaciones de cierre, apertura y restablecimiento manual en interruptores marcos MA y LA, poseen articulación que permite al accesorio plegarse cuando no esta en uso.

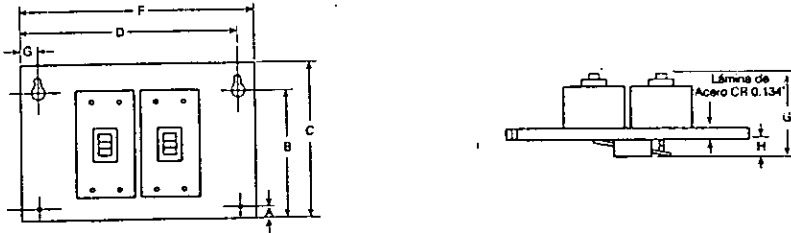
Zapatas para interruptores marcos FA, KA, LA y MA. Se tienen disponibles juegos de zapatas para montaje en interruptores, cada juego consta de una zapata y los tornillos opresores de conductor y de fijación de la zapata a la terminal del interruptor necesarios.

Interruptor Tipo	Corriente Nominal Amperes	Tipo de Conductor	No. de Conductores y Calibres por Zapata	No. Catálogo
FA, FAL FH, FHL	15-30	Cobre o Aluminio	1 de 14 AWG a 4 AWG	AL50FA
FA, FAL FH, FHL	40-100	Cobre o Aluminio	1 de 14 AWG a 10 AWG	AL100FA
KA, KAL KH, KHL	125-225	Cobre o Aluminio	1 de 4 AWG a 300 MCM	AL250KA
LA, LAL LH, LHL	225-400	Cobre o Aluminio	1 de 1 AWG a 600 MCM ó 2 de 1/0 AWG a 250 MCM	AL400LA
MA, MAL MH, MHL	500-1000	Cobre o Aluminio	3 de 3/0 AWG a 500 MCM	AL900MA

Tabla 5.6 Zapatras

Entrelace Mecánico. Recomendado por la transferencia de energía a la carga, de la fuente normal de alimentación a una fuente de alimentación de emergencia y viceversa, usando interruptores termomagnéticos, automáticos y no automáticos en caja moldeada.

Los interruptores a usar deben de ser del mismo marco. El entrelace mecánico evita que ambas fuentes de energía estén simultáneamente conectadas a la carga.



Interruptor Marco	Dimensiones (mm - pulgadas)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Operación Manual								
FA	14.3-56	145.8- 5.74	132.0- 6.38	12.7-50	260.3-10.25	273.0-10.75	146.6-5.77	38.1-1.5
KA	12.7-50	196.4- 7.81	216.0- 8.50	12.7-50	260.3-10.25	273.0-10.75	162.0-6.38	38.1-1.5
LA	19.1-75	260.3-10.25	285.7-11.25	15.7-62	339.6-13.37	355.6-14.00	188.7-7.43	38.1-1.5
MA	17.3-68	314.7-12.39	358.6-14.12	14.2-56	494.8-19.56	511.0-20.12	236.5-8.13	38.1-1.5
Operación Eléctrica								
FA	14.3-56	145.8- 5.74	132.0- 6.38	12.7-50	260.3-10.25	273.0-10.75	146.6-5.77	38.1-1.5
FA	12.7-50	209.1- 7.88	216.0- 8.50	12.7-50	489.0-19.25	501.6-19.75	183.4-7.22	38.1-1.5
KA	12.7-50	247.7- 9.75	260.3-10.25	12.7-50	489.0-19.25	501.6-19.75	185.7-7.31	38.1-1.5
LA	19.0-75	323.8-12.75	349.2-13.75	14.2-56	573.0-22.56	587.3-23.12	229.4-9.03	38.1-1.5

Fig. 5.5 Dimensiones del entrelace mecánico

El entrelace mecánico se forma de una base metálica de montaje de los interruptores y un balancín actuador. Los interruptores deben solicitarse con botón operador, el cual detecta la posición de los contactos del interruptor y opera en conjunción con estos. Agregar al número de catálogo el sufijo WB. El uso de la base metálica es muy importante para mantener la correcta interpelación dimensional en la utilización del balancín. Si se desean interruptores de operación eléctrica, ordenar los operadores eléctricos por separado.

Interruptor Marco	Sufijo al No. Catálogo	Balancín Actuador	Base de Montaje
Operación Manual			
FA	WB	FAWB	FAWBP4
KA	WB	KAWB	KAWBP4
LA	WB	LA6WB	LAWBP6
MA	WB	MA9WB	MAWBP9
Operación Eléctrica			
FA	WB	FA9WB	FAWBP9
KA	WB	KA9WB	KAWBP9
LA	WB	LA10WB	LAWBP10
MA	WB	MA13WB	MAWBP13

Tabla 5.7 Catálogos de balancín actuador y bases de montaje

CAPITULO 6

"INTERRUPTOR SELECT"

- 6.1 Generalidades.
- 6.2 Descripción del interruptor Select NMS y HMS.
- 6.3 Auxiliares eléctricos para el Select NMS/HMS.
- 6.4 Unidades de control.
 - 6.4.1 Unidad de control STR25D.
 - 6.4.2 Unidad de control STR45S.
 - 6.4.3 Unidad de control STR55UT.
- 6.5 Accesorios para las unidades de control.
- 6.6 Ventajas.

6.1 Generalidades.

El Select NMS/HMS es un interruptor termomagnético en caja moldeada, de 600 a 1200 amperes de operación, de la marca Federal Pacific que pertenece a la empresa Groupe Schneider.



Fig. 6.1 Select NMS/HMS

Los interruptores de marco M están contruidos para satisfacer ampliamente los requerimientos de pruebas y especificaciones de las normas oficiales mexicanas NOM-J 265 y NOM-J-266. Adicionalmente el diseño cumple con las especificaciones de las normas UL489 y CSA C22-2 número 5.

marco M	Intensidades nominales		capacidades Interruptivas		
	sensores A	calibradores A	RMC Sim. amperes 240V	480V	600V
Interruptores estándar N					
NMS 800	800	600 a 800	65,000	50,000	35,000
NMS 1200	1200	1000 a 1200	65,000	50,000	35,000
Interruptores de alta capacidad Interruptiva H					
HMS 800	800	600 a 800	100,000	65,000	42,000
HMS 1200	1200	1000 a 1200	100,000	65,000	42,000

Tabla 6.1

Se dispone de dos tamaños de marco: 800 y 1200 amperes con dos diferentes interruptores básicos. Adicionalmente se suministran calibradores para fijar el máximo ajuste de corriente a un valor igual o más bajo que el interruptor básico seleccionado.

marco M	corriente máxima A	
	calibración estándar N	H
MS 800	600	600
MS 800	700	700
MS 800	800	800
MS 1200	1000	1000
MS 1200	1200	1200

Tabla 6.2 Calibraciones

6.2 Descripción del interruptor Select NMS y HMS.

Hay sólo un tamaño físico de interruptores de marco M para los tipos normal y alta capacidad interruptiva.

Los interruptores en caja moldeada marco M, están diseñados para conectar una carga a una fuente eléctrica y para suministrar el disparo bajo condiciones de sobre carga, de corto circuito y de falla a tierra. Constan de:

- 1 Caja tripolar de vidrio poliéster de alta resistencia mecánica.
- 2 Cubierta frontal de accesorios.
- 3 Mecanismo de cierre y apertura rápida.
- 4 Manija con tres posiciones: cerrado, disparado, abierto.
- 5 5 Unidad de disparo electrónico con un elemento activado por sensores y ajuste rotatoria de ambas funciones.
- 6 Calibrador.
- 7 Botón para disparo manual.
- 8 Clavija para pruebas.
- 9 Terminales.
- 10 Cubierta de terminales.

ACCESORIOS

- 11 Bobina de disparo en baja tensión o en derivación.
- 12 Contactos auxiliares o de alarma.
- 13 Manija rotatoria.
- 14 Motor eléctrico.

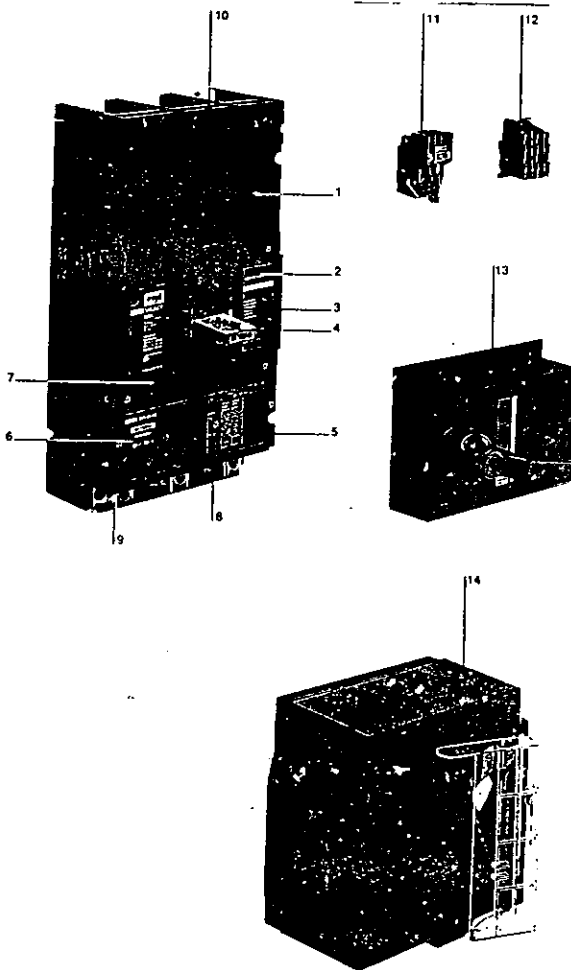
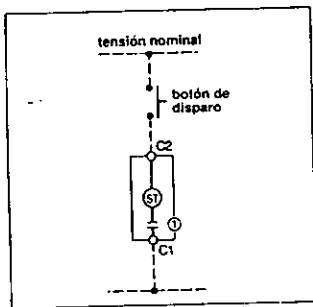


Fig. 6.2 Select con accesorios

6.3 Auxiliares eléctricos para el Select NMS/HMS

Todos los accesorios o auxiliares se pueden instalar en campo y son equipados con terminales.

Disparo por derivación MX. La bobina para disparo en derivación tiene conectado en serie un contacto normalmente abierto que le permite solamente la operación intermitente. Las MX para corriente alterna pueden operar con el 55% de su tensión nominal, los hace adecuados para protección de falla a tierra. Funcionan con una tensión mínima de operación en corriente alterna del 55% de la tensión nominal y en corriente directa con un 75% de la tensión nominal.



tensión nominal V	corriente (*) de entrada A	no. cat.	
60 Hz	120	2.5	36437
	240	0.3	36446
	480	0.5	36446
	600	1	36447
CD	12	6.8	36434
	24	11	36435
	48	5.5	36436
	125	3.5	36437

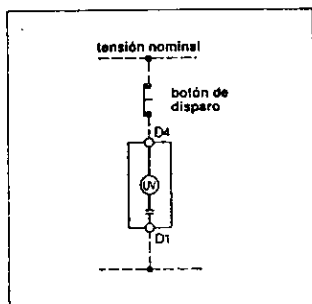
(*) durante 50 ms máximo

Fig. 6.3 Bobina MX

Disparo por baja tensión MN. La bobina de disparo en baja tensión puede usarse como enlace de secuencia o de bloqueo en circuitos.

Si se presenta una condición de baja tensión, el interruptor dispara, o si esta abierto, el mecanismo de operación para el cierre no permitirá que los contactos principales se toquen, aun momentáneamente. El dispositivo actúa para bloqueo o disparo cuando la tensión baja a un valor entre el 35% y 70% del nominal.

El dispositivo no interviene en la operación del interruptor, o se restablece, cuando la tensión alcanza un valor del 85% del nominal.

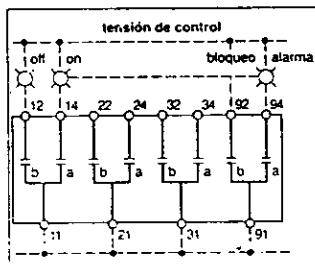


tensión nominal V	corriente (*) de entrada A	no. cat.	
60 Hz	120	0.050	36418
	240	0.020	36419
	480	0.014	36420
	600	0.010	36421
CD	24	0.037	36410
	48	0.022	36411
	125	0.014	36412

(*) durante 50 ms máximo

Fig. 6.4 Bobina MN

Contactos auxiliares y de alarma. Los contactos auxiliares son de un polo doble tiro y proporcionan información sobre la posición del interruptor. El contacto de alarma, suministra información de alarma y de bloqueo. Al restablecer el interruptor, el contacto "a" de alarma se abre y el contacto "b" de bloqueo se cierra. Este contacto acciona cuando el interruptor dispara, ya sea por medio de la unidad de disparo, por el dispositivo en derivación o el de baja tensión, o bien por el botón de disparo en la parte frontal.

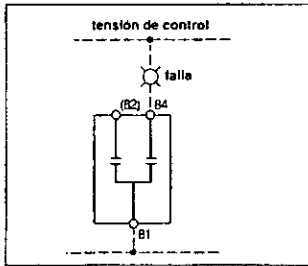


tensión V	3 OF + auxiliares	1 SD alarma	
50/60 Hz	240	6	5
	125	0.5	0.5
CD	250	0.25	0.25

3 aux. + 1 alarma	no. de cat.
	36402

Fig. 6.5 Contactos auxiliares

Contacto de disparo por sobrecorriente. El contacto 84 se cierra solamente cuando el interruptor dispara por acción de la unidad de disparo, ya sea por sobrecorriente o por falla a tierra. El contacto 82 se usa como bloqueo cuando se hace el restablecimiento en forma remota o automática.



	tensión nominal V	corriente A
50/60 Hz	240	2
CD	125	0.1

Fig. 6.6 Contacto de disparo

Motor eléctrico. El motor eléctrico permite la operación remota del interruptor. Además se dispone de una manija para operar el interruptor manualmente. Las tres posiciones: "cerrado", "disparo" y "abierto" quedan claramente indicadas por la palanca de operación. Se suministra en estándar lo necesario para instalar candado y bloquear la palanca en la posición de abierto. Cuando se bloquea es imposible cerrar el interruptor de manera local o remota. Los contactos de bloqueo interno desconectan eléctricamente el mecanismo motorizado cuando la cubierta frontal transparente se abre, así como cuando el motor está abierto para colocar auxiliares al interruptor.

Bajo condiciones de falla, la palanca de operación indica la posición de disparo del interruptor. Dependiendo del alambrado, es posible restablecer manualmente o en forma remota.

Nota. Si se usa un contacto de disparo por sobrecorriente no es posible el restablecimiento automático después de apertura de sobrecorriente. Sin embargo es posible el restablecimiento después de una apertura voluntaria local o remota.

Precaución:

El diagrama de control debe prepararse para bloqueo remoto con las ordenes de abrir y cerrar. Se recomienda que el contacto de disparo por sobrecorriente impida el restablecimiento después de una falla.

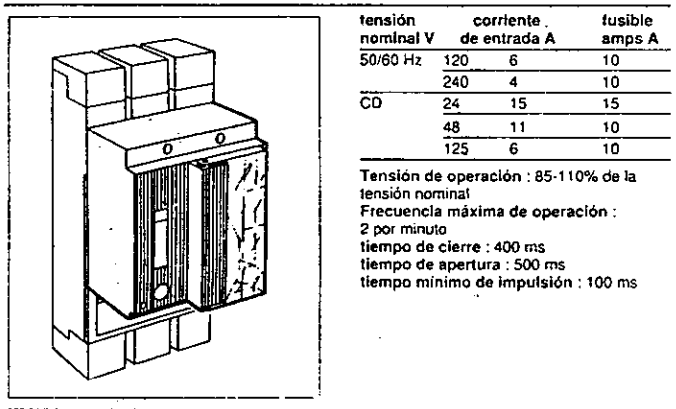


Fig. 6.7 Motor eléctrico

C1 Interruptor de límite

CV Contacto de seguridad, abre cuando: el interruptor se opera manualmente, el interruptor tiene candado, el mecanismo esta trabado.

CD contacto de alarma integrado, opera cuando el interruptor abre por falla o por acción de dispositivos de disparo.

CA Contacto de sello

CS Contacto para bloqueo eléctrico integrado, se usa como unidad automática para transferencia de fuente.

M Motor eléctrico

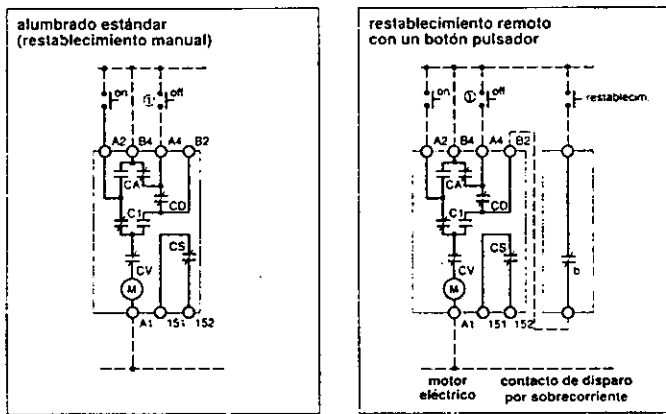


Fig.6.8 Diagrama de alambado del Select con sus accesorios

6.4 Unidades de control.

Los interruptores termomagnéticos Select NMS y HMS de Federal Pacific cuentan con diferentes unidades de control de acuerdo a las necesidades de protección.

Estas unidades de control se describen a continuación en base de menor a mayor complejidad o aplicación.

6.4.1 Unidad de control STR 25D

Para usos y servicios generales.

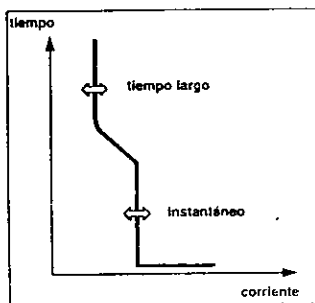
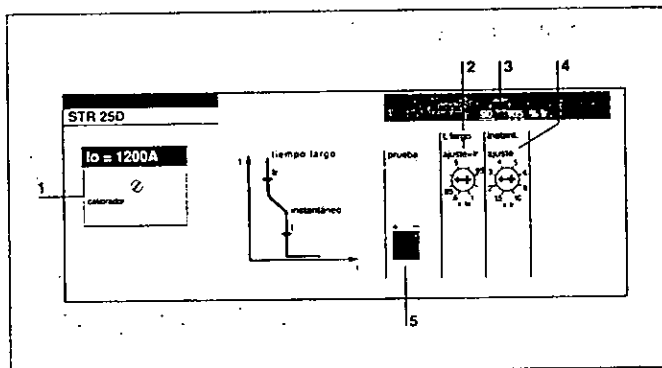


Fig. 6.9 STR 25D

- 1 Calibrador.
- 2 Ajuste de tiempo largo.
- 3 Indicador de alarma. Con luz fija señala el 90% de la carga, con luz intermitente el 105%, que es el límite inferior para el disparo.
- 4 Disparo instantáneo.
- 5 Conexión de prueba.

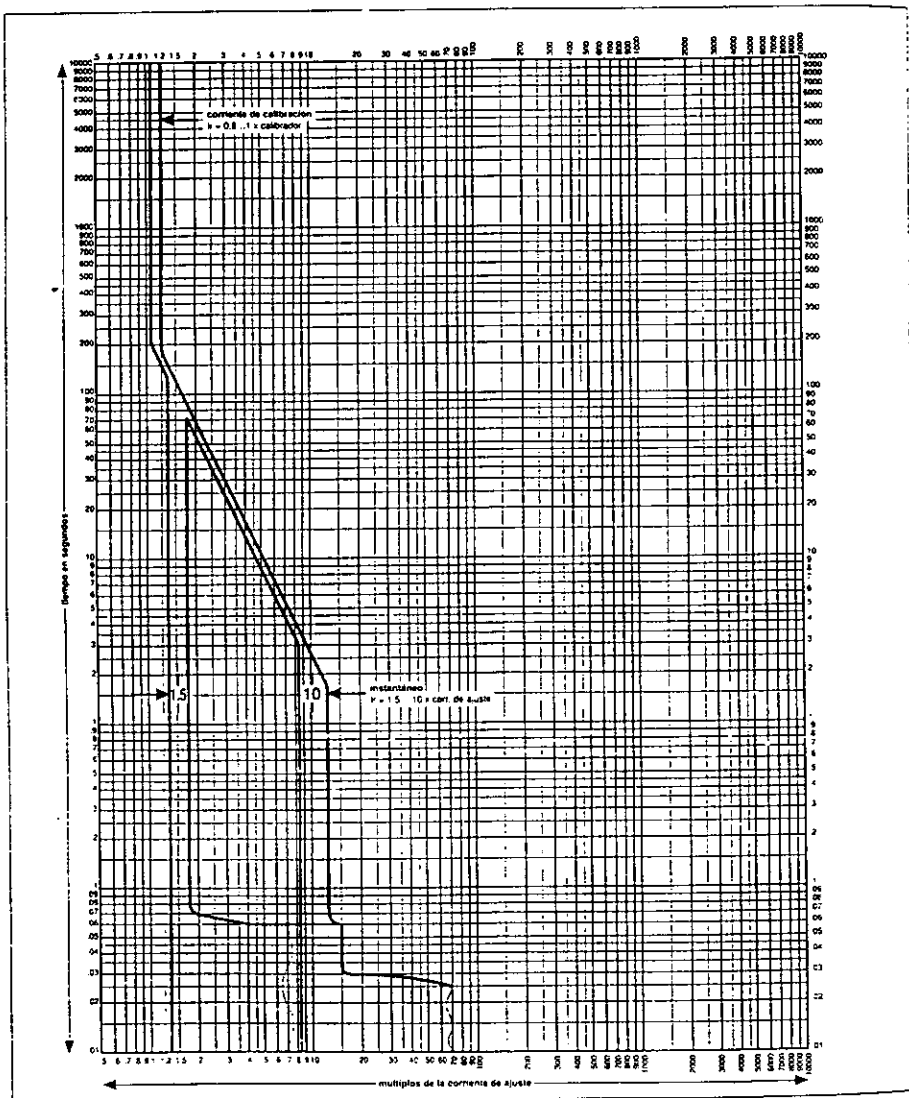


Fig. 10 Curva de disparo tiempo-corriente STR 25D

6.4.2 Unidad de control STR 45S

Para aplicaciones con selectividad.

Las curvas de disparo incluyen retardos ajustables tanto para la protección de tiempo largo como para la de tiempo corto.

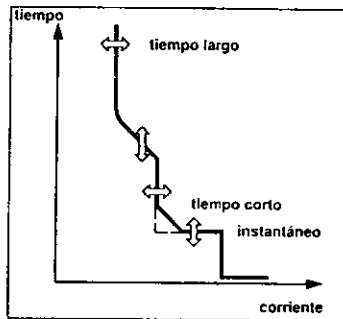
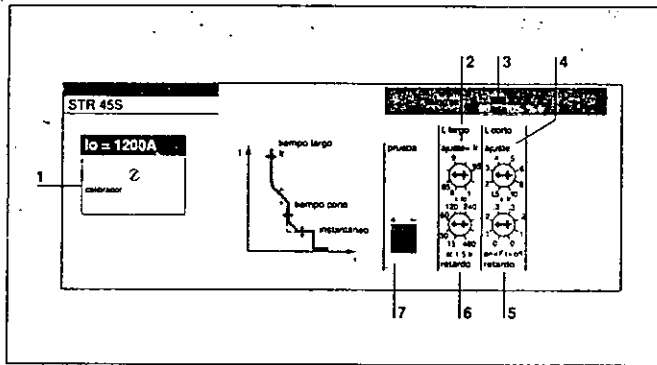


Fig. 6.11 STR 45S

- 1 Calibrador.
- 2 Ajuste de tiempo largo.
- 3 Indicador de alarma. Con luz fija señala el 90% de la carga, con luz intermitente el 105% que es el limite inferior para el disparo.
- 4 Tiempo corto e instantáneo.
- 5 Retraso de tiempo corto.
- 6 Retraso de tiempo largo.
- 7 Conexión de prueba.

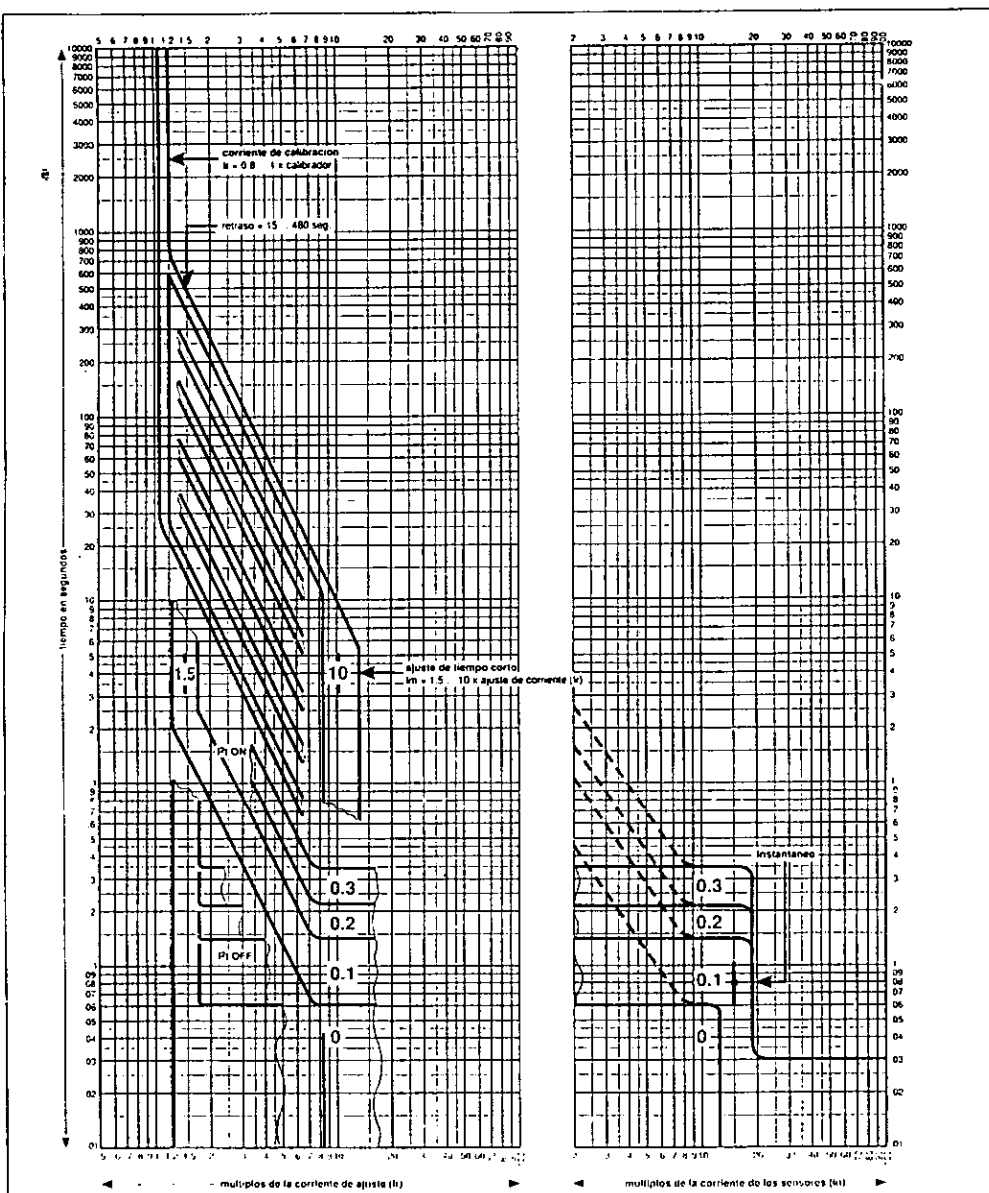


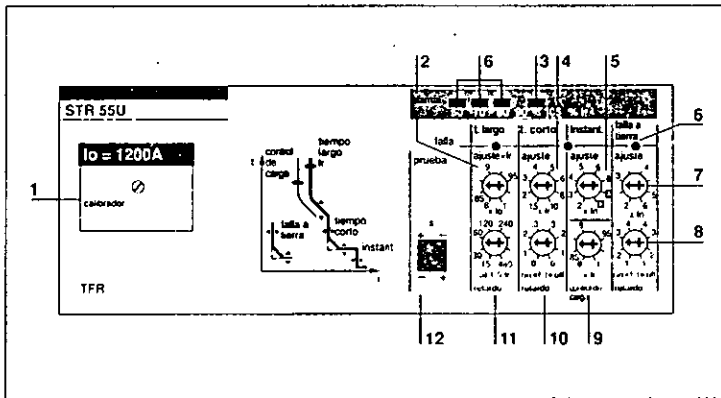
Fig. 6.12 Curva de disparo tiempo-corriente STR 455

6.4.3 Unidad de control STR 55UT

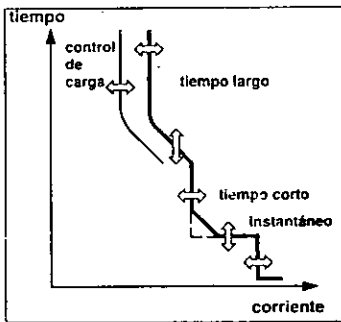
Para cualquier tipo de aplicación.

Gracias a una curva de disparo totalmente ajustable. Además viene en estándar con la protección de falla a tierra. La barra gráfica indica la carga en pasos de 60, 70 y 80% de la corriente de ajuste.

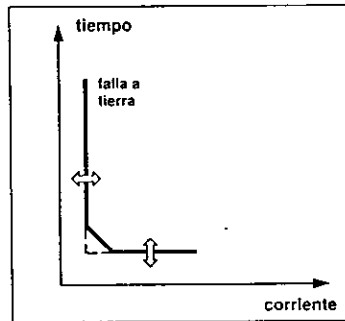
- 1 Calibrador.
- 2 Ajuste de tiempo largo.
- 3 Indicador de alarma: con luz fija señala en 90% de la carga, con luz intermitente el 105% que es el límite inferior de disparo.
- 4 Ajuste de tiempo corto.
- 5 Disparo instantáneo.
- 6 Indicadores locales de falla y carga: consiste de diodos (LED) en forma opcional.
- 7 Disparo de falla a tierra.
- 8 Retraso de falla a tierra (o vigilancia de la segunda carga)
- 9 Ajuste por vigilancia de carga. En forma opcional.
- 10 Retraso de tiempo corto.
- 11 Retraso de tiempo largo.
- 12 Conexión de prueba.



Protección de sobrecorriente



Protección de falla a tierra



(1) Ic2 no está disponible con opción T

Fig. 6.13 STR 55UT

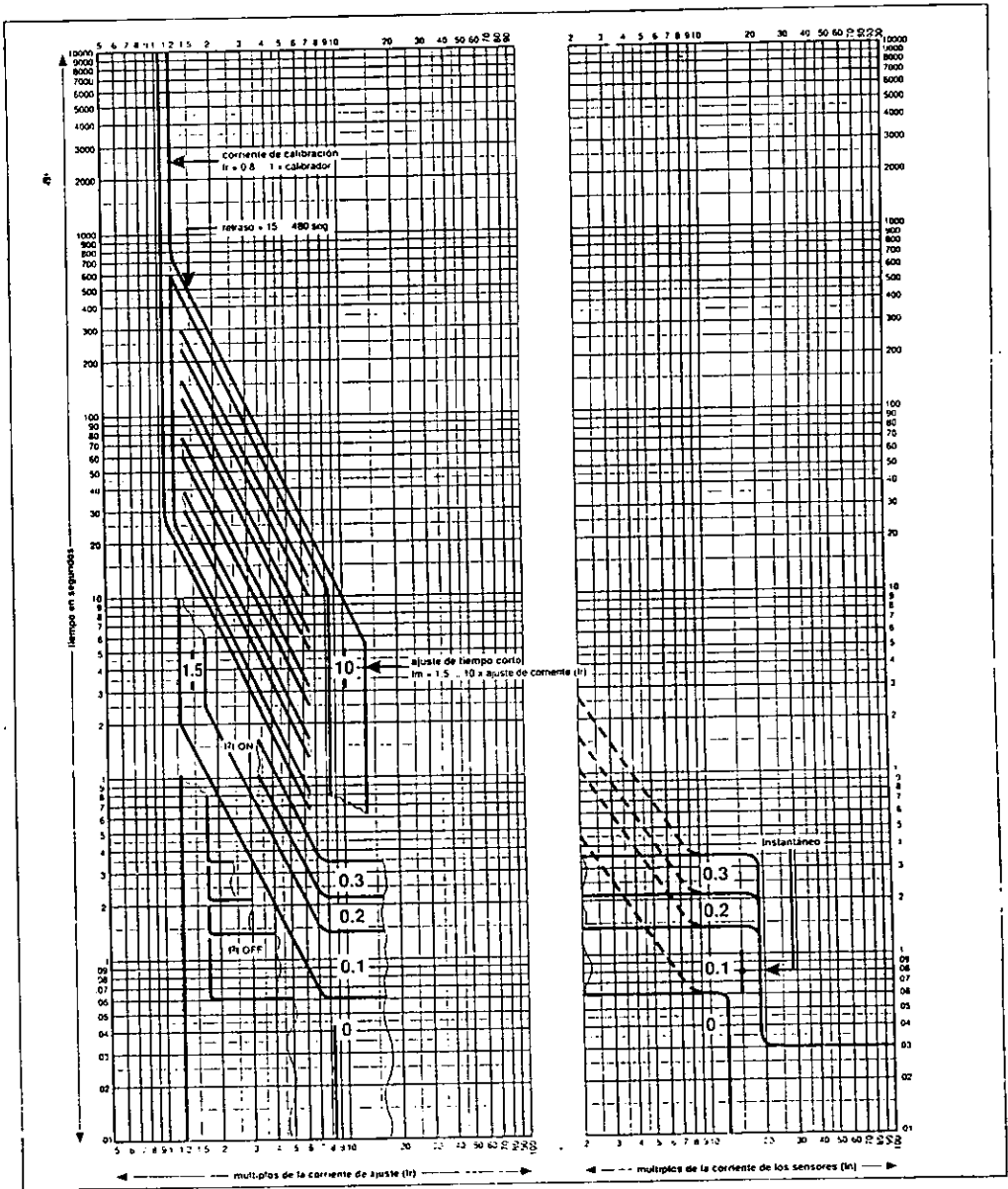


Fig. 6.14 Curva de disparo tiempo-corriente STR 55UT

6.5 Accesorios para las unidades de control.

Sensor externo. La protección a tierra puede aplicarse tanto a sistemas de 3F4H como 3F3H. En sistemas 3F4H debe usarse un sensor externo para el neutro, éste sensor debe tener la misma corriente nominal que el interruptor.

Los sensores siguientes se usan con el marco M con unidad de control STR 55UT: sensor para 800 amperes de intensidad con interruptores N/HMS de 600, 700 y 800 amperes; sensor para 1200 amperes de intensidad con interruptores N/HMS de 1000 o 1200 amperes.

La conexión del sensor debe hacerse conforme se indica en la figura y en la etiqueta del sensor.

Las terminales S1-S2 en el sensor son de tipo de conexión rápida y están formados por un receptáculo hembra de 1/4". Las terminales T1-T2 en el interruptor son del tipo de presión y están preparadas para recibir el cable de cobre calibre AGW 18 a 14.

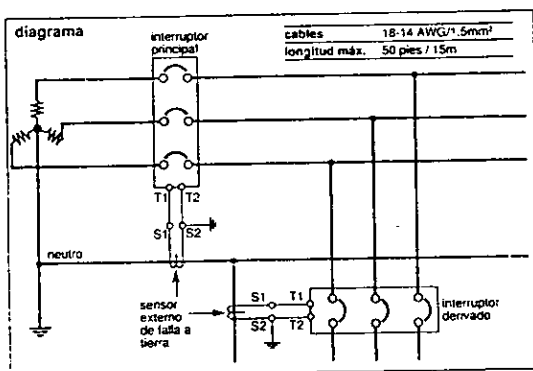


Fig 6.15 Sensor externo

Bloqueo de zona selectiva. La opción Z permite la selectividad y reduce la duración de la falla a diferencia de la protección convencional con retraso. Por medio de la interconexión de varias unidades de disparo se localiza la falla a tierra o el corto circuito, permitiéndose que solo el interruptor más cercano a la falla dispare con un retraso mínimo independientemente del ajuste para dicho retraso.

Falla 1.- El interruptor A eliminará la falla dentro del tiempo mínimo independientemente del ajuste de su retraso.

Falla 2.- El interruptor B informará al interruptor A, inmediatamente hacia la fuente, que esta eliminando la falla y evita que A dispare instantáneamente. Como un dispositivo de seguridad, el interruptor A disparará cuando transcurra el ajuste de su retraso, si la falla no se elimina durante ese tiempo.

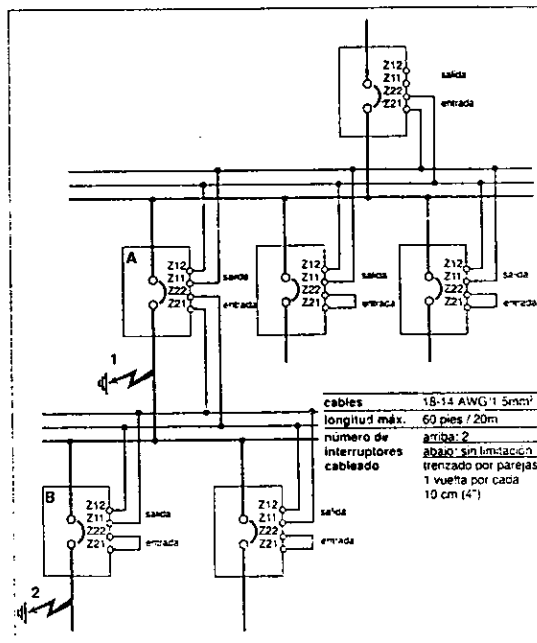


Fig. 6.16 Bloqueo de zona selectiva

NOTAS

Las terminales del interruptor se entregan con las terminales "in" puenteadas. Retire el puente cuando se haga bloqueo con un interruptor más alejado de la fuente.

El interruptor Select marco M, puede trabajar con este tipo de bloqueo con interruptores masterpact que tengan la opción Z.

No deben conectarse las terminales a tierra.

Control de carga (opción R). Con la opción R se dispone de dos contactos estáticos R_1-R_2 y R_3-R_4 que operan cuando la corriente excede los límites de activación independientes y ajustables. I_{c1} (R_1-R_2) se ajusta desde 0.8 hasta 1 la corriente de tiempo largo. I_{c2} (R_3-R_4) se ajusta desde 0.5 hasta 1 el mismo valor de la corriente. Cuando la corriente excede el límite de I_{c1} o I_{c2} , el contacto respectivo se cierra siguiendo una característica de tiempo inverso (contacto tipo a). Cuando la corriente cae por debajo del límite I_{c1} o I_{c2} , el contacto respectivo se abre con un retraso fijo de 10 segundos (contacto tipo b).

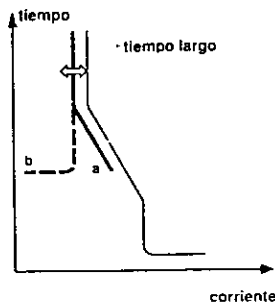


Fig. 6.17 Control de carga

Indicadores de falla y de carga (opción F). Los indicadores de falla discriminan tres causas de disparo: sobre carga, corto circuito y falla a tierra. La opción F dispone de diodos (LED) localizados en la parte frontal de la unidad de control.

La indicación de alarma con luz fija señala 90% de la carga y con luz intermitente, el 105% que es el limite inferior de disparo.

La barra gráfica indica la carga real en pasos de 60, 70 y 80% de la corriente ajustada. Se requiere una fuente de control independiente de control de 24 a 250 VCA o VCD. Cuando la tensión de control se considera poco confiable debe incluirse un modulo AD de energía auxiliar, así como el modulo de batería BAT, para conservar la memoria.



tensión de entrada para el módulo AD

CD : 24 - 48 - 125V

consumo : 10W

60Hz : 120V

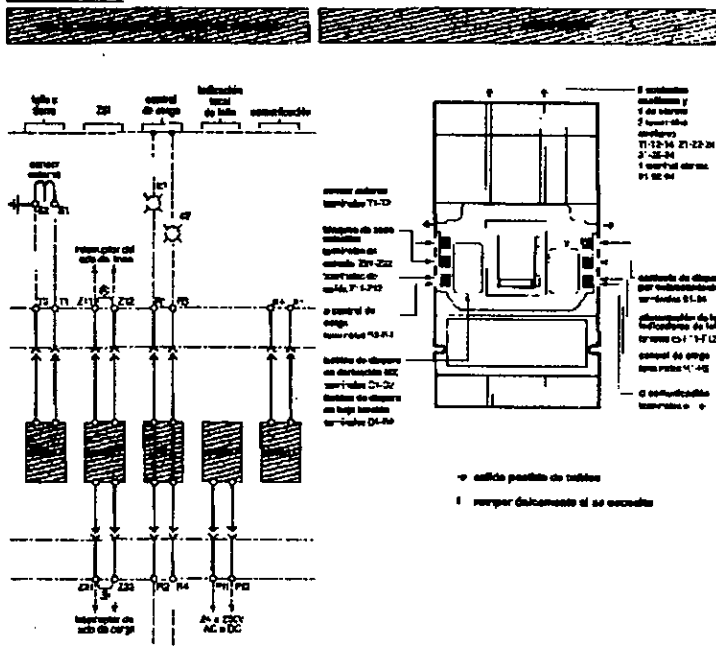
consumo : 10VA

Vida de la batería (BAT) :
aproximadamente 12 horas.

Fig. 6.18 Indicadores de falla y de carga

Comunicación (opción C). Transmisión de parámetros: I_1 , I_2 , I_3 , I_{max} , todos los ajustes de la unidad de control, identificación del calibrador, información del control de carga, indicación del control de carga, indicación de falla, alarma de temperatura interna, posición del interruptor, nivel de la memoria térmica.

La figura 6.19 muestra el diagrama de alambrado del interruptor Select NMS y HMS utilizando todas sus opciones de las unidades de control.



6.6 Ventajas.

Los interruptores Select NMS y HMS cuentan con las siguientes ventajas:

Función de aislamiento. La manija de operación indica la posición real de los contactos principales. La posición de "abierto" solamente se obtiene cuando los contactos principales están completamente abiertos. La manija estará en la posición "abierto" si el perno A puede engancharse en la ranura B del mecanismo de operación. En caso de soldadura firme de cualquier contacto debido a una aplicación incorrecta, el mecanismo impedirá que el perno enganche y que la manija pase a la posición "abierto".



Fig. 6.20 Función de aislamiento

Instalación fácil. Es posible una alimentación inversa; la dimensión es de fondo común ya que todos los interruptores de marco M, de capacidad normal N o de alta capacidad H, tienen un fondo común de 110 mm (4 1/2"); la conexión, consiste en que puede instalarse en la fábrica o en el campo con conectores para recibir cables de cobre o de aluminio; terminales integradas que se suministran como parte de los auxiliares y en consecuencia no se requieren terminales intermedias. Los auxiliares, que se mencionaron con detalle anteriormente, se localizan detrás de una cubierta frontal y al quitar esta cubierta no se obtiene acceso directo a partes vivas del interruptor. Los accesorios son adaptables en campo.

Aislamiento reforzado. La cubierta frontal del interruptor queda separada de los contactos principales por medio de dos barreras que permiten prueba eléctrica de 4000 volts entre los contactos principales y la cubierta frontal. Este aislamiento reforzado permite una seguridad máxima de operación e instalación de los dispositivos eléctricos auxiliares. El compartimento en el cual se instalan estos es totalmente independiente del compartimento de los contactos principales.

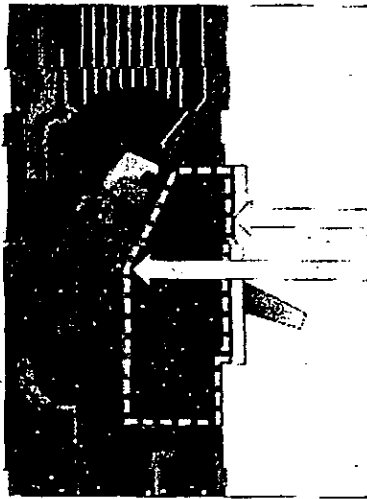


Fig. 6.21 Aislamiento reforzado

CONCLUSIONES

Es realmente importante que la persona interesada en cualquier tema relacionado con la utilización y/o operación de interruptores en baja tensión, comprenda desde el inicio y de la manera más sencilla el funcionamiento básico, tanto del equipo como de los principios teóricos, esto con el fin de agilizar el aprendizaje, y por lo tanto, darle una mejor aplicación en beneficio del ser humano y brindarle así, una seguridad para la operación correcta, y en algunos casos incorrecta, de los equipos.

El interruptor es un medio de protección que tiene una gran utilización en todos los niveles, desde la pequeña línea doméstica hasta la más grande industria lo requiere de forma absolutamente necesaria ya que es una manera cómoda, practica y confiable de proporcionar seguridad a la instalación eléctrica, a las cargas que se conectan a ésta y por supuesto al personal que lo opera.

Con el avance acelerado de la industria y la necesidad de mejores sistemas de protección, los interruptores requieren cada vez mas cubrir con las normas y en muchos casos superar estas para poder competir el mercado.

La selección de los interruptores se debe hacer siempre tomando en cuenta las necesidades particulares de cada caso, como lo son seguridad, confiabilidad, eficiencia sin olvidar la economía y de esta manera elegir la mejor opción de protección que se requiere.

Para poder realizar ésto, el ingeniero deberá de aplicar sus conocimientos de cálculo de corrientes de falla y complementarlos con las necesidades de la instalación y operación de los equipos que se desea proteger, asimismo conocer el variado mercado de los interruptores para hacer la mejor selección que vaya de acuerdo a los resultados que obtenga de acuerdo a sus cálculos y consideraciones necesarias.

Al existir un mercado tan amplio y tan variado de alternativas de utilización de sistemas de protección se deberá tener siempre en cuenta que requisitos cubre cada una de las opciones a elegir así como los diferentes accesorios que puede o no, llevar el interruptor seleccionado y tomarse esto en cuenta ya que se podría inferir en errores de toma de decisión al no cumplir los requerimientos necesarios un dispositivo por si mismo sino que tenga que resultar indispensable el montarlo con accesorios que puedan significar un costo mayor que el de otra opción que a primera vista pueda resultar más costoso.

BIBLIOGRAFIA

- Instalaciones Eléctricas.
Castelfranchi Giuseppe.
Ed. Gustavo Gili. 1987.
- Estaciones Transformadoras y de Distribución.
Zoppetti J. Gaudencio.
Ed Gustavo Gili. 1982
- Elementos de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales.
Enriquez H. Gilberto.
Ed. Limusa. 1996
- Instalaciones Eléctricas Industriales.
Camarena M. Pedro.
Ed. CECSA. 1982.
- Protecciones en las Instalaciones Eléctricas.
Montane S. Paulino.
Ed. Marcombo. 1986
- Líneas e Instalaciones Eléctricas.
Luca M. Carlos.
Ed. RSI. 1982
- Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia.
Stevenson William.
Ed. McGraw Hill. 1984.
- Protección de Instalaciones Eléctricas, Industriales y Comerciales.
Enriquez H. Gilberto.
Ed. Limusa. 1991.
- NOM-001 SEMP 1994.
Norma Oficial Mexicana.
SEP. 1996.

- Instalaciones Eléctricas e Iluminación.

Lawrence Mike.

Ed. Gustavo Gili. 1995.

- Manual Practico de Instalaciones Eléctricas.

Ritcher H. P.

Compañía Editorial Continental. 1995.

- Guía para el Diseño de Instalaciones Eléctricas, Residenciales, Industriales y Comerciales.

Enriquez H. Gilberto.

Ed. Limusa 1996.

- El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales.

Enriquez H. Gilberto.

Ed Limusa. 1996.

- El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales.

Enriquez H. Gilberto.

Ed Limusa. 1996.

- Cutler-Hammer.

Catalogo General 1997.

Eaton.

- Interruptores Termomagnéticos.

Federal Pacific.

Catalogo 94. 1994.

- Select NMS/HMS.

Manual Técnico.

Federal Pacific. 1997.

- Interruptores Termomagnéticos. Multi 9.

Merlin Gerin.

Catálogo 93. 1993.

- Compendiado No. 22.

Equipos de Distribución Eléctrica.

Square D. 1996.