

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
NUEVO LEON**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**COORDINACION DE PROTECCIONES EN SISTEMAS
ELECTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S. A. DE C. V**

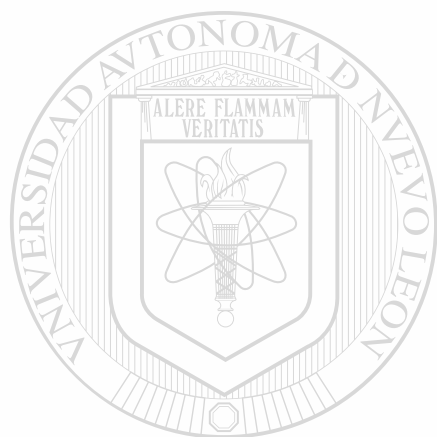
POR:

ING. ERNESTO SANMIGUEL GARZA

TESIS:

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA INGENIERIA ELECTRICA CON ESPECIALIDAD
EN POTENCIA ELECTRICA**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. DICIEMBRE DEL 2001



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



COORDINACION DE PROTECCIONES EN SISTEMAS
ELECTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S. A. DE C. V.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR:

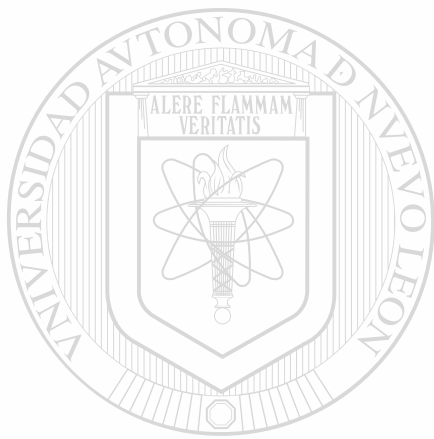
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
ING. ERNESTO SANMIGUEL GARZA

TESIS:

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA INGENIERIA ELECTRICA CON ESPECIALIDAD
EN POTENCIA ELECTRICA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. DICIEMBRE DEL 2001





UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

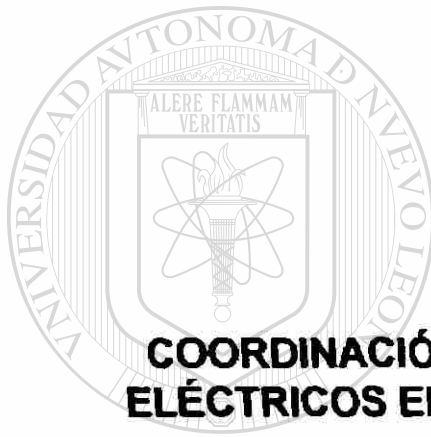
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S.A. DE C.V.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

ING. ERNESTO SANMIGUEL GARZA

TESIS

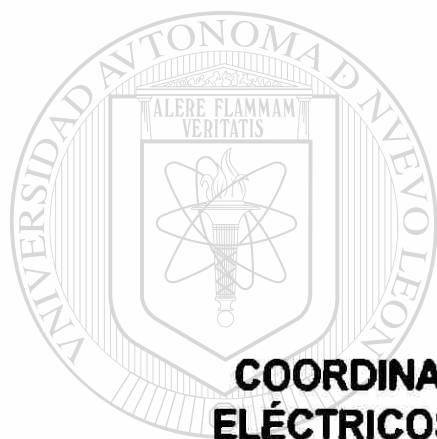
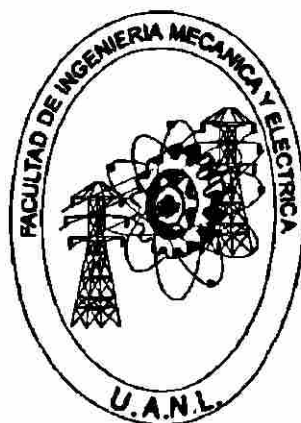
**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA ELECTRICA**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. DICIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S.A. DE C.V.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

ING. ERNESTO SANMIGUEL GARZA

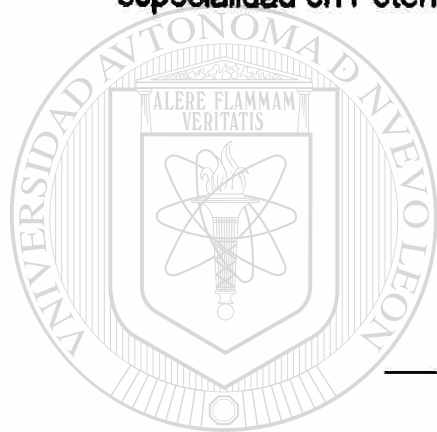
TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA ELECTRICA**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. DICIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN SISTEMAS ELÉCTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S.A.DE.C.V.", realizada por el alumno Ing. Ernesto Sanmiguel Garza, matrícula 1033035 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con especialidad en Potencia.



El Comité de Tesis

ASESOR

M.C. Evelio P. González Flores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

M.C. Paz Vicente Cantú Gutiérrez
COASESOR

DR. Fernando M. Betancourt R.
COASESOR

Vó. Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León a 30 de Noviembre de 2001

DEDICATORIA

A DIOS.....por darme la oportunidad de vivir y mantenerme en salud.

**A mis padres Sr. Jorge Sanmiguel Donovan y Josefina Garza Garza.
¡GRACIAS! Por enseñarme todo lo que he aprendido de ustedes por su apoyo que me brindaron; el cual me han ayudado a trazar un camino en mi vida. Y porque se que les doy una satisfacción desde antes esperada.**

A mis hermanos que los quiero y se que les dará gusto ver terminados mis estudios.

A mis maestros por compartirme sus experiencias y conocimientos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A mis compañeros y amigos por darme un tesoro....su amistad.

A mi esposa Gloria Resendez Torres por tener su comprensión y amor por haberla sacrificado para sacar adelante ala familia. Que espero pagarle dándole amor y felicidad.

A mis hijas Marlene y Judith porque ellas son la base de mi superación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en una forma muy sincera al M.C. Evelio P. González Flores. Asesor de esta tesis al M.C. Marco Antonio Méndez Cavazos por su valiosa atención; que le dedico a la elaboración de esta tesis; al DR. Fernando Betancourd Ramírez, al M.C. Enrique Betancourd Ramírez ; al DR. Cesar Elizondo al M.C. Félix González Estrada, los cuales me compartieron sus conocimientos y experiencias.

A Industria del Alkali S.A. de C.V. por la oportunidad y apoyo económico y del tiempo para llevar a cabo dicha maestría.

A mi familia por su paciencia y soporte que siempre me han brindado.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, le doy gracias por la oportunidad que me ofreció al concederme un lugar en esta institución, facilitándome la realización de mis estudios.

PROLOGO

La oficina de registro de profesionales de la ingeniería de los Estados Unidos define la ingeniería como:

"Ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las matemáticas y de las ciencias adquirido a través del estudio, la experiencia y la practica, se aplica con buen juicio en el desarrollo de modos de utilizar, económicamente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio del genero humano".

Estas soluciones, por el hecho de ser necesarias o deseadas por la sociedad, están sujetas a restricciones de tipo legal, ambiental y económicas. Es por ello que la practica de la ingeniería es altamente interactiva y tiene muchas restricciones, lo que también significa un alto reto. Así la ingeniería esta tan entretejida en la sociedad moderna, que se encuentran ingenieros en una muy amplia gama de aspectos y actividades. El corazón de estas actividades es el proceso de diseño.

Un aspecto de vital importancia pero con frecuencia desatendido en el proceso de diseño, es el aspecto del riesgo, sobretodo en su relación con la sociedad. El riesgo es el potencial de producir alguna consecuencia no deseada o negativa de un evento. El riesgo es parte de nuestra existencia como individuos y de la sociedad como un todo. Como parte de la sociedad, nos damos cuenta de los riesgos sociales diariamente a través de los medios de comunicación. La lista de riesgos en una sociedad tan avanzada desde el punto de vista tecnológico es interminable.

Los riesgos sociales se clasifican como sigue:

<u>Categoría de riesgo</u>	<u>Ejemplo</u>
1. - Enfermedades infecciosas y degenerativas	gripes, problemas cardiacos, sida.
2. - Desastres Naturales	Terremotos
3. - Fallas de grandes sistemas tecnológicos	Rotura de presas, plantas generadoras, aviones, barcos.
4. - Accidentes pequeños	Accidentes automovilísticos, fallas de herramienta y artículos deportivos.
5. - Problemas Sociales	Terrorismo, proliferación nuclear.

Puede notarse que las categorías 3 y 4 están directamente relacionadas con actividades propias de la ingeniería y en las categorías 2 y 5 pueden ser en ocasiones ser consecuencias de restricciones durante los procesos de diseño de ingeniería.

El riesgo en ingeniería puede considerarse como el enlace del crecimiento tecnológico y los valores sociales en la manera como se reflejan en la política.

Las evaluaciones de los riesgos son cada vez más importantes en el diseño de sistemas en función de su creciente complejidad. Los riesgos relacionados con los sistemas no necesariamente ocurren porque estos han sido ignorados durante el diseño. Se pueden presentar aspectos como diseños que en su

tiempo se desarrollan con la mejor información disponible, pero que con el tiempo se encontraron riesgos incluso altos, como por ejemplo, el tiempo que paso para determinar que el asbesto es cancerígeno. Otro aspecto son condiciones anormales de operación que no fueron parte del diseño.

Cuando se analizan específicamente sistemas de ingeniería, el riesgo se evalúa como confiabilidad y disponibilidad de un sistema. Ambos aspectos se relacionan con el mantenimiento y la reparación de los sistemas. Si un componente que falla puede repararse mientras otro componente redundante lo suple, la confiabilidad del sistema se aumenta. De la misma manera si se rempazan partes sujetas a desgaste antes que se presente una falla, la necesidad de reparar un componente o parte del sistema cuando este se encuentra "en serie" con el sistema, disminuye su confiabilidad, ya que el sistema no opera mientras se repara la parte que ha fallado.

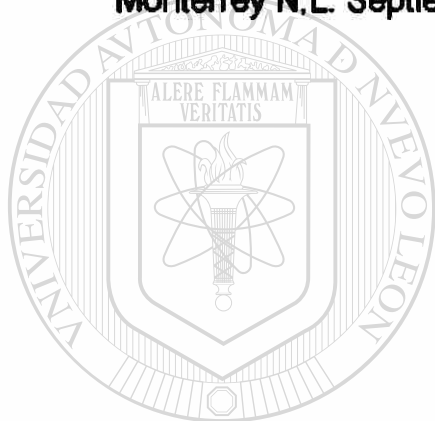
Este trabajo desarrollado por el ing. Ernesto Sanmiguel Garza como parte de los requisitos para la obtención del grado de Maestría en ciencias, especialidad Potencia Eléctrica será particularmente útil para el lector que requiera seleccionar el equipo adecuado para un sistema eléctrico en el que se requiera confiabilidad y disponibilidad.

Este trabajo es el fruto de los años de experiencia del ing. Sanmiguel en el desarrollo de proyectos exitosos y muy particularmente en el mantenimiento de sistemas eléctricos de potencia, reforzado por los cursos y trabajos del programa de estudios para la obtención del grado de Maestro en Ciencias de esta especialidad.

Estamos seguros que los éxitos profesionales el ing. Sanmiguel continuara en el futuro. Ha alcanzado una meta que se había propuesto. Su dedicación y entusiasmo por el crecimiento profesional seguirá siendo la constante que lo caracteriza

Ing. Antonio Reens Hertz.

Monterrey N.L. Septiembre del 2001



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN SISTEMAS ELÉCTRICOS EN INDUSTRIA DEL ALCALI S.A. DE C.V.

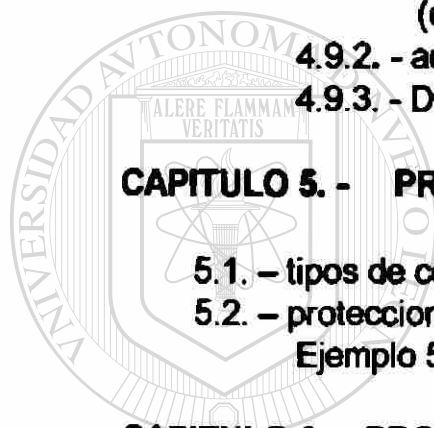
TEMA	pagina
SÍNTESIS.....	1
CAPITULO 1. - INTRODUCCION.	
1.1. – Descripción del problema a resolver.	3
1.2. - Objetivo de la tesis.....	3
1.3. – Hipótesis.....	4
1.4. – Justificación.....	4
1.5. – Limites de estudio.....	4
1.6. – Metodología.....	4
1.7. – Revisión Bibliografica.....	5
CAPITULO 2. - TIPOS DE CABLES ELECTRICOS Y DESCRIPCION DE USOS.....	6
2.1. – Diseño y funcionamiento de cables de energía con Aislamiento Sólido.....	18
2.2. – Selección de tablas para conductores.	31
Ejemplo 2.1.....	37
Ejemplo 2.2.....	38
CAPITULO 3.- ESTUDIO DE PROTECCIONES POR MEDIO DE FUSIBLES.....	39
3.1. – Porque proteger contra sobrecorrientes.....	39
3.2. - Que es una protección con calidad.....	40
3.3. - Tipos de sobrecorrientes y efectos.....	40
3.3.1. - Sobrecargas.....	40
3.3.2. - Sobrecargas sostenidas.....	41
3.3.3. - Sobrecargas temporales.....	41
3.3.4. - Corto circuito y sus causas.....	42
3.3.5. - Ejemplo.....	42
3.3.6. - Efectos de corriente de corto circuito.....	42
3.3.7. - Calentamiento	42
3.3.8. - Estrés magnético.....	43
3.3.9. - Arco eléctrico.....	43
3.4. - Características de los fusibles (600 volts y menores).....	44
3.4.1. - Niveles de voltaje.....	44
3.4.2. - Nivel máximo de interrupción de corriente.....	45
3.4.3. - fusibles con capacidad interruptiva de 300,000 amp.(ACI)..	45

3.5. - Características tiempo corriente.....	46
3.5.1. - Sobrecargas.....	46
3.5.2. - Fusibles con acción rápida.....	46
3.5.3. - Fusibles con retardo de tiempo.....	47
3.5.4. - Fusibles con acción muy rápida.....	48
3.5.5. - Fusibles con limite de corriente.....	48
3.5.6. - Fusible de doble elemento.....	49
3.5.7. - Fusibles de rápida acción.....	49
3.6. - Gráficas de pico máximo de corriente.....	52
3.7. - Coordinación de protecciones.....	56
3.7.1. - Selección de fusibles.	57
3.7.2. - Clases de fusibles y sus aplicaciones.....	58
3.7.3. - Fusibles clase G (0 - 60 A).....	59
3.7.4. - Fusibles clase H (0 – 600 A).....	59
3.7.5. - Fusibles clase J (0 – 600 A).....	60
3.7.6. - Fusibles clase K (0 – 600 A).....	60
3.7.7. - Fusibles clase L (0 – 600 A).....	61
3.7.8. - Fusibles misceláneos.....	62
3.7.9. - Limitadores para cable.....	62
3.8. - Fusibles aplicados a semiconductores.....	62
3.9. - Fusibles para banco de capacitores.....	63
3.9.1. - Protección contra sobrecorriente.....	64
3.10. - Aplicación de los fusibles.....	64
3.10.1. - Circuitos de protección para el interruptor.....	65
3.10.2. - Protección de cables y alambres.....	66
3.10.3. - Protección contra corto circuito para arranque de Motores.....	66
3.10.4. - protección de motores contra sobre corrientes.....	67
3.11. - Protección de transformadores.....	68
3.12. - Fusibles de alta tensión.....	69
3.12.1. - Definiciones de la curva.....	69
3.12.2. - Tipos de pruebas a fusibles de alta tensión.....	70
3.12.3. - Tipos de fusible de alta tensión.....	71
3.13. - Hilos fusibles de media y alta tensión.....	74
3.14. - Fusibles driescher y wittjohan driwisa.....	76
3.15. - Protección primaria con fusibles a transformadores.....	84
Ejemplo.....	89

CAPITULO 4. – INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS.....90

4.1. - Descripción general.....	90
4.2. - Selección de fusible e interruptor de seguridad.....	94
4.3. - Interruptores termomagneticos QO y QOB.....	95

4.4. - Interruptores termomagneticos	97
4.4.1. - Características.....	97
4.4.2. - Ventajas de los interruptores termomagneticos.....	98
4.5. - Interruptor de disparo ajustable magnético instantáneo.....	100
4.6. - Interruptores automáticos y no automáticos.....	102
4.6.1. - Características de interruptores no automáticos.....	103
4.6.2. – características generales de los interruptor Automáticos y no Automáticos.	104
4.7. - Interruptores termomagneticos con protección de falla a tierra..	106
4.7.1. - requerimientos de disparo para la protección de falla a Tierra.....	107
4.8. - Tablas de selección de Interruptores termomagneticos.....	111
4.9. - Interruptores electromagnéticos.....	125
4.9.1 - Tipo de protección para los Interruptores (centros de carga).....	126
4.9.2. - auxiliares eléctricos masterpact.....	127
4.9.3. - Dispositivos de bloqueo.....	128
CAPITULO 5. - PROTECCION PARA MOTORES.....	129
5.1. – tipos de contactores y arrancadores.....	132
5.2. – protecciones por sobrecargas sostenidas.....	140
Ejemplo 5.1.....	147
CAPITULO 6. – PROTECCIÓN A TRANSFORMADORES DE POTENCIA POR MEDIO DE RELEVADORES.....	148
6.1. – Características.....	148
6.2. – Causas que originan fallas en el sistema eléctrico.....	150
6.2.1. – Sobrecarga.....	150
6.2.2. - Corto Circuito.....	151
6.2.3. – Caída de tensión.....	152
6.2.4. – Elevación de tensión.....	152
6.2.5. – Inversión de flujo de potencia.....	152
6.2.6. – Aviación de frecuencia.....	152
6.3. – Elementos que intervienen en un sistema de protección.....	153
6.4. – Transformadores de instrumentos.....	155
6.5. – Transformadores de corriente.....	156
6.6. - La evaluación del uso de protecciones por relevadores.....	157
6.6.1. – Conceptos básicos y consideraciones fundamentales en la protección por relevadores.....	158
6.7. – Definición, principios, características, y fundamentos de la operación de los diferentes tipos de relevadores de potencia ...	168



6.7.1. –Definiciones.....	168
6.7.2. – Clasificación de los reles.....	168
6.7.3. – Principios en que se basan los relevadores.....	170
6.7.4. – Características de los relevadores.....	176
6.7.5. – Reposición (reset).....	178
6.8. – Descripción general de la protección de sobrecorriente.....	179
6.8.1. – Protección de sobrecorriente.....	179
6.8.2. – Ejemplo de un ajuste.....	183
6.9. – Diagrama de conexión de una protección de sobrecorriente y tierra.....	184

CAPITULO 7 ANALISIS DE COORDINACIÓN DE UN SISTEMA

ELECTRICO.....	192
7.1.- Introducción.....	192
7.2.- Cálculos de Protecciones y Corto Circuito	196
7.3.- Falla de corto circuito en línea de 13.8 k.v.....	219
7.4.- Normas Aplicadas al Estudio protección a equipos por falla a Tierra.....	230

CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....

8.1.- Introducción.....	241
8.2.- Recomendaciones	242
8.3.- Conclusiones.....	243

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Bibliografía.....	245
Lista de tablas.....	246
Lista de figuras.....	249
Listado de fotografías.....	252
Glosario.....	254
Resumen Autobiográfico.....	257

SÍNTESIS

La presente tesis, elaborada bajo experiencias basadas en Industria del Alcalí S.A.de C.V. tiene como finalidad brindar la información necesaria a las personas que están relacionadas con el proceso de diseño de ingeniería eléctrica, y relacionado con el estudio de los principios y fundamentos básicos de los elementos a proteger, aplicando la coordinación de protecciones, desde la correcta selección del cable, graficas de límite de corriente y capacidad en amperes por calibre del conductor, ya que un cable mal seleccionado provoca daños por la capacidad de corriente que circula por el conductor o también si se selecciona con una capacidad mayor de la necesaria, implica un gasto innecesario no solo porque se incrementa el costo del cable, sino por la necesidad de seleccionar otros elementos de mayor tamaño, como por ejemplo la tubería conduit.

Además se ofrece un amplio estudio de los diversos fusibles para proteger motores de inducción, y subestaciones secundarias. En las subestaciones se utilizan fusibles de ácido bórico que tienen el tiempo de repuesta más rápido que el eslabón fusible tipo "K" o tipo "T"; éstos fusibles de ácido bórico se instalan en interruptores de alta tensión, lo que se ilustra con fotografías para una mayor claridad; se dan a conocer las diferentes tablas de selección de fusibles dependiendo del rango de voltaje de alimentación, la potencia de los transformadores y motores eléctricos; se aplican las diferentes gráficas de corriente permitida en cada tipo de fusible para determinar la correcta coordinación de protecciones y no afectar toda la línea de trasmisión, o se produzcan daños en los transformadores por el primario y secundario. Todo esto con la finalidad que al presentarse un problema no afecte otros equipos ajenos al punto donde se registró el problema.

En la industria antes mencionada el incremento de equipo eléctrico, consiste en subestaciones y motores de inducción de gran capacidad, en lo que es importante abundar en las protecciones del transformador por el secundario, y en los motores de inducción, seleccionando los diferentes tipos de interruptores termomagnéticos y electromagnéticos aplicando tablas de selección según su capacidad de conducción y sus graficas de disparo de máxima corriente de corto circuito, y la capacidad interruptiva de los mismos interruptores termomagnéticos.

Se muestran los diferentes modelos de contactores y protecciones contra sobre cargas sostenidas. En este proyecto se utilizaron también arrancadores electrónicos, que es hoy la tecnología de punta, a su vez los arrancadores electrónicos tiene su característica de disminuir la corriente de arranque de los motores de inducción de gran capacidad, en lo que se refleja, el ahorro de energía.

Se analizaron las protecciones por relevadores electromecánicos para hacer más segura la coordinación de protecciones; se muestran diversos diagramas para la conexión de los relevadores y con fotografías se ilustra lo que se realizó en el campo, tanto en instalaciones de relevadores, como de transformadores y motores eléctricos.

Basándose en la información dada, se utilizaron los dispositivos correctos de protección de acuerdo con experiencias anteriores en protecciones en sistemas eléctricos. Se incluyen estudios de coordinación basados en ejemplos reales de la industria mencionada con el fin de ilustrar el campo de aplicación donde se logró una coordinación tal que opere solamente el dispositivo más cercano a la falla.

CAPITULO 1

COORDINACION DE PROTECCIONES EN SISTEMAS ELECTRICOS INDUSTRIALES EN INDUSTRIA DEL ALCALI S.A. DE C.V.

1.1. - DESCRIPCION DEL PROBLEMA A RESOLVER.

En las instalaciones eléctricas de industria del Alkali S.A.de C.V. Se aumento el equipo eléctrico, lo que origino realizar un estudio apropiado de las protecciones de los motores de inducción, y de los transformadores de potencia.

Esta situación origina lo siguiente;

- ❖ Motores quemados.
- ❖ Cortes de energía de las subestaciones reductoras de voltaje.
- ❖ Calentamiento en conductores.

El resultado final repercute directamente en incrementos de los costos en equipo eléctrico, mantenimiento, baja calidad de los productos, y perdidas en la producción.

1.2. -OBJETIVO DE LA TESIS.

Desarrollar un estudio analítico en el sistema eléctrico de las instalaciones de la industria mencionada, para establecer la secuencia de coordinación adecuada en las protecciones de los circuitos para las redes de suministro de energía.

El mencionado objetivo, se logra mediante la correcta selección de los dispositivos de seguridad eléctricos, para con esto obtener las protecciones adecuadas en las personas, instalaciones, y equipos. Su cobertura incluye: Motores de Inducción, Interruptores, Elementos Fusibles y Transformadores.

1.3. - HIPOTESIS.

Con este estudio se muestra un panorama optimo para eliminar el índice de frecuencia de fallas en los sistemas eléctricos, de las instalaciones de los motores y de los cortes de energía de las subestaciones.

1.4. - JUSTIFICACION.

En la empresa antes mencionada se justifica esta tesis debido al aumento del equipo eléctrico y la necesidad de actualizar nuestro estudio de corto circuito y coordinación de protecciones para evitar problemas mayores en las instalaciones eléctricas sin afectar la producción.

1.5. - LIMITES DE ESTUDIO.

Comprende: Desde la protección local de los motores a baja tensión 480volts incluyendo transformadores reductores de 110kv. a 13.8kv y de 13.8kv. a 480volts.

1.6. - METODOLOGIA.

- ❖ Memorias de calculo para:
 - Selección de Cables eléctricos.
 - Motores de Inducción
 - Transformadores
 - Interruptores
- ❖ Análisis de Protección para motores por sobre cargas sostenidas.
- ❖ Estudio de corto circuito para los motores y transformadores.

- ❖ Aplicación de Curvas de disparo de los fusibles en alta tensión y de los Interruptores.

- ❖ Análisis de Protección para la subestacion por: Sobre corriente, sobre voltaje, desbalance de fases, y falla de fases. Aplicado con Relevadores electromecánicos.

- ❖ Propuestas finales con soluciones definitivas.

1.7.- Revisión Bibliografica.

Para el desarrollo de este trabajo se uso la literatura de autores como Altuve Ferrer, Donal Beeman, Gilberto Enriquez Harper, y Russell Masón, de los cuales se aprovecho su conocimiento de la energía eléctrica, su distribución y sus protecciones además de aportar algo de experiencia propia.

Los sistemas eléctricos de potencia han tenido un notable desarrollo en las ultimas décadas, esto debido al considerable crecimiento de nuestra población, sabiendo que el servicio de las redes de distribución debe ser más eficiente cada día, para ello se requiere de mayores y mejores sistemas de protección de las mismas, no pasando por alto la integridad de las personas.

Se aplico conceptos de la Norma Oficial Mexicana, y el código Nacional Eléctrico para normatizar los ejemplos basándose en ella para una selección de materiales adecuados y el cableado adecuado.

Se uso manuales que están descritos en la bibliografía para la selección de cables y sus tablas de aplicación, así como el amplio conocimiento de los diversos tipos de fusibles, e interruptores termomagnéticos y electromagnéticos mostrando graficas y tablas de diversos marcos y Capacidades, se muestran los arrancadores electrónicos y protecciones de Motor Saver lo cual es tecnología de punta para una mejor protección del equipo, se tomo catálogos de arrancadores allen bradley para ver la diversidad de contactores así como lá protecciones de sobrecorriente , esto para tener diversidad en la selección de materiales dependiendo marcas y presupuesto económico de la industria .

De las paginas de Internet se reviso productos y materiales para la industria.

CAPITULO 2

TIPOS DE CABLES ELÉCTRICOS Y DESCRIPCIÓN DE USOS

Alambres y cables vinicon LS alta capacidad (105°C), tipo THW/THHW.

FIGURA 2.1



DESCRIPCIÓN :

Alambre o cable de un conductor con aislamiento termoplástico.

CONSTRUCCIÓN DEL CONDUCTOR:

Alambre o cable de cobre suave en cableado concéntrico clase B comprimido.

Alambres según NOM –J-36 y NOM – J-10.

Calibres 14 AWG a 6 AWG (2.08mm² a 507mm²).

AISLAMIENTO:

Material termoplástico extruido, a base de policloruro de vinilo (pvc) especialmente formulado para 105°c., con características de numero de propagación de incendio y baja emisión de humos densos y toxicos.

TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR:

600 VOLTS.

TEMPERATURA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR:

105°C., máxima, en ambiente seco, 90°c en ambiente humedo y 75°c en presencia de agua.

 APLICACIONES:

Estos alambres y cables vinicon LS alta capacidad estan diseñados para usarse en alambrado general, iluminación circuitos de energia de baja tensión, en construcciones comerciales, centros comerciales, edificios publicos y habitacionales. Asi como en areas confinadas inclusive en presencia de agua y aceite.

FIGURA 2.2 CABLE VIAKON RHW/ RHH XLPE, 600 VOLTS, 75/90°C



DESCRIPCIÓN GENERAL:

Conductor formado por un cable de cobre suave, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.

ESPECIFICACIONES:

Cumplen con la NOM - 063-SCFI , productos eléctricos y requisitos de seguridad.

PRINCIPALES APLICACIONES:

Son productos de uso general por su mayor espesor pueden instalarse directamente enterrados. También su uso en sistemas de distribución en baja tensión y colocado en charola o en tubo conduit, iluminación de edificios públicos e instalaciones industriales , centros comerciales, y centros recreativos.

CARACTERÍSTICAS:

TENSIÓN MÁXIMA 600 VOLTS SU TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN 75°C . en ambiente mojado.

También a 90°C en ambiente húmedo o seco.

Se fabrican en calibres 14 AWG, A 1000KCM , aislamiento negro que lo hace resistente a la luz solar.

VENTAJAS:

Ofrece magnificas características electricas, físicas y mecánicas.
Su mayor espesor de aislamiento permite instalarlo directamente enterrado.
Resistente a la luz solar , su aislamiento termofijo ofrece mayor estabilidad termica.

FIGURA 2.3 ALAMBRE Y CABLE VIAKON TIPO INTERPERIE 600 VOLTS 75°C



DESCRIPCIÓN GENERAL:

Conductor formado por un alambre o cable o cobre semiduro, con aislamiento termoplástico de polietileno de alta densidad en color negro.

ESPECIFICACIONES:

Cumplen con la NOM-063-SCFI equipos eléctricos t requisitos de seguridad.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APLICACIÓN:

Los alambres o cables tipo interperie de uso general en instalaciones industriales y distribución de energía eléctrica en baja tensión.

CARACTERÍSTICAS:

Tensión máxima de operación 600 volts temperatura de operación 75°C calibres disponibles 12 AWG A 2 AWG. Y de calibre 8 AWG A 4/0 aislamiento negro que lo hace resistente a la luz solar.

VENTAJAS:

Su temple semiduro le permite soportar la tensión de instalación y mayores longitudes su aislamiento de polietileno le ayuda a resistir la abrasión de ramas de arboles , resistente a la luz solar.

FIGURA 2.4 ALAMBRES Y CABLES VIAKON XHHW, 600 VOLTS 90°C



DESCRIPCIÓN GENERAL:

Conductor formado por un alambre o cable de cobre suave, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada .

ESPECIFICACIONES:

Los alambres y cables de viakon cumplen las especificaciones NOM-063-SCFI productos eléctricos y requisitos de seguridad.

PRINCIPALES APLICACIONES:

Son productos de uso general en sistemas de distribución de baja tensión, son adecuados para usarse en circuitos de energía o de control para el diámetro reducido.

CARACTERÍSTICAS:

Tensión máxima de operación 600 volts temperatura de operación 75°C en ambiente mojado y 90°C en ambiente humedo.

En alambres se fabrican en calibre 14 AWG A 10 AWG .

En cables de 14 AWG A 1000KCM.

Aislamiento color negro que lo hace resistente a la luz solar.

VENTAJAS:

Su temple semiduro le permite soportar la tensión de instalación y mayores longitudes su aislamiento de polietileno le ayuda a resistir la abrasión de ramas de arboles , resistente a la luz solar. Mayor cables en un mismo conduit.

FIGURA 2.5 CABLE VIAKON DE COBRE DESNUDO.



DESCRIPCIÓN GENERAL:

Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro o suave.

ESPECIFICACIONES:

Los alambres y cables de viakon cumplen las especificaciones NOM-063-SCFI productos eléctricos y requisitos de seguridad.

PRINCIPALES APLICACIONES:

Los cables de cobre en función de su temple y construcción se usan sobre aisladores en líneas de distribución eléctrica.

Se usan además en conexiones de neutros, y puestas a tierra de equipos y sistemas eléctricos.

CARACTERÍSTICAS:

El material de el cable es 99.9% cobre de alta pureza , se fabrican en construcciones concéntricas.

Ademas se fabrican en calibres 20 AWG A 1000KCM se fabrica en temple duro o semiduro según los requerimientos.

VENTAJAS:

Por su alta conductividad electrica el cobre es el metal ideal para las instalaciones electricas.

Los conductores de cobre son resistentes a la corrosion y se tiene mayor flexibilidad por su construcción.

FIGURA 2.6

CABLE VIAKON DE ALUMINIO DESNUDO CON ALMA DE ACERO.(ASCR)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

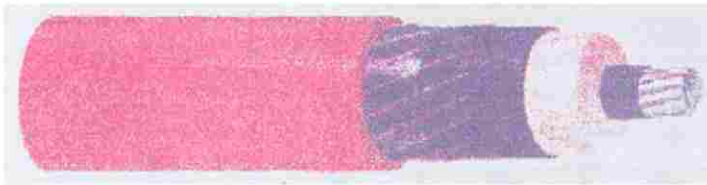
DESCRIPCIÓN GENERAL:

El cable desnudo ASCR de aluminio en temple duro con alma de acero galvanizado.

ESPECIFICACIONES:

Los alambres y cables de viakon de aluminio con alma de acero galvanizado cumplen las especificaciones NOM-063-SCFI productos eléctricos y requisitos de seguridad.

FIGURA 2.7 CABLE VIAKON MEDIA TENSIÓN EPR, TIPO DS, 5,15,25,35 KV CON PANTALLA METALICA Y CUBIERTA



Descripción general: cable monoconductor formado por conductor de cobre suave o de aluminio duro. Con pantalla semiconductora de conductor y aislamiento de etileno propileno (EPR) pantalla de aluminio extruida. Pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

Especificaciones: los cables tipo EPR tipo DS con pantalla y cubierta cumplen con la NOM- J-142 cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada a base de etileno para tensiones de 5 a 115kv.

Principales aplicaciones:

- Redes de distribución primaria en zonas comerciales donde la densidad de carga es muy elevada.
- Alimentación y distribución primaria de energía eléctrica en plantas industriales y en general.
- Redes de distribución primaria en zonas residenciales
- En la distribución de alimentación de edificios

Características:

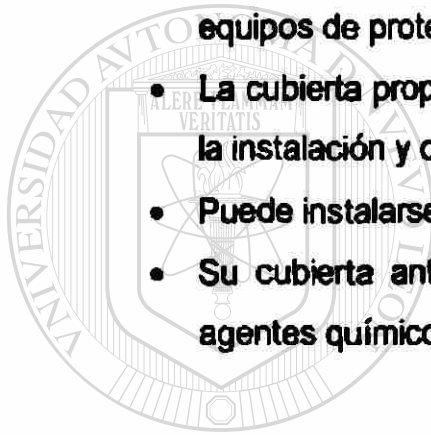
- Tensión máxima de operación de 5 a 35 kv en diferentes calibres.
- Niveles de energía del 100% y 133%
- Temperaturas máxima de operación 90°C .
- Los conductores son de cobre suave de aluminio en cableado concéntrico y en calibres de 8 AWG a 1,000 KCM.
- La pantalla esta formada por alambres de cobre de calibre 22 AWG con el siguiente numero de alambres

Tabla de selección de cable EPR

Calibre AWG / KCM	Tension en volt Numero de alambres			
	5000	15000	25000	35000
8 a 4	7	-	-	-
2 a 4/0	10	12	14	16
250 a 500	14	16	18	20
600 a 1,000	18	20	22	24

Ventajas :

- Su pantalla metálica, permite hacer conexiones a tierra lo cual mejora las condiciones de seguridad del personal durante la operación del cable. Confina y uniformiza el campo electroestático permite operar equipos de protección contra fallas eléctricas.
- La cubierta proporciona protección adicional contra malos tratos durante la instalación y operación del cable.
- Puede instalarse directamente enterrado.
- Su cubierta antífama lo hace resistente a la intemperie, luz solar, y agentes químicos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 2.1 CABLE VINICON LS DE ALTA DENSIDAD TIPO THW/ THHW.

CALIBRE AWG O KCM	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL NOMINAL	ESPESOR DE AISLAMIENTO NOMINAL	CAPACIDAD DE CONDUCCION EN CORRIENTE	NUMERO DE ALAMBRES
	mm ²	pulgadas	amperes	
14	2.082	0.03	40	7
12	3.307	0.03	48	7
10	50260	0.03	65	7
8	8.367	0.045	90	7
6	13.3	0.06	115	7
4	21.15	0.06	155	7
3	28.67	0.06	180	7
2	33.62	0.06	210	7
1	42.41	0.8	245	19
1/0	53.48	0.8	290	19
2/0	67.43	0.8	335	19
3/0	85.01	0.8	390	19
4/0	107.2	0.8	450	19
250	128.8	0.95	505	37
300	152.2	0.95	565	37
350	177.6	0.95	635	37
400	202.6	0.95	685	37
500	253.1	0.95	780	37
600	303.7	0.11	870	61
750	379.3	0.11	985	61
1000	506.7	0.11	1175	61

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 2.2 CABLE VIKON RHW / RHH XLPE, 600V. 75 / 90°C

CALIBRE AWG O KCM	NUMERO DE HILOS	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE		
			AMPERES		
			65°C	75°C	90°C
14	7	2.08	20	20	25
12	7	3.307	25	25	30
10	7	5.26	30	35	40
8	7	8.367	40	50	55
6	7	13.3	55	65	75
4	7	21.45	70	85	95
2	7	33.62	95	115	130
1	19	42.41	110	130	150
1/0	19	53.48	125	150	170
2/0	19	67.43	145	175	195
3/0	19	85.01	165	200	225
4/0	19	107.2	195	230	260
250	37	126.7	215	255	290
300	37	152	240	285	330
350	37	177.3	260	310	350
400	37	202.7	280	335	380
500	37	263.4	320	380	430
600	61	304.4	355	420	475
750	61	380.1	400	475	535
1000	61	506.7	455	545	615

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.1. - DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE CABLES DE ENERGIA CON AISLAMIENTOS SOLIDOS.

En los diseños y construcciones de obras, ya sean urbanas, industriales, comerciales o domesticas lo constituye la instalación eléctrica que a grandes rasgos debe de proveer los medios necesarios para la alimentación de energía y las interconexiones requeridas en fuerza motriz, alumbrado, control.

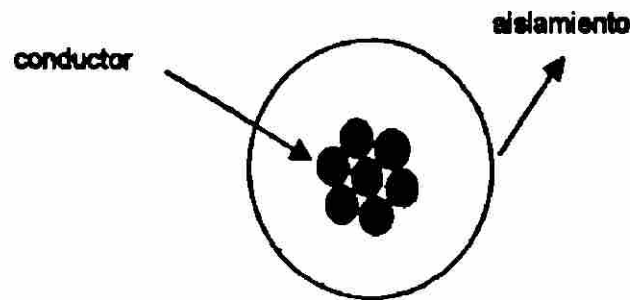
Esta instalación incluye a los conductores eléctricos como parte importante del equipo, los cuales podrían ser de tipos diferentes y usarse en proporciones que varían de acuerdo a la instalación específica.

En cuanto a los conductores se refiere, sé vera simplificado si se tiene una idea clara de los factores que gobiernan el diseño y funcionamiento de los cables eléctricos, además de asegurarse que se esta especificando e instalando el cable adecuado para cumplir con los requisitos que impone la operación, regulaciones del tipo legal y los impuestos por la seguridad en la aplicación específica.

Los requisitos que determinan el diseño de los cables de energía, y los recursos con que contamos para satisfaserlos, haciendo énfasis en el diseño de los cables de energía para voltajes de 5 a 69 kilovolts con aislamiento seco, ósea que se lo apliquen en la conexión a alto voltaje entre el alimentador y los transformadores.

Un cable simple de bajo voltaje para potencia, esta constituido por dos elementos como se ve en la figura 2.11 y estos son conductor y aislamiento.

Figura 2.8



CONDUCTOR.

El primero de los elementos de un cable cualquiera ya sea de energía o no, es el conductor, en cuyo diseño es necesario considerar cuatro factores.

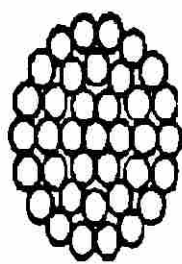
- ❖ Material.
- ❖ Flexibilidad.
- ❖ Forma.
- ❖ Calibre.

Selección de metal

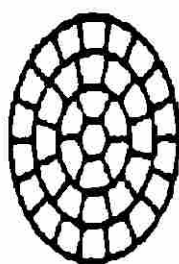
Para el conductor eléctrico es material principalmente económica y se decide basándose en las siguientes características.

1. - Disponibilidad del material para el conductor, que implica abundancia, uniformidad en el abasto y la calidad.
2. - Conductividad equivalente por unidad de área ya sea de cable terminado, de ducto subterráneo o de charola.
3. - facilidad de elaboración de terminales y empates, ósea la colocación o soldado de zapatas terminales o conectores.
4. - Coeficiente de expansión térmica, que afectara el resto del cable en los ciclos de carga normal, sobrecarga y corto circuito.
5. - Características térmicas como calor específico del metal, que determinara la capacidad de corriente en corto circuito.
6. - Estabilidad química, la cual será relacionada con la vida útil del cable.

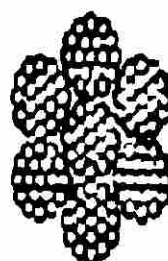
FIGURA 2.9 TIPOS DE CABLES



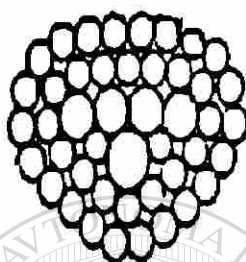
cable concentrico



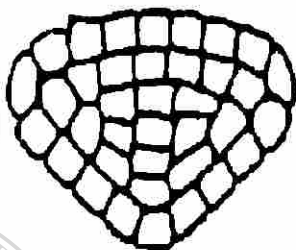
cable concentrico compacto



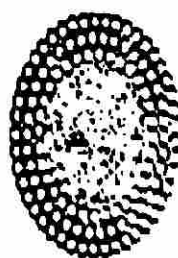
cableado semiflexible



conductor sectorial



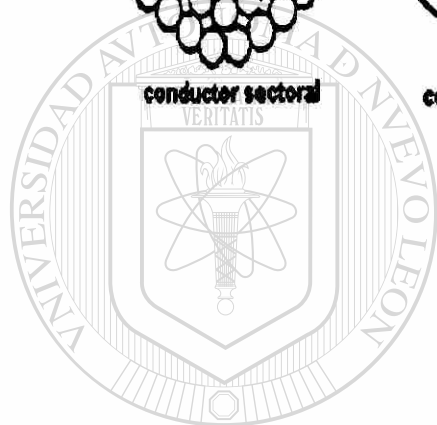
conductor sectorial compacto



conductor anular



conductor segmental



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CABLEADO CONCENTRICO:

Este consiste de un alambre central rodeado por una o más capas de alambres aplicados helicoidalmente. Cada capa tiene seis alambres mas que la anterior.

Excepto en cableado concéntrico compacto, los alambres de las capas están aplicados en direcciones alternas ósea una capa en "S" la siguiente en "Z" y así sucesivamente.

El cableado concéntrico compacto tiene una construcción parecida al anterior excepto que los alambres de las capas están aplicados en la misma dirección y están compactados eliminando gran parte de los intersticios.

CABLEADO SEMIFLEXIBLE EN CLASES G Y H

Se construye de forma muy similar al cableado concéntrico solo que lo que en cableado concéntrico era un alambre, en el semiflexible es un cableado de cables, lo que resulta mayor flexible.

CONDUCTORES SECTORIALES.

Son cables cuya sección transversal es aproximadamente la de un sector circular y sirven para hacer unos cables multiconductores, que al reunirlos ya aislados, dan como resultado cables con menor diámetro que los que harían con conductores circulares.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CONDUCTORES SEGMENTALES.

Estos conductores redondos, compuestos cada uno de tres o cuatro sectores aislados uno de otro.

PANTALLA DEL CONDUCTOR

En un cable de alto voltaje, los fenómenos eléctricos son mas complicados y críticos por lo que es necesario analizarlos mas detenidamente para considerarlos en el diseño del cable. La figura 2.13 muestra la sección transversal de un cable con conductor y aislamiento simplemente. Veamos lo que sucede dentro del aislamiento de un cable al estar en operación.

De entre los materiales como buenos conductores de la electricidad tenemos Plata, Cobre, Oro, Aluminio, la Plata y el Oro quedan descartados debido a su gran precio t relativa escasez, quedan el cobre y el aluminio como los materiales usados universalmente en la fabricación de cables eléctricos de potencia.

Generalmente el cobre se usa en temple suave y en algunos casos semiduro, debido a que el temple afecta la conductividad. El Aluminio generalmente se usa en temple duro.

El segundo factor de diseño del conductor es la flexibilidad, queda determinado por el manejo que tiene que soportar el cable tanto en su instalación como en su operación.

Los recursos de que se dispone para dar al conductor la flexibilidad deseada son el temple del material y principalmente su construcción, dentro de la cual el número de hilos es un factor determinante del cual prácticamente depende la flexibilidad.

Las construcciones comunes de conductores eléctricos son:

Alambre, Cordones y Cables.

El alambre es un conductor unifilar, sólido cilíndrico generalmente y su uso esta limitado a secciones pequeñas debido a su rigidez.

Cables hay varias formas de construir conductores cableados, los más comunes están mostrados en la figura 2.12. Donde se observan cableado concéntrico y concéntrico compacto, cableado semiflexible, conductor sectorial, y sectorial compacto, conductor anular y conductor segmental.

Cuando un cable se sujeta a voltaje, se formara un campo eléctrico en el aislamiento, cuya configuración depende de la forma del conductor y de las propiedades del dialéctico

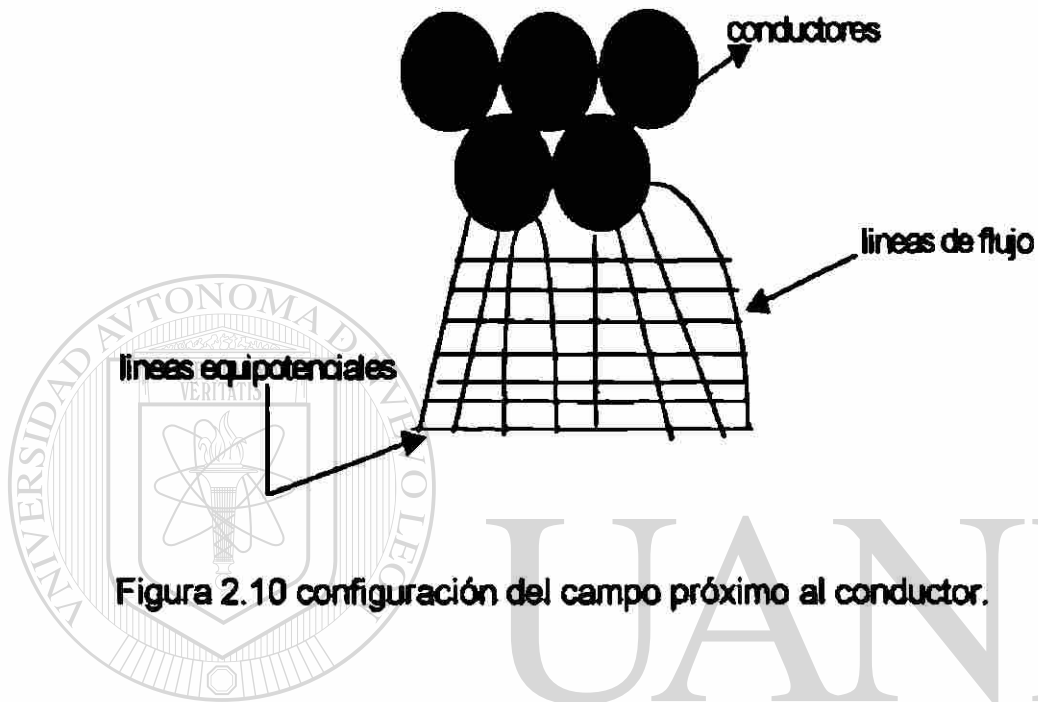


Figura 2.10 configuración del campo próximo al conductor.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.2 .- PROTECCION DE CONDUCTORES.

Las normas tecicas para instalaciones electricas (NOM-0001-SEMP 1994) y el NEC consideran las disposiciones normativas para instalaciones electricas en baja tension, es decir, menores de 600 volts. Para conductores de mas de 600 volts, como son los alimentadores de los motores, se deben de tener dispositivos de proteccion contra corto circuito para cada conductor que no este aterrizado. Los dispositivos de proteccion deben de ser capaces de detectar e interrumpir todos los valores de corriente que sean mayores que los valores de disparo, o bien, de fundido de fusibles.

Para la proteccion de cables se debe asegurar que su curva de daño quede sobre la correspondiente del dispositivo que la protege.

y en el caso de interruptores, se deben ajustar a valores de corriente no mayores al 600% de la ampacidad del conductor. Para el calculo de la curva de daño del cable, se utiliza la ecuacion proporcionada por el fabricante, o en su defecto la siguientes ecuaciones.

$$\frac{(I)}{(CM)^2} (t)^{F_{ac}} = 0.0297 \text{Log}_{10} \left(\frac{(t_f + 2811)}{(t_o + 2281)} \right)$$

DONDE:

I= Corriente que fluye por el cable

C.M.= Calibre del conductor.

t= Tiempo que fluye la corriente.

t_o= Temperatura inicial antes de un cambio de corriente.(°c)

t_f = Temperatura despues de un cambio de corriente.(°c)

F_{ac}= relacion del efecto piel o relacion CA aCD

FIGURA 2.11 CORRIENTE MAXIMA DE CORTO CIRCUITO PARA CONDUCTORES DE COBRE TEMPERATURA INICIAL 75°C TEMPERATURA FINAL 200°C

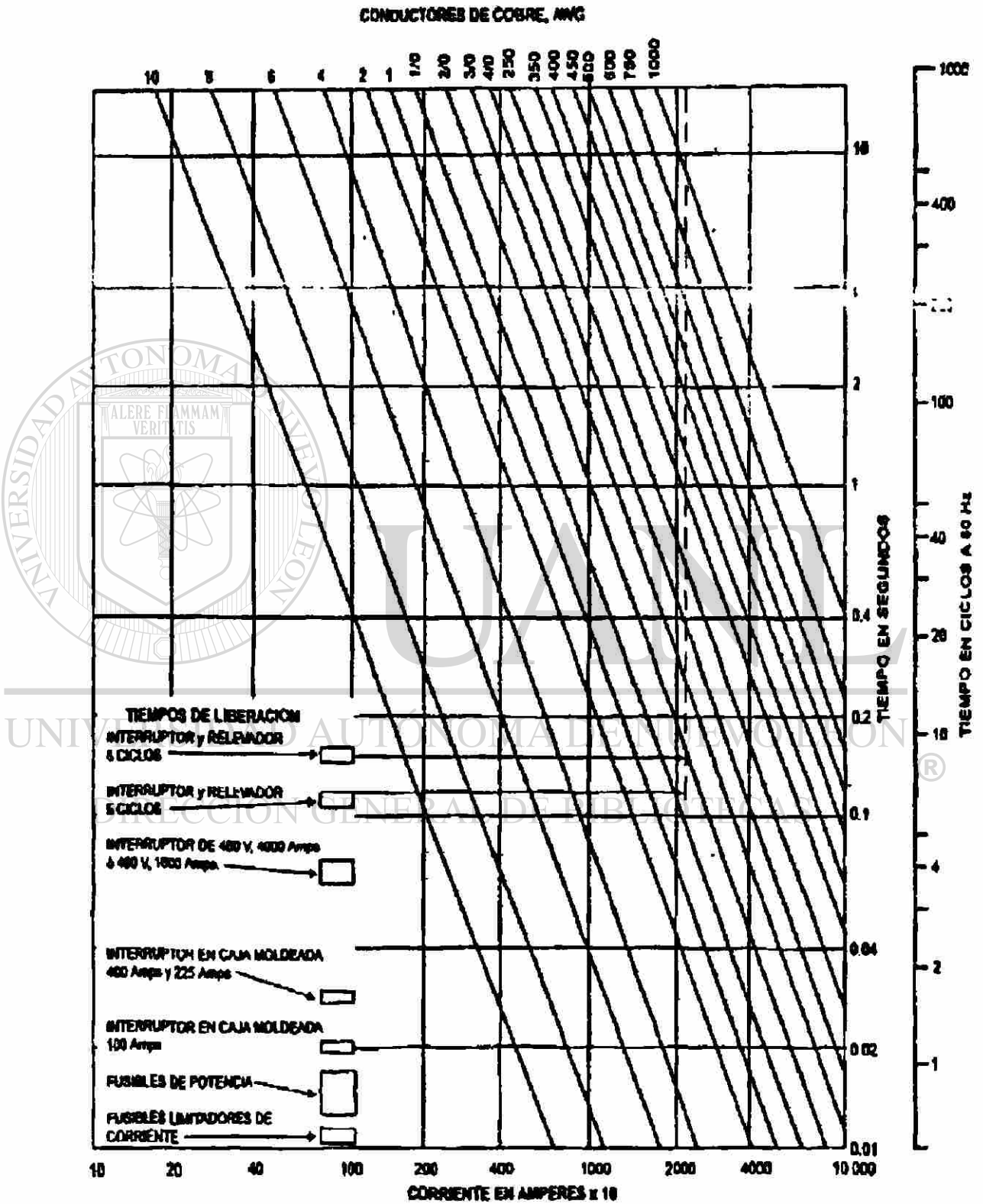


TABLA 2.3 ALAMBRES Y CABLES VIAKON TIPO INTERPERIE**600 VOLT, 75°C**

CALIBRE	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	DIAMETRO EXTERIOR APROXIMADO	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE *
AWG	mm²	mm	Amperes
8	8.367	6.2	70
6	13.3	7.2	95
4	21.15	8.4	125
2	33.62	10	170
1/0	53.48	12.9	230
2/0	67.43	14.1	265
3/0	85.01	15.4	310
4/0	107.2	16.9	360

TABLA SELECCION DE ALAMBRE TIPO INTERPERIE

CALIBRE	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	DIAMETRO EXTERIOR APROXIMADO	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE *
AWG	mm²	mm	Amperes
12	3.307	3.8	35
10	5.26	5.1	50
8	8.367	5.8	70
6	13.3	6.7	95
4	21.15	7.8	125
2	33.62	9.3	170

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

* Basada en la tabla 310-17 de la NOM – 001 SEMP para una temperatura de operación de 75°C y una temperatura ambiente de 30°C

TABLA 2.4 ALAMBRES Y CABLES VIAKON XHHW, 600 VOLT, 90°C

NUMERO DE ARTICULO	CALIBRE	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	DIAMETRO EXTERIOR APROXIMADO	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE AMPERES*		
				60°C	75°C	90°C
	AWG	mm ²	mm			
1501	14	2.082	3.5	20	20	25
1502	12	3.307	4	25	25	30
1503	10	5.26	4.8	30	35	40
H991	8	8.367	6.2	40	50	55
R057	6	13.300	7.2	55	65	75
R059	4	21.150	8.4	70	85	95
1680	2	33.620	10.0	95	115	130
N633	1	42.410	11.7	110	130	150
N635	1/0	53.480	12.7	125	150	170
N637	2/0	67.430	13.9	145	175	195
N638	3/0	85.010	15.2	165	200	225
N640	4/0	107.200	16.7	195	230	260
N641	250	126.700	18.5	215	255	290
N642	300	152.000	19.9	240	285	320
R068	350	177.300	21.2	260	310	350
N644	400	202.700	22.4	280	335	380
N646	500	253.400	24.6	320	380	430
N647	600	304.000	27.5	355	420	475
N649	750	380.000	30.2	400	475	535
O944	1000	506.700	35.1	455	545	615

TABLA VIAKON ALAMBRE XHHW 600 VOLT

NUMERO DE ARTICULO	CALIBRE	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	DIAMETRO EXTERIOR APROXIMADO	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE AMPERES*		
				60°C	75°C	90°C
	AWG	mm ²	mm			
CP66	14	2.082	3.3	20	20	25
Q998	12	3.307	3.8	25	25	30
CP67	10	50260	4.3	30	30	40

* Basada en la tabla 310-16 de la NOM- 001- SEMP para una temperatura ambiente de 30°C

TABLA 2.5 CABLE VIAKON DE COBRE DESNUDO

CALIBRE AVG KCM	AREA NOMINAL DE LA SECCION TRANSVERSAL	CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE AMPERES 1	TEMPLE DURO		TEMPLE SEMIDURO		TEMPLE SUAVE	
			CLASE AA		CLASE A		CLASE B	
			NUMERO DE ARTICULO	NUMERO DE HILOS	NUMERO DE ARTICULO	NUMERO DE HILOS	NUMERO DE ARTICULO	NUMERO DE HILOS
	mm ²							7
20	0.519	-					DL76	7
18	0.8235	-					J183	7
16	1.307	-					DL79	7
14	2.082	-					H88	7
12	3.307	-					H89	7
10	5.28	-					H92	7
9	6.633	-					DL80	7
8	8.367	90					H94	7
7	10.55	110					DL81	7
6	13.3	130					H93	7
5	16.76	150					DL82	7
4	21.15	180	DL54	3	A080	7	N113	7
3	26.67	200	DL55	3	DL71	7	H83	7
2	33.62	230	DL56	3	A079	7	H85	7
1	42.41	270	DL57	3	DL72	7	H37	19
10	53.48	310	A085	7	A083	7	H81	19
20	67.43	350	A086	7	A084	7	H82	19
30	85.01	420	A087	7	A085	7	H83	19
40	107.2	480	A088	7	A086	7	H84	19
250	126.7	540	DL58	12	A087	19	H86	37
300	152	610	DL59	12	A088	19	N87	37
350	177.3	670	DL60	12	A089	19	H88	37
400	202.7	730	DL61	19	A090	19	H89	37
450	228	780	A073	19	A091	37	H39	37
500	253.4	840	DL62	19	A092	37	H94	37

- (1) CALCULADA PARA UN CONDUCTOR DESNUDO, EXPUESTO AL SOL, OPERANDO A UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 75°C
TEMPERATURA DE AMBIENTE 25 °C

TABLA 2.6 Cable Viakon de Aluminio Desnudo con Alma de Acero (ACSR) _

Numero de articulo	Calibre	Hilos de aluminio		Hilos de acero		Capacidad de Conduccion en amperes	Calibre Equivalente en cobre
		Num.	Diametro	Num.	Diametro		
			Nominal.		Nominal.		
D922	8	6	1.33	1	1.33		10
D921	7	6	1.36	1	1.5		9
D920	6	6	1.68	1	1.68	100	8
D919	5	6	1.89	1	1.89	120	7
D918	4	6	2.12	1	2.21	140	6
DM03	3	6	2.38	1	2.38	160	5
D916	2	6	2.67	1	2.67	180	4
D915	1	6	3	1	3	200	3
D914	.1/0	6	3.37	1	3.37	230	2
D913	.2/0	6	3.78	1	3.78	270	1
D912	.3/0	6	4.25	1	4.25	300	.1/0
D911	.4/0	6	4.77	1	4.77	340	.2/0
D909	266.8	6	5.36	7	4.79	460	.3/0
D910	266.8	26	2.57	7	2	460	188.7
DM04	266.8	18	3.09	1	3.09	478	188.7
DM05	300	26	2.73	7	2.12	490	.4/0
D908	300	30	2.54	7	2.54	509	.4/0
U887	336.4	18	3.47	1	3.47	518	250
D905	336.4	26	2.89	7	2.25	530	250
D906	336.4	30	2.69	7	2.69	530	300

TABLA 2.7 CABLE DE ALTA TENSION "EPR" TIPO DS, 5,15,25,35,KV CON PANTALLA METALICA Y CUBIERTA.

EPR-5-15KV.

Calibre	Area nominal de la seccion Transversal	Numero de Hilos	Diametro del conductor	100% nivel de aislamiento espesor del aislamiento 2.99mm		133% nivel de aislamiento espesor del aislamiento 2.99mm	
				Diametro sobre el aislamiento	Diametro total aproximado	Diametro sobre el aislamiento	Diametro total aproximado
AVG OKCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	mm
8	8.367	7	3.6	9.5	17	10.8	18.4
6	13.298	7	4.5	10.5	18	11.8	19.4
4	21.149	7	5.7	11.7	19.3	13	20.7
2	33.624	7	7.2	13.3	21	14.6	22.4
1/0	53.49	19	9.2	15.4	24.3	16.7	25.7
2/0	67.43	19	10.3	16.5	25.5	17.9	26.9
3/0	85.011	19	11.6	17.9	26.9	19.2	28.3
4/0	107.219	19	13	19.4	28.5	20.7	29.9
250	126.677	37	14.2	20.9	30.1	22.2	31.5
300	152.012	37	15.5	22.3	31.5	23.6	32.9
350	177.348	37	16.8	23.6	32.9	24.9	34.3
400	202.683	37	17.9	24.8	34.2	26.1	35.6
500	253.354	37	20	27	37.2	28.4	38.6
600	304.024	61	22	29.3	39.6	30.7	41
750	380.031	61	24.6	32.1	42.5	33.4	43.9
1000	506.707	61	28.4	36	48.4	37.4	49.8

EPR-15-35KV.

Calibre	Area nominal de la seccion Transversal	Numero de Hilos	Diametro del conductor	100% nivel de aislamiento espesor del aislamiento 2.99mm		133% nivel de aislamiento espesor del aislamiento 2.99mm	
				Diametro sobre el aislamiento	Diametro total aproximado	Diametro sobre el aislamiento	Diametro total aproximado
AVG OKCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	mm
2	33.624	7	7.2	17.8	26.8	22.3	31.6
1/0	53.49	19	9.2	19.9	29.1	24.4	33.8
2/0	67.43	19	10.3	21.1	30.3	25.6	35
3/0	85.011	19	11.6	22.4	31.7	26.9	37.1
4/0	107.219	19	13	23.9	33.3	28.4	38.7
250	126.677	37	14.2	25.4	34.87	29.9	40.2
300	152.012	37	15.5	26.8	37	31.3	41.7
350	177.348	37	16.8	28.1	38.4	32.6	43.1
400	202.683	37	17.9	29.3	39.6	33.9	44.4
500	253.354	37	20	31.6	42	36.1	48.4
600	304.024	61	22	33.9	44.4	38.4	50.8
750	380.031	61	24.6	36.6	48.9	41.1	54.8
1000	506.707	61	28.4	40.6	54.2	45.1	59

2.2 SELECCIÓN DE TABLAS PARA CONDUCTORES

Tabla 2.8 sección mínima de los conductores de puesta a tierra.

Capacidad de conducción nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc. No mayor en amperes.	Sección transversal Cobre		Sección transversal Aluminio	
	mm ²	AWG KCM	mm ²	AWG KCM
15	2,082	14	3,307	12
20	3,307	12	5,26	10
30	5,26	10	8,367	8
40	5,26	10	8,367	8
60	5,26	10	8,367	8
100	8,367	8	13,3	6
200	13,3	6	21,15	4
300	21,15	4	33,62	2
400	27,67	3	42,14	1
500	33,62	2	53,48	1/0
600	42,14	1	67,43	2/0
800	53,48	1/0	85,01	3/0
1000	67,43	2/0	107,2	4/0
1200	85,01	3/0	126,7	250
1600	107,2	4/0	177,3	350
2000	126,7	250	202,7	400
2500	177,3	350	304	600
3000	202,7	400	304	600
4000	253,4	500	405,4	800
5000	354,7	700	612	1200
6000	405,4	800	612	1200

Tabla 2.9 capacidad de corriente en amperes de conductores aislados de o a 2000 volts a 60°C a 90°C no más de tres conductores en un cable en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30°C.

Area de la seccion transversal (AWG- KCM)	Temperaturas Maximas de Operacion					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW UF	Tipos RHW, THW THHW THW-LS THHW-LS THWN, XHHW	Tipos SA, SIS, FEP FEBP, RHH RHW-2, THW-2 THHW THHW-LS, TT XHHW-2	Tipos TW UF	Tipos RHW, THW THHW THW-LS THHW-LS THWN, XHHW	Tipos SA, SIS, FEP FEBP, RHH RHW-2, THW-2 THHW THHW-LS, TT XHHW-2
C O B R E			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	.....	.....	14	.....	.....	.....
16	.....	.....	18	.....	.....	.....
14	20*	20 +	25 +	.....	.....	.....
12	25*	25 +	30 +	20 +	20 +	25 +
10	30	35 +	40 +	25 +	30 +	35 +
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350 [®]
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	435
1000	455	545	615	375	445	500
FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente °c	para temperatura diferente a 30°C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostrada arriba por el factor de correccion correspondiente					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1	1	1	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

* la proteccion contra sobrecorrientes para conductores de cobre, aluminio o aluminio cobre estan marcados con asterisco no deben de exeder de 15 amp. Calibre 14, 30 amp. Para calibre 10 esto para conductores de cobre. 15 amp. Para calibre 12 y 25 amp. Para calibre 10 esto para conductores de aluminio o aluminio cobre.

Tabla 2.10 Capacidad de conducción de corriente en amperes de cables monoconductores aislados de 0 a 2000 volts, al aire libre y para una temperatura ambiente de 30°C

Area de la seccion transversal (AWG- KCM)	Temperaturas Maximias de Operacion					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW UF	Tipos RHW, THW THHW THW-LS THHW-LS THWN, XHHW	Tipos SA, SIS, FEP FEBP, RHH RHW-2, THW-2 THHW THHW-LS, TT XHHW-2	Tipos TW UF	Tipos RHW, THW THHW THW-LS THHW-LS THWN, XHHW	Tipos SA, SIS, FEP FEBP, RHH RHW-2, THW-2 THHW THHW-LS, TT XHHW-2
	C O B R E			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
18	.....	.....	18	.....	.....	.....
16	.....	.....	24	.....	.....	.....
14	25*	30*	35*	.....	.....	.....
12	30*	35*	40*	25*	30*	35*
10	40	50*	55*	35*	40*	40*
8	60	70	80	45	55	60
6	80	95	105	60	75	80
4	105	125	140	80	100	110
2	140	170	190	110	135	150
1	165	195	220	130	155	175
1/0	195	230	260	150	180	205
2/0	225	265	300	175	210	235
3/0	260	310	350	200	240	275
4/0	300	360	405	235	280	315
250	340	405	455	265	315	355
300	375	445	505	290	350	395
350	420	505	570	330	385	445
400	455	545	615	335	425	480
500	515	620	700	405	485	545 [®]
600	575	680	780	455	540	615
750	655	785	885	515	620	700
1000	780	935	1055	625	750	845
FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente °c	para temperatura diferente a 30°C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostrada arriba por el factor de correccion correspondiente					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1	1	1	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,98
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,78	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

* la protección contra sobrecorrientes para conductores de cobre, aluminio o aluminio cobre están marcados con asterisco no deben de exeder de 15 amp. Calibre 14 , 30 amp. Para calibre 10 esto para conductores de cobre. 15 amp. Para calibre 12 y 25 amp. Para calibre 10 esto para conductores de aluminio o aluminio cobre.

Tabla 2.11 Factores de caída de tensión unitario para cables de cobre

CALIBRE	TC=75°C				TC=90°C			
	FP=80%		FP=100%		FP=80%		FP=100%	
AVGMOM	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO	NO METALICO
20	3313	3312	413	413	3473	3473	433	433
18	2086	2086	26	26	2187	2187	273	273
16	1314	1314	163	163	1378	1378	171	171
14	831	831	103	103	87	87	1076	1076
12	524	525	647	647	55	55	677	677
10	332	332	406	406	348	348	426	426
8	212	212	255	255	222	222	268	268
6	135	135	16	16	142	142	168	168
4	0874	0874	101	101	0914	0914	106	106
2	0574	057	0637	0637	0599	0599	0667	0667
10	0368	0381	04	0401	0403	0397	0419	042
20	032	0312	0316	0317	0333	0325	0332	0333
30	0268	026	0261	0233	0278	027	0274	0265
40	0225	0217	021	0202	0233	0225	022	0211
20	0201	0198	0178	0171	0208	02	0199	0179
30	0178	017	0151	0144	0184	0175	0188	015
30	0162	0154	0131	0124	0167	0159	0137	013
40	0151	0142	0116	011	0156	0146	0121	0115
50	0145	0125	0085	009	0138	0128	0099	0094
60	0124	0114	0081	0076	0128	0117	0084	008
70	0144	0108	0068	0064	0116	0105	007	0066
100	0105	0088	0054	0052	0107	0094	0066	0054

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 2.12 factores de corrección por temperatura ambiente.

TEMP. AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA PERMISIBLE EN EL AISLAMIENTO (°C)						
	60	75	85	90	110	125	200
31 - 40	0,82	0,88	0,90	0,91	0,94	0,95	-----
41 - 45	0,71	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	-----
46 - 50	0,58	0,75	0,8	0,82	0,87	0,89	-----
51 - 55	0,41	0,67	0,74	0,76	0,83	0,85	-----
56 - 60	-----	0,58	0,67	0,71	0,79	0,83	0,91
61 - 70	-----	0,35	0,52	0,58	0,71	0,76	0,87
71 - 80	-----	-----	0,3	0,41	0,61	0,68	0,84
81 - 90	-----	-----	-----	-----	0,50	0,61	0,80
91 - 100	-----	-----	-----	-----	-----	0,51	0,77
101 - 120	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,69
121 - 140	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,59

Tabla 2.13 Factores de corrección por variación de temperatura ambiente.

CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS O EN DUCTOS SUBTERRANEOS

MAX. TEMP. DEL CONDUCTOR	TEMP. DEL TERRENO (°C)				
	15	20	25	30	35
60	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85
75	1,1	1,05	1,00	0,95	0,88
80	1,09	1,04	1,00	0,96	0,90
90	1,07	1,03	1,00	0,97	0,92

Tabla 2.14 Cables instalados al aire.

CABLES INSTALADOS AL AIRE

MAX TEMP. DEL CONDUCTOR (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)								
	15	20	25	30	35	40	45	50	
60	1,50	1,41	1,32	1,22	1,12	1,00	0,87	0,71	
75	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	
80	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	
90	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	

Tabla 2.15 factores de agrupamiento para cables en tubería conduit.

NUMERO DE CONDUCTORES	FACTOR
1 A 3	1,00
4 A 6	0,80
7 A 24	0,70
25 A 42	0,60
43 Y MAS	0,50

TABLA 2.16 DATOS DEL CONDUCTOR

CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD EN AMPERES		CAIDA DE TENSION 100 MTS.
	60°C	75°C	
10	30	35	0.59
8	40	50	0.38
6	55	65	0.25
4	70	85	0.16
3	85	100	0.12
2	95	115	0.11
1	110	130	0.09
0	125	150	0.08
00	145	175	0.07
000	165	200	0.06
0000	195	230	0.05
250M	215	255	0.04
300M	240	285	0.04
350M	260	310	0.03
400M	280	335	0.03
500M	320	380	0.03
600M	355	420	0.03
750M	400	475	0.03

**TABLA 2.17 MULTIPLICADOR DE CONDUCTOR PARA TEMPERATURAS
MAYORES A 30°C**

TEMPERATURA AMBIENTE °C	31-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-70
TIPO 60°C	0.82	0.71	0.58	0.41		
TIPO 75°C	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58	0.35

TABLA 2.16 DATOS DEL CONDUCTOR

CALIBRE DEL CONDUCTOR	CAPACIDAD EN AMPERES		CAIDA DE TENSION 100 MTS.
	60°C	75°C	
10	30	35	0.59
8	40	50	0.38
6	55	65	0.25
4	70	85	0.16
3	85	100	0.12
2	95	115	0.11
1	110	130	0.09
0	125	150	0.08
00	145	175	0.07
000	165	200	0.06
0000	195	230	0.05
250M	215	255	0.04
300M	240	285	0.04
350M	260	310	0.03
400M	280	335	0.03
500M	320	380	0.03
600M	355	420	0.03
750M	400	475	0.03

**TABLA 2.17 MULTIPLICADOR DE CONDUCTOR PARA TEMPERATURAS
MAYORES A 30°C**

TEMPERATURA AMBIENTE °C	31-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-70
TIPO 60°C	0.82	0.71	0.58	0.41		
TIPO 75°C	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58	0.35

Ejemplo 2.1

Calcular el calibre motor 250 hp, alimentado, 480 volts, 3 fases, en una longitud de 50 mts. Un f.p. .94, eficiencia .9 y a una temperatura de 31 a 35 °c

$$I = \frac{P(746)}{1.73(E)(N)(FP)}$$

$$I = \frac{250(746)}{1.73(480)(0.85)(0.94)} = \frac{186,500}{663.487} = 281 \text{ amp.}$$

Un cable que soporte esta carga de 351 amp. Es calibre 400 MCM a 90°c tipo THHW, O THW, RHW. Que es para 380 amp. El conductor multiplicandolo con un factor correccion .96 = (380) (.96)= 364 amp. Con una caida de tension de 0.02 volts en 100 mts. Ver anexos tabla 2.9 y tabla 2.16 y figura del cable o descripcion figura 2.2, y figura 2.3

CORRIENTE AFECTADA DEL CONDUCTOR.

$$IA = \frac{IR}{FA(FT)} = \frac{351}{(.8)(.88)} = \frac{351}{.704} = 498.57 \text{ amp.}$$

DONDE : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

IA = Corriente afectada

IR = Corriente de regulacion

FA= Factor de agrupamiento (tabla 2.15)

FT= Factor de temperatura (tabla 2.9 y 2.17)

Cable de tierra:

IR – IA = 351-498.57 = 147 Amperes.

Calibre # 4 AWG. (TABLA 2.8)

Se instala en tuberia conduit de 2 ½ pulgadas (TABLA 4.10) TRES CABLES 400 M.C.M y uno de tierra calibre #4

Ejemplo 2.2

Calcular la corriente de daño del cable (cobre), para un tiempo de 10 segundos, el tipo de aislamiento es XLP, calibre 400mcm, corriente 250 amperes, temperatura inicial 90°C, temperatura final 250°C, número de conductores por fase 1, factor de efecto piel. 1.10.

$$I = \left[\frac{0.0297}{t(F_{EP})} X \log_{10} \left[\frac{t_f + 234.5}{t_o + 234.5} \right] \right]^{1/2} X(CM)$$

$$I = \left[\frac{0.0297}{10(110)} X \log_{10} \left[\frac{250 + 234.5}{90 + 234.5} \right] \right]^{1/2} X(400)$$

$$I = 86719 \text{ AMP.}$$

Para un tiempo $t=0.1$ seg.

$$I = \left[\frac{0.0297}{0.1(110)} X \log_{10} \left[\frac{250 + 234.5}{90 + 234.5} \right] \right]^{1/2} 400000$$

$$I = 86719 \text{ AMP.}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO 3

ESTUDIO DE PROTECCIONES POR MEDIO DE FUSIBLES

3.1. PORQUE PROTEGER CONTRA SOBRECORRIENTES

Todos los Sistemas Eléctricos experimentan eventualmente sobrecorrientes las cuales rápidamente sobrecalientan los componentes del sistema, dañan aislamientos conductores y equipo. Sobrecorrientes con larga duración en el tiempo pueden fundir conductores y equipo. Corrientes muy altas producen fuerzas magnéticas que tuercen y giran las barras del bus, pueden estirar cables desde sus terminales y romper aislamientos y espaciadores.

Muy frecuentemente fuego, explosiones, gases contaminantes y pánico acompañan las sobrecorrientes no controladas. Ellos no solo dañan sistemas eléctricos y equipos también pueden provocar la muerte del personal.

Para reducir estos riesgos, el Código Nacional Eléctrico (NEC), regulaciones de la OSHA, Norma Oficial Mexicana (NOM) y otros códigos aplicables requieren protección contra sobrecorrientes la cual desconectará el equipo por sobrecarga o en una falla de equipo.

La industria y organizaciones gubernamentales han tenido que desarrollar estándares para dispositivos de protección de sobrecorrientes y procedimientos de prueba que muestran la compatibilidad con los estándares y con el NEC. Estas organizaciones son; the American National Standards Institute (ANSI), National Electric Manufacturers Association (NEMA), y la National Prevention

Association (NFPA) trabajo con laboratorios de prueba reconocidos mundialmente como es Underwriters Laboratories (UL).

3.2 QUE ES UNA PROTECCION CON CALIDAD

Un sistema de protección contra sobrecorrientes deberá de tener las siguientes características:

1. Cumplir con todos los requerimientos legales, como las del NEC, OSHA y NOM
2. Proveer máxima seguridad para el personal, excediendo los requerimientos de los códigos locales.
3. Minimizar los daños por sobrecorriente a propiedad, equipo y sistemas eléctricos.
4. Proveer una protección coordinada.
5. Costos efectivos. Proveer capacidad interruptiva de reserva para crecimientos futuros, requerir mínimo mantenimiento, y que lo que sea requerido pueda ser hecho por personal de mantenimiento.

3.3. TIPOS DE SOBRECORRIENTES Y EFECTOS

Una sobrecorriente es una corriente que excede los niveles de Amperes de un conductor, equipo o dispositivo bajo condiciones de uso. El termino sobrecorriente incluye sobre carga y corto circuito, y esta ultima fluye por fuera de las vías de conducción normales.

3.3.1. - SOBRECARGAS

Son frecuentes entre un rango de seis veces al nivel de corriente nominal son causados por aumento de corriente t ocurren cuando los motores arrancan o se energizan los transformadores tales sobrecargas son temporales debido a su corta duracion.

3.3.2. - SOBRECARGAS SOSTENIDAS

Estas cargas son comúnmente causadas por instalar equipo excesivo, como ejemplo agregar alumbrado, sobrecargas de equipo electromecánicos, etc. Si no se desconecta en un tiempo límite, la sobre carga sostenida sobrecalentará los componentes del circuito causando daño térmico a los aislamientos y a otras partes del sistema eléctrico.

La protección de sobrecorrientes deberá de desconectar los circuitos y equipo que estén experimentando sobrecargas continuas o sostenidas antes de que ocurra el sobrecalentamiento. El sobrecalentamiento reduce la vida del aislamiento, por ejemplo un motor que fue sobrecargado con el 15% puede reducir la vida del aislamiento en un 50%.

3.3.3. - SOBRECARGAS TEMPORALES

Estas ocurren frecuentemente y pueden ser el resultado del arranque de cargas inductivas, como son motores y algo muy importante la protección de sobrecorrientes no deberá de abrir el circuito. Los fusibles seleccionador deberán de tener el suficiente retardo de tiempo (Time Delay) para soportar arranques de motores y sobrecargas temporales.

Pero si la falla se presenta continua los fusibles deberán de abrir el circuito antes de que sean dañados los componentes del sistema otras sobrecargas temporales son motores con rodamientos desgastados, o excedidos en su carga nominal los equipos.

Un ejemplo son los fusibles desarrollados por Littelfuse POWER-PRO® y POWER-GARD® con retardo de tiempo, los cuales cumplen con estas necesidades, ellos pueden soportar el 500% de la corriente por un tiempo de 10 segundos y abrir rápidamente para valores altos de corriente.

3.3.4.- CORTO CIRCUITO Y SUS CAUSAS

Los cortos circuitos son divididos en fallas de arqueo, fallas a tierra y fallas firmes.

Un corto circuito es una corriente fuera de los niveles normales y son causadas por la ruptura del aislamiento o falla en la conexión. Durante una operación en un circuito funcionando normalmente, la corriente es determinada por la carga conectada, durante un corto circuito la carga es puenteada por un conductor, desde aquí se dice que no hay impedancia de carga, solo la impedancia total del sistema de distribución desde el generador o fuente de aplicación hasta la falla, la cual deberá de ser limitada por flujo de corriente.

3.3.5. - EJEMPLO:

Un voltaje de 480 Volts de dos fases con una impedancia de 10Ω según la ley de Ohm deberá de consumir

$$I=V/Z= 480/10 =48 \text{ A}$$

Por si la carga se pone en corto, la impedancia del circuito cae hasta 0.005Ω y

la corriente tomará el siguiente valor $I=V/Z$; $I=480/0.005=96,000 \text{ Amp.}$

Al llegar a este nivel de corriente deberá de actuar el fusible.

3.3.6. - EFECTOS DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

Si no son removidos rápidamente, los cortos circuitos pueden tener tres profundos efectos en el sistema eléctrico calentamiento, estrés magnético y arcos eléctricos.

3.3.7. - CALENTAMIENTO

Cuando una corriente para a través de un sistema eléctrico, calienta cada parte de él. Cuando las sobrecorrientes son lo suficientemente largas en el tiempo, el calentamiento es prácticamente instantáneo y esta energía es medida

en Amperes-Cuadrados por Segundo (I^2T). Una sobrecorriente de 10,000 A que dure 0.01 s tendrá una I^2T de 1,000,000. Si la corriente de un conductor se incrementa 10 veces, la I^2T se incrementara 100 veces, por ejemplo: Una corriente de solo 7,500 puede fundir un cable de cobre calibre 8 AWG en 0.1 segundo, otro ejemplo en ocho mili segundos (0.008 s) una corriente de 6,500 puede alcanzar la temperatura de un cable calibre 12 AWG THHN de cobre con aislamiento termoplástico alcanzando una temperatura de 150°C y teniendo temperatura de 75°C de operación y 150°C de corto circuito.

Aquí es donde confirmamos que altas corrientes pueden vaporizar inmediatamente aislamientos orgánicos. Arcos desde el punto de la falla, el interruptor mecánico e interruptores de transferencia pueden encender estos vapores causando explosiones violentas.

3.3.8. - ESTRÉS MAGNETICO

El estrés magnético o fuerza magnética esta en función del pico máximo de corriente al cuadrado. Fallas de corriente de 100,000 A pueden ejercer fuerzas de más de 7,000 libras por pulgada cuadrada de una barra sólida de un bus eléctrico. Este estrés puede dañar el aislamiento, estirar conductores desde sus terminales y pueden causar daños severos a los equipos.

3.3.9. - ARCO ELECTRICO

El arco en el punto de la falla funde y vaporiza conductores y componentes involucrados en la falla. Adicional de los cortos circuitos, estas a menudo son creadas cuando el material vaporizado es depositado sobre aislamientos y otras superficies. Los arcos eléctricos sostenidos vaporizan el aislamiento orgánico y también pueden explotar o encender.

3.4. –CARACTERÍSTICAS DE LOS FUSIBLES (600VOLTS Y MENORES)

Un fusible puede ser definido como un dispositivo el cual protege un circuito por apertura de un elemento fúndente en respuesta a una sobrecorriente o corto circuito que pase a través de él.

En las últimas décadas la aparición y desarrollo de los interruptores, en lugar de desplazar a los fusibles ha hecho que estos se perfeccionen para cubrir algunas necesidades de protección que se presentan en los sistemas de distribución modernos y que difícilmente se pueden solucionar con interruptores convencionales.

Para poder hacer una buena elección de fusibles se deben tomar en cuenta las siguientes características eléctricas:

3.4.1. - NIVELES DE VOLTAJE

El voltaje del fusible debe de ser igual o mayor al voltaje del circuito donde el fusible será usado, esto es para corriente alterna, para corriente directa no es recomendable usar fusibles de niveles de voltaje mayor. Por ejemplo para alterna un fusible de 600 Vca puede ser utilizado en circuitos de 440 Vca, 227 Vca incluso en un sistema de 32 Vca.

Nota: esto no aplica para fusibles semiconductores.

Los niveles de voltajes para fusibles de potencia en bajo voltaje aprobados por UL son de 125, 250, 300, 480 y 600 Volts y para corriente directa son de 60, 125, 160, 250, 300, 400, 500 y 600 Volts. Los fusibles pueden tener niveles solo de CA o de CD, pero también pueden tener ambos niveles de alterna y directa solo que tienen que especificar los máximos valores para cada uno de los voltajes.

3.4.2. - NIVEL MAXIMO DE INTERRUPCION DE CORRIENTE

El nivel de interrupción de un fusible es la máxima corriente simétrica RMS que requiere para interrumpir satisfactoriamente a un nivel de voltaje de prueba estandarizado. Un fusible puede interrumpir todas las sobrecorrientes que estén arriba del su nivel de interrupción. Los fusibles están disponibles en los siguientes niveles de interrupción 10,000 AMP, 50,000 AMP, 200,000 AMP y 300,000 AMP.

La estandarización sobre fusibles menores de 200,000 Amperes de capacidad interruptiva (AIC) asegura que todos los fusibles tienen un adecuado nivel de interrupción, y proveen capacidad interruptiva para incrementos futuros factibles en una falla de corriente.

3.4.3. - FUSIBLES CON CAPACIDAD INTERRUPTIVA 300,000 AMPERES (AIC)

Los fusibles de Littelfuse series PWOR-PRO tienen una certificación de niveles de interrupción de 300,000 Amperes simétricos. La prueba de los 300,000 A fue desarrollada en un laboratorio de prueba reconocido nacionalmente, y la prueba fue avalada por UL. UL tiene reglas para fusibles marcador con niveles de corriente arriba de los 200,000 A los cuales deberán de ser etiquetados como "Fusibles de Propósito Especial", y no pueden ser etiquetados como RK5, RK1, clase L, etc.

Littelfuse siente que la clasificación de "Propósito Especial" crea confusión. Solo un número muy pequeño de instalaciones tiene realmente la necesidad de usar fusibles como niveles de interrupción arriba de los 200,000 A, Littelfuse continuará certificando sus fusibles con UL por los estándares que tiene para capacidades de 200,000 A. Littelfuse tiene fusibles aprobados de 300,000 A en su laboratorio los cuales son marcados como: "300 kA (Certificado por Littelfuse)".

Los fusibles certificados por UL y llamados de propósito especial están disponibles por sobre pedido.

3.5. - CARACTERISTICAS TIEMPO - CORRIENTE

La característica Tiempo - Corriente determina como rápidamente responde un fusible a una sobrecorriente. Todos los fusibles tienen una característica de tiempo inverso, la cual indica que el tiempo de apertura de un fusible se decrementa conforme el valor de la corriente se incrementa.

3.5.1. - SOBRECARGAS

Mientras los fusibles puedan desconectar conductores y equipos sobrecargados antes de que los conductores y componentes sean sobrecalentados seriamente, ellos no deberán de desconectar sobrecargas temporales. Para proveer protección de sobrecarga en sistemas de conductores, UL a establecido una apertura máxima de 135% y 200% veces la corriente nominal del fusible. Todos los fusibles certificados por UL deben de cumplir con estos limites ya sean de acción rápida o fusibles con retardo de tiempo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.5.2. - FUSIBLES DE ACCION RAPIDA

También llamados algunas veces como "Fusibles de Apertura Normal" no cuentan con retardo de tiempo. La apertura típica es de 500% veces la corriente nominal del fusible a un rango de tiempo de 0.05 hasta 2 segundos.

Los fusibles de acción rápida son aplicados para cargas no inductivas, como lamparas incandescentes y alimentadores de propósito general. Cuando se protegen cargas inductivas con fusibles de acción rápida se deben de tener niveles del 200% al 300% de la corriente nominal de la carga para prevenir la apertura del fusible en el arranque de la carga.

3.5.3. - FUSIBLES CON RETARDO DE TIEMPO

Los fusibles clase CC, G, H, L, RK5 y RK1 (certificados por UL) y algunos misceláneos, pueden tener el retardo de tiempo y son identificados con una etiqueta en el fusible con la leyenda "Time Delay" (Retardo de Tiempo), TD o D. El tiempo mínimo de retardo varía dependiendo la clase de fusible y en algunos depende del nivel de corriente del fusible. Para los fusibles POWR-GARD en su serie de productos IDSR, FLNR_ID y FLSR_ID (clase RK5), LLNRK, LLSRK (Clase RK1) y JTD (Clase J) estos fusibles pueden conducir hasta el 500% de la corriente nominal por un tiempo mínimo de 10 segundos. Los estándares para CCMR y KLDR (UL clase CC) y SLC (UL clase G) pueden conducir hasta el 200% de la corriente por un mínimo de 12 segundos.

Aunque aquí no tenemos clasificación de Time Delay para fusibles Clase L estos pueden ser marcados como Time Delay y la cantidad de tiempo es determinada por el fabricante. POWR-PRQ series KLPC y series KLLU pueden soportar hasta 500% de la capacidad del fusible por 10 segundos o más.

Aparte de proveer retardo de tiempo para sobrecargas cortas, los fusibles con time-delay deben cumplir con todos los requerimientos de UL en lo que respecta a protección de sobrecargas sostenidas. Para corrientes con valores muy altos la apertura del fusible debe de ser en menos de un medio ciclo (0.008 seg.).

Los fusibles con time-delay proveen la mejor protección para los casos más comunes protección de motores y circuitos de propósito general.

Los fusibles con time-delay pueden ser seleccionados con niveles de corriente más cercanos al valor que consume la carga. Por ejemplo, si se requiere proteger un motor y queremos seleccionar un fusible clase RK5 o RK1 el nivel de amperaje puede ser seleccionado del 125% al 150% de la corriente a plena carga del motor (FLA).

3.5.6. - FUSIBLES DE DOBLE ELEMENTO

Los fusibles de Littelfuse® con time-delay IDSR, FLNR_ID/FLSR_ID clase RK5y LLNRK/LLSRK clase RK1 son construidos con doble elemento. El elemento time-delay es usado para protección de sobrecargas y separa el fusible de las cadenas de acción rápida los cuales son usados para proteger contra limite de corriente y corto circuito.

3.5.7. - FUSIBLES DE MUY RAPIDA ACCION

Muchos de los fusibles de acción muy rápida son diseñados para responder rápidamente a sobrecargas y cortos circuitos. Ellos actúan por limite de corriente.

3.5.8.- Curvas de Tiempo – Corriente

Estas curvas muestran el tiempo en que se funde el elemento contra la corriente en que debe de actuar el fusible, para tener una apreciación mejor de las curvas son mostradas en hojas logarítmicas en ambos ejes. En el eje de las "X" tenemos la corriente la cual empieza con la corriente nominal del fusible y termina con la corriente máxima de corto circuito y en el eje de las "Y" tenemos el tiempo que puede soportar la conducción de dicha corriente. En la Figura 3.1 se muestran las curvas típicas para la serie de fusibles con time-delay.

Esto provee una mejor protección, contra sobrecargas y corto circuito y también facilita para poner un interruptor más pequeño y más barato. El fusible con time-delay a estado reemplazando gradualmente a los fusibles renovables. Hoy en día más del 50% de los fusibles vendidos por los distribuidores eléctricos son del tipo del time-delay.

3.5.4. - FUSIBLES DE ACCION MUY RAPIDA

El principal uso de estos fusibles es para proteger componentes electrónicos de estado sólido, como son semiconductores. Sus características especiales como es responder rápidamente a sobrecargas, muy bajo I^2T y proveen protección por transientes de voltaje para componentes que no pueden resistir variaciones altas, sobrecargas de bajo valor y corrientes de corto circuito.

3.5.5. - FUSIBLES CON LIMITE DE CORRIENTE

Los fusibles con limite de corriente pueden tener las siguientes características:

1. Limite de Pico de Corriente para valores menores que los que pudieran encontrarse si el fusible fuese reemplazado con un conductor sólido de la misma impedancia. Esto reduce la corriente de pico la cual es determinada como "Pico Máximo Permitido de Corriente".
2. Cuando la falla de corriente excede la corriente que puede soportar el fusible, este debe de abrir en menos de 180 grados eléctricos (esto es medio ciclo) después de que empezó la falla.
3. La unión de porta fusibles y/o block de fusible puede rechazar los fusibles sin limite de corriente y solo aceptar fusibles con limite de corriente.

FIGURA 3.1 TIPICA DE FUSIBLES

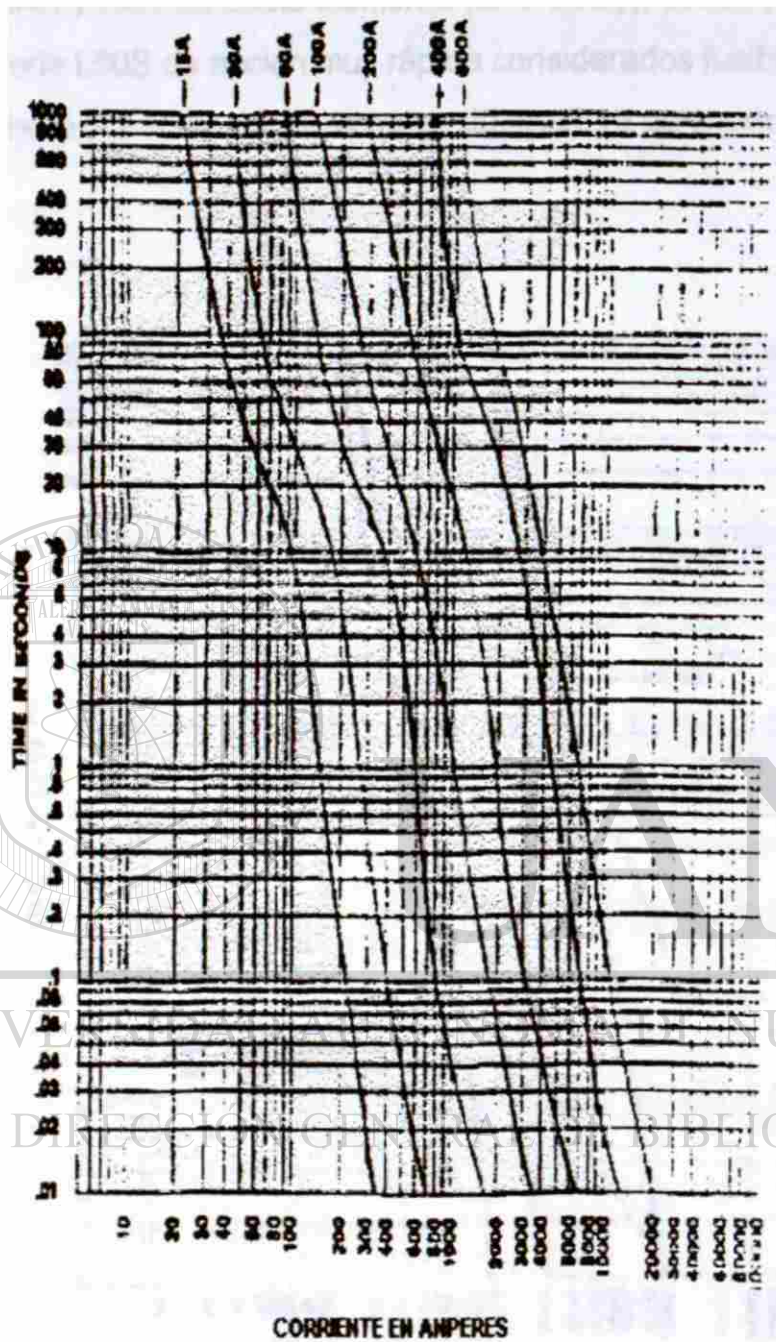


FIGURA 3.1 CURVA TIPICA PARA FUSIBLE CON TIEMPO

En la figura 3.2 se compara los tiempos de apertura para fusibles con niveles de 100 y 600 A de los tres tipos más comunes de la marca Littelfuse: serie LLSRK y RK1 de doble elemento (time-delay), series NLS con apertura normal y la serie L60S de acción muy rápida considerados fusibles para semiconductores. La tabla 3.1 compara los tiempos de apertura para estos fusibles.

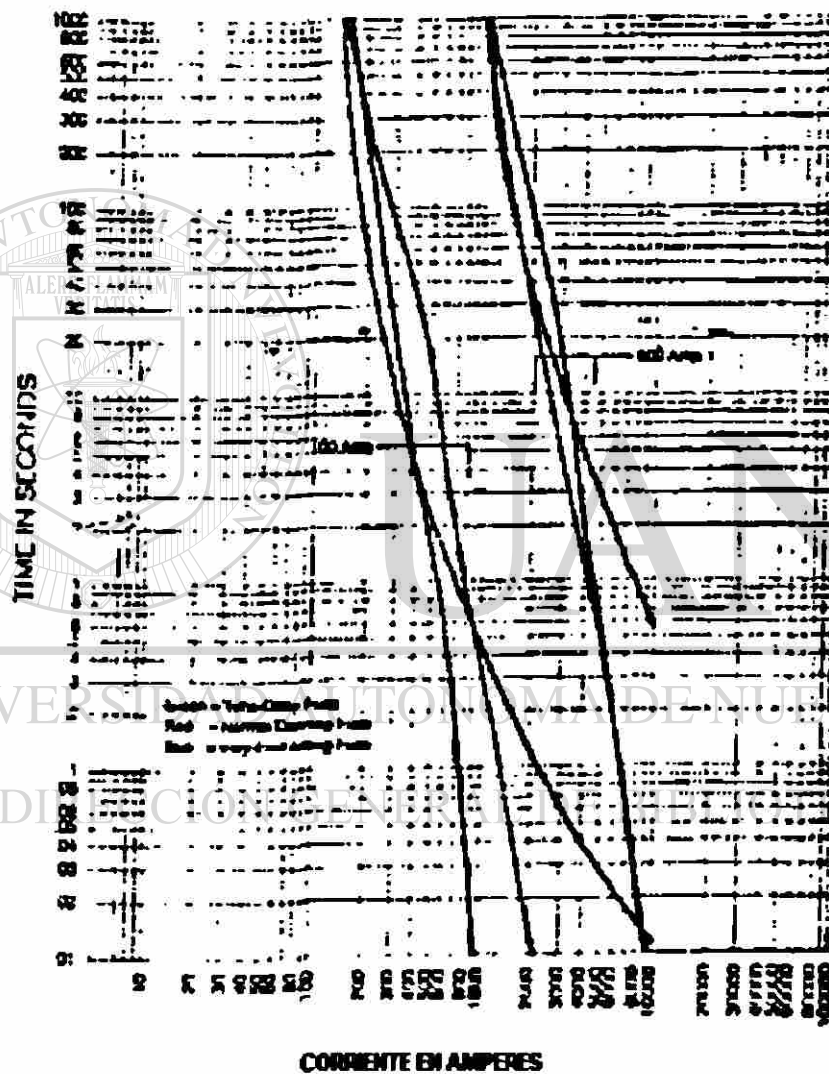
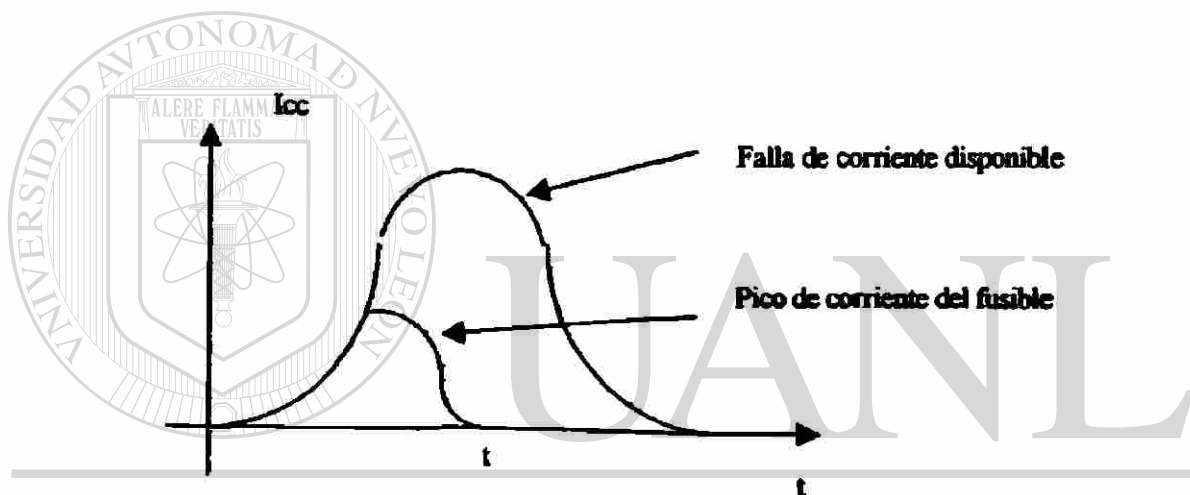


FIGURA 3.2 GRAFICA COMPARATIVA ENTRE FUSIBLES.

3.6. - GRAFICAS DE PICO MAXIMO DE CORRIENTE

Los fusibles que son operados por límite de corriente o por corto circuitos muy severos deberán de actuar dentro del primer semiciclo (180 grados eléctricos) después de que ocurrió la falla y ellos deberán de reducir el pico de corriente de la falla a un valor menor del que tomaría si no tuviera fusible esto se ve más claro en la Figura 3.3



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Figura 3.3.- Efecto de límite de corriente de Fusibles
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El efecto de los fusibles con límite de corriente es mostrado gráficamente en la figura 3.4 Los valores mostrados en la parte inferior es la falla de corriente simétrica RMS y los valores en el lado izquierdo representan el pico de corriente máximo disponible para cada uno de los fusibles mostrados en el lado derecho del cuadro.

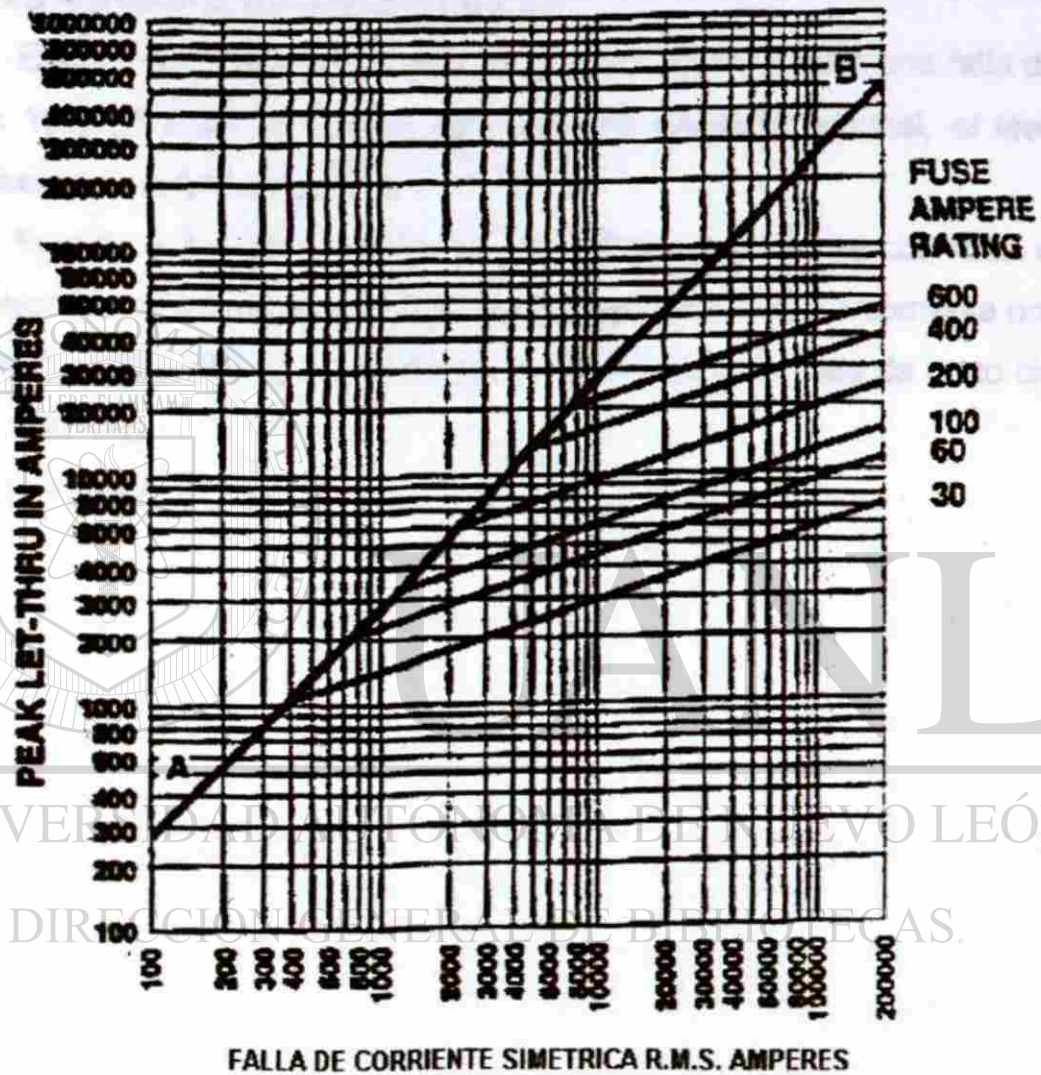


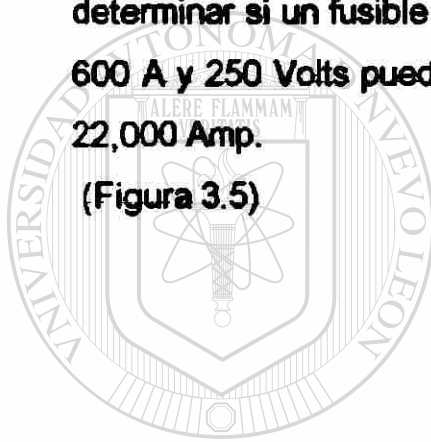
FIGURA 3.4 CARACTERISTICAS DE PICO DE CORRIENTE

Ejemplo 3.1: Localizar el valor de 100,000 Amperes simétricos RMS y trazar una línea hacia arriba hasta cruzar la línea A-B y tendremos una lectura de pico de corriente instantáneo de 230,000 Amperes. En un circuito con 15% de factor de potencia y en corto circuito tendrá un pico de corriente instantánea de aproximadamente 2.3 veces del valor simétrico rms, lo que nos indica que la línea A-B tiene una inclinación de 2.3:1.

Ejemplo 3.2: Localizar el pico máximo en amperes para una falla disponible de 100,000 A en un fusible de 200 A de corriente nominal, al leer el pico máximo de la falla disponible.

Ejemplo 3.3: Para una falla de 100,000 Amperes simétricos RMS debemos determinar si un fusible con time-delay clase RK1 con una corriente nominal de 600 A y 250 Volts puede proteger un equipo con una falla de corto circuito de 22,000 Amp.

(Figura 3.5)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

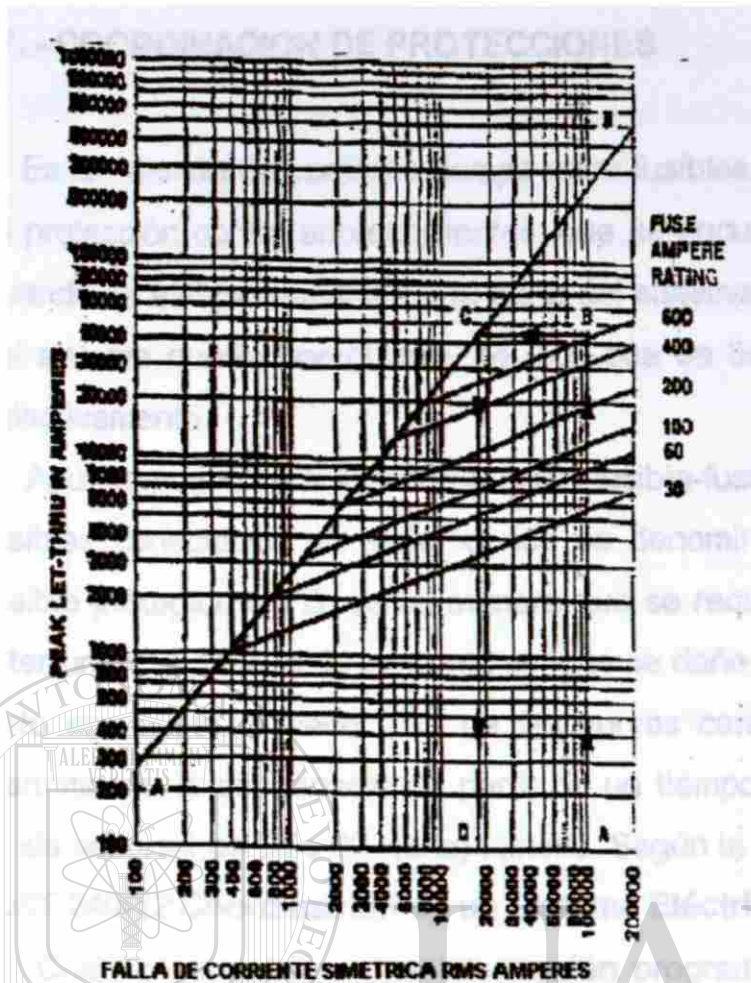


FIGURA 3.5 CARACTERISTICAS DE PICO DE CORRIENTE PARA FUSIBLE RK1 FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO USANDO EL METODO SOBRECARGA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Procedimiento: Localizamos 100,000 A que es la falla disponible (punto A) seguimos este valor hacia arriba hasta llegar a la línea de 600 A (punto B), seguimos este punto horizontalmente hasta llegar a la línea A-B (punto C) y trazamos una línea hacia abajo (punto D) y leemos una corriente aproximada de 18,000.

Conclusión: El fusible POWR-PRO[®] LLNRK 600 A clase RK1 con límite de corriente, reduce una corriente de 100,000 Amp. a una corriente aparente o equivalente de 18,000 A. Lo cual indica que este fusible es confiable para esta protección.

3.7. - COORDINACION DE PROTECCIONES

Es la relación de corriente-tiempo entre fusibles, o estos y otros dispositivos de protección contra sobrecorrientes, que se encuentran conectados en serie. Cuando se aíslan, únicamente la parte del sistema eléctrico con falla y el resto del sistema queda energizado, se dice que se tiene un eléctrico coordinado selectivamente.

Aquí vamos a tratar la coordinación fusible-fusible, la cual se refiere a dos fusibles conectados en serie, donde se denomina fusible protector al FA y fusible protegido a FB, de tal manera que se requiere que el fusible protector interrumpa el paso de la corriente sin que se dañe el fusible protegido FB. Para esto es necesario hacer uso de las curvas características corriente-tiempo, permitiendo la coordinación a partir de un tiempo de 0.016 seg. (Un ciclo de onda senoidal de 50 o 60 Hertz) mínimo. Según la NOM dice lo siguiente:

ART 240-12 Coordinación de un Sistema Eléctrico

Cuando se requiere una interrupción programada con el fin de minimizar riesgos al personal y a los equipos, se puede usar un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

- 1) Protección coordinada en corto circuito.
- 2) Indicación de sobrecarga con sistemas o dispositivos de supervisión. ®

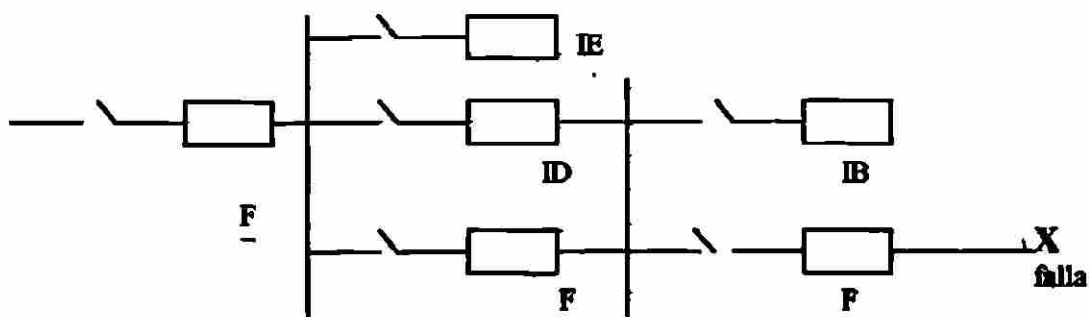


figura 3.6 Coordinación entre fusibles

Para el caso de coordinación con fusibles limitadores de corriente la corriente de falla se inicia en el punto "a", hasta que el fusible protector funde en el punto "b", haciendo que el flujo de corriente se interrumpa en "d", de tal forma que si no se instalara el fusible protector FA, la corriente hubiera alcanzado el valor "c". El tiempo a-d, necesario para que funda al fusible protector FA; es menor que el tiempo de interrupción total a-e del fusible protegido FB. Que se observa en la figura 3.6

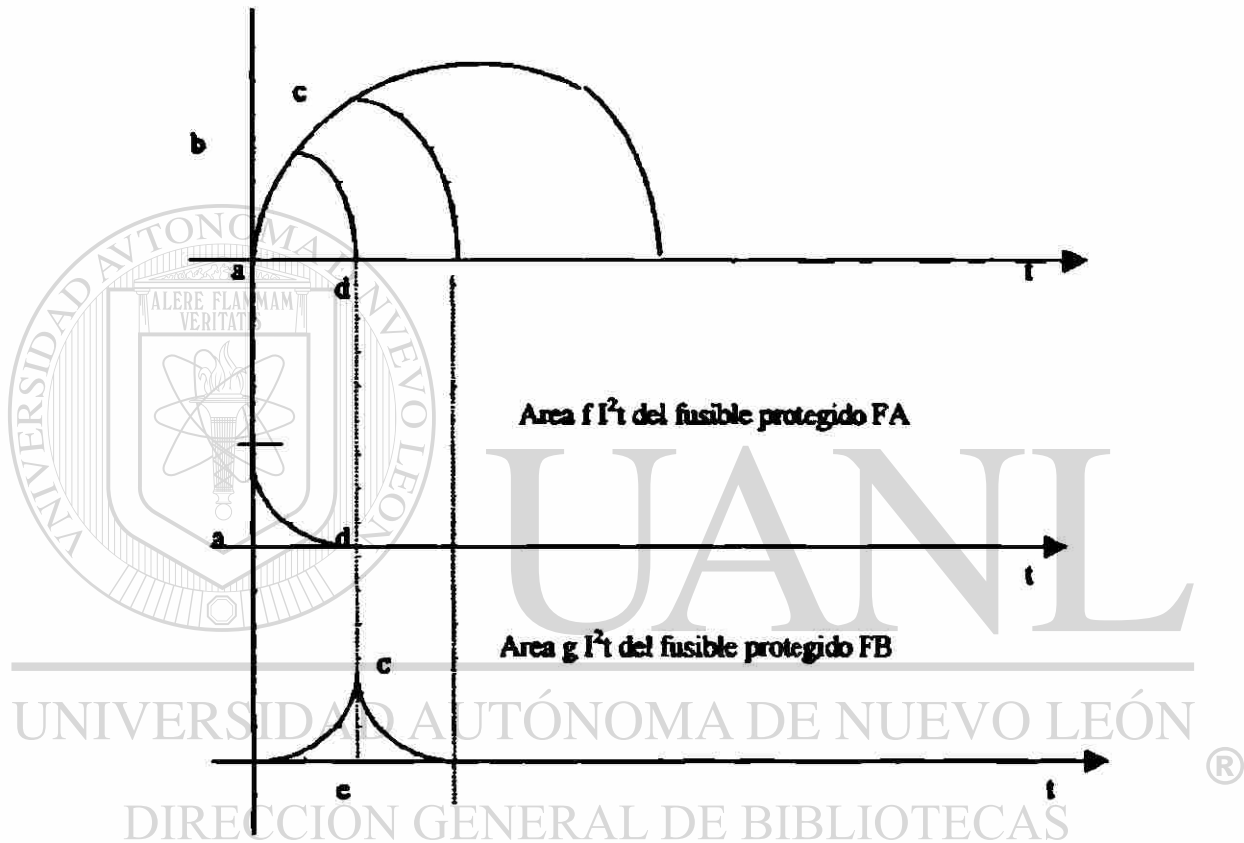


Figura 3.7 Coordinación de fusibles tipo limitador de corriente

3.7.1. -SELECCIÓN DE FUSIBLES

Desde que los sistemas eléctricos de distribución son el corazón de las instalaciones tipo industrial, comercial e institucional, es imperativo que cualquier interrupción de potencia sea prevenida. Los apagones innecesarios pueden ser evitados por medio de la selección adecuada de dispositivos de protección contra sobre corrientes. La selección (a menudo referida como la selección de coordinación) puede ser definida como el aislamiento completo de

un circuito en falla en el punto de la falla sin distorsionar ninguno de los otros dispositivos de protección del sistema.

Para obtener el aislamiento completo de una falla (Excepto en un circuito de fase) todos los conductores deben de abrirse. Si solo una o dos fases son abiertas en un circuito trifásico, la falla permanece conectada al sistema a través de los circuitos de carga multifase. Bajo esta condición, la corriente de falla es a menudo reducida pero no anulada.

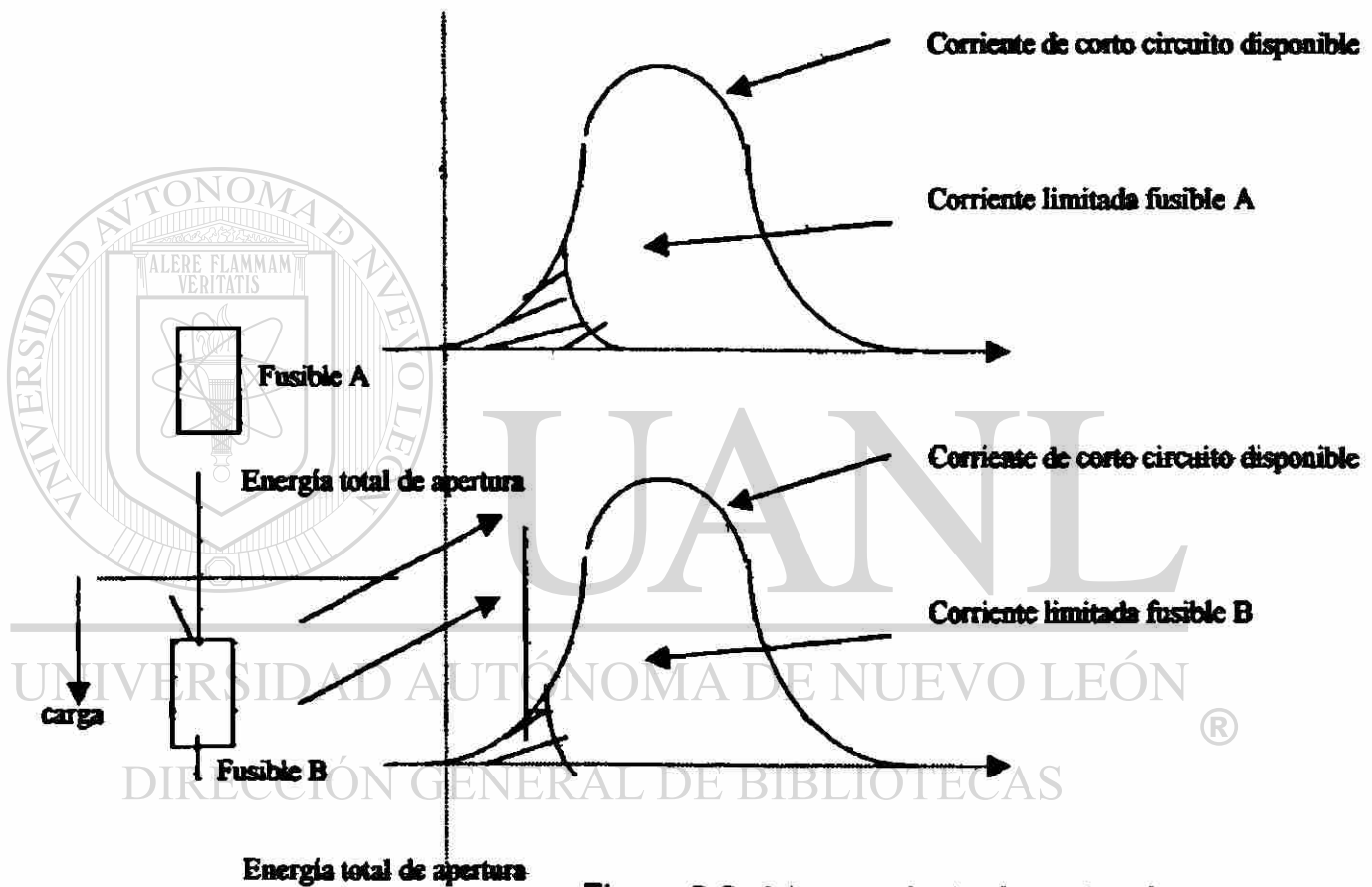


Figura 3.8 sistema selecto de protecciones

3.7.2 - CLASES DE FUSIBLE Y SUS APLICACIONES UL/NEMA

UL en conjunción con NEMA, han establecido estándares para la clasificación de fusibles por letra en lugar de emplear la clasificación por tipo. La letra o literal de clase, puede designar el rango de interrupción, dimensiones

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

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

Las descripciones de estas clases se indican a continuación:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TABLA 3.1 FUSIBLES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

3.7.8. -FUSIBLES MISCELANEOS

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

3.7.9. – FUSIBLES LIMITADORES PARA CABLES

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

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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.8. -FUSIBLES APLICADOS A SEMICONDUCTORES

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

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

Los fusibles del rectificador son seleccionados basándose en:

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

3.9. -FUSIBLES PARA BANCOS DE CAPACITORES

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

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

❖ CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE

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

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

3.9.1. -PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES

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

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

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

3.10. - APLICACIONES DE LOS FUSIBLES

Requerimientos de Protección del Bus

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

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

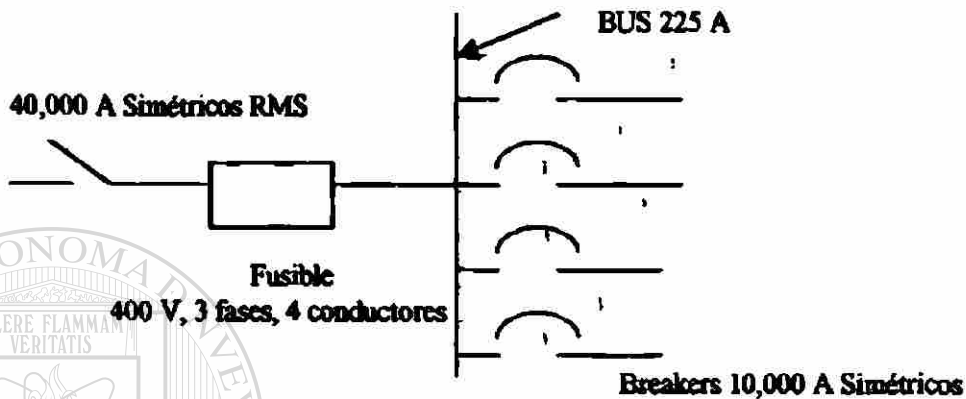


Figura 3.10: Aplicación de fusibles para protección de circuitos con interruptores.

3.10.2. - PROTECCION DE CABLES Y ALAMBRES

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

3.10.3. - PROTECCION DE CORTO CIRCUITO PARA ARRANQUE DE MOTORES

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

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

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

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

3.10.4.- PROTECCION DE MOTORES CONTRA SOBRECORRIENTES

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

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

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

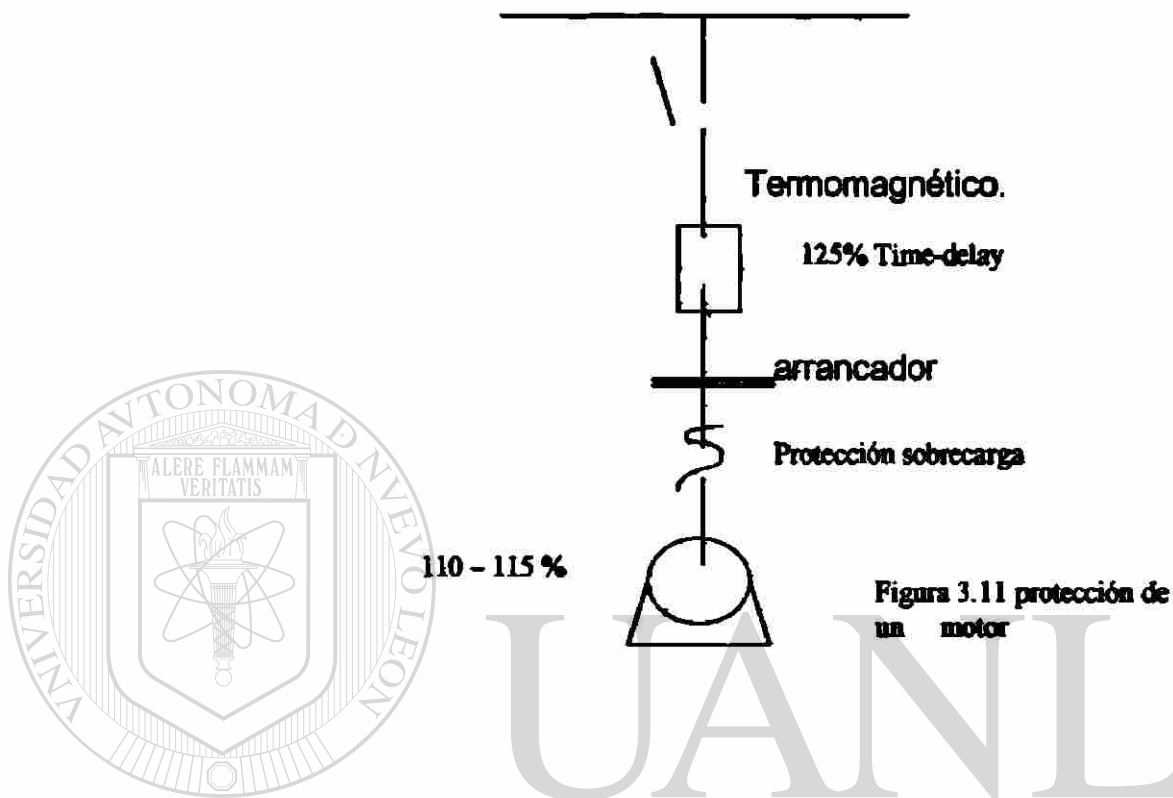


Figura 3.11 protección de un motor

3.11. - PROTECCION DE TRANSFORMADORES

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

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

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

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

Artículo 450-3 Protección contra sobrecorrientes (NOM)

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

3.12. -CARACTERISTICAS DE LOS FUSIBLES PARA ALTA TENSIÓN

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

3.12.1. -DEFINICIONES DE LA CURVA

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

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

3.12.2. - Tipos de Pruebas a Fusibles de Alta Tensión

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

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

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

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

3.12.3. - TIPOS DE FUSIBLES PARA ALTA TENSION

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

• FUSIBLE INTERRUPTOR PARA DISTRIBUCION

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

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

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

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

• FUSIBLES DE POTENCIA

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

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

Los fusibles para potencia tienen otras características que los diferencian de los cortacircuitos fusibles en cuanto a que se encuentran disponibles en rangos de voltaje más altos, en formas convenientes para aplicaciones en exteriores.

El fusible de potencia consiste de un soporte fusible más una unidad fusible, o con la alternativa de sujetador para fusible, el cual acepta una unidad de relleno ó un listón fusible.

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

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

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

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

3.13. - HILOS FUSIBLE DE MEDIA Y ALTA TENSION

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

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

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

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

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

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

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

EEI-NEMA elemento fusible clase K o T (amp.)	Capacidad de corriente continua (amperios)
6	9
8	12
10	15
12	18
15	23
20	30
25	38
30	45
40	60 +
50	75 +
65	85
80	120 ●
100	150 ●
140	190
200	200

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

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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

● HILOS FUSIBLES DE ALTAS CORRIENTES TIPO H

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

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

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

3.14. - FUSIBLES DRIESCHER Y WITTJOHANN DRIWISA

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

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

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

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

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

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

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

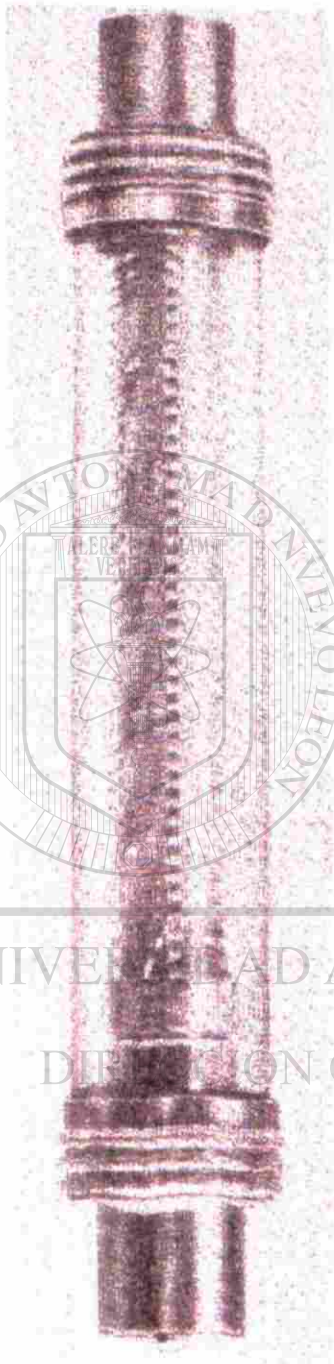
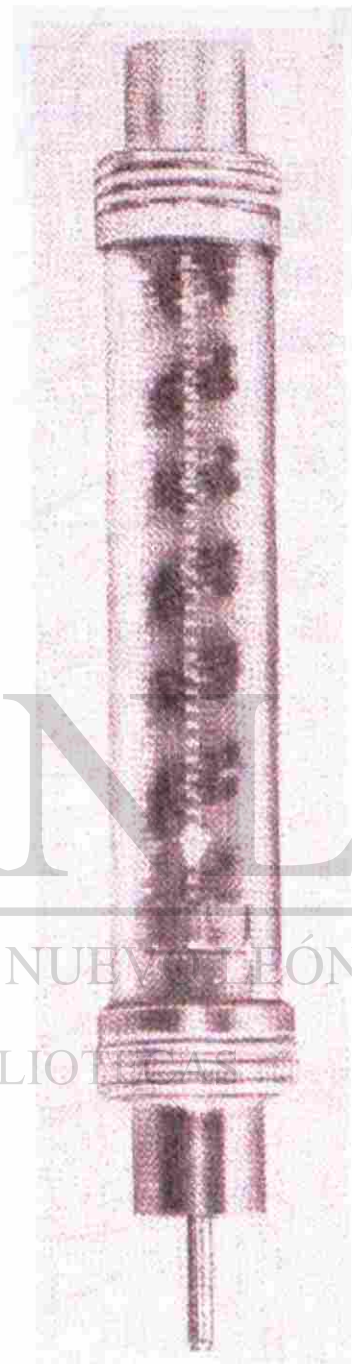
SELECCIÓN DE FUSIBLES TENSION DE SERVICIO

potencia nominal del transformador KVA	2,4 KV A	4,16 KV A	6/7,2KV A	13,8KV A	20/23KV A	34,5KV. A
45	25	18	10	6	6	
75	40	25	18	10	6	
112,5	63	40	25	10	6	6
150	100	40	40	18	10	6
225	160	63	40	25	18	10
300	160	100	63	25	18	18
500	250	160	100	40	25	25
750	—	200	160	63	40	40
1000	—	315	200	100	63	40
1500	—	—	315	125	100	63
2000	—	—	—	160	125	63
2500	—	—	—	200	160	100
3000	—	—	—	—	160	—

A= INTENSIDAD NOMINAL DE LOS FUSIBLES

TABLA 3.4 SELECCIÓN DE FUSIBLES DRIWISA

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

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

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

FIGURA 3.14 GRAFICA DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.

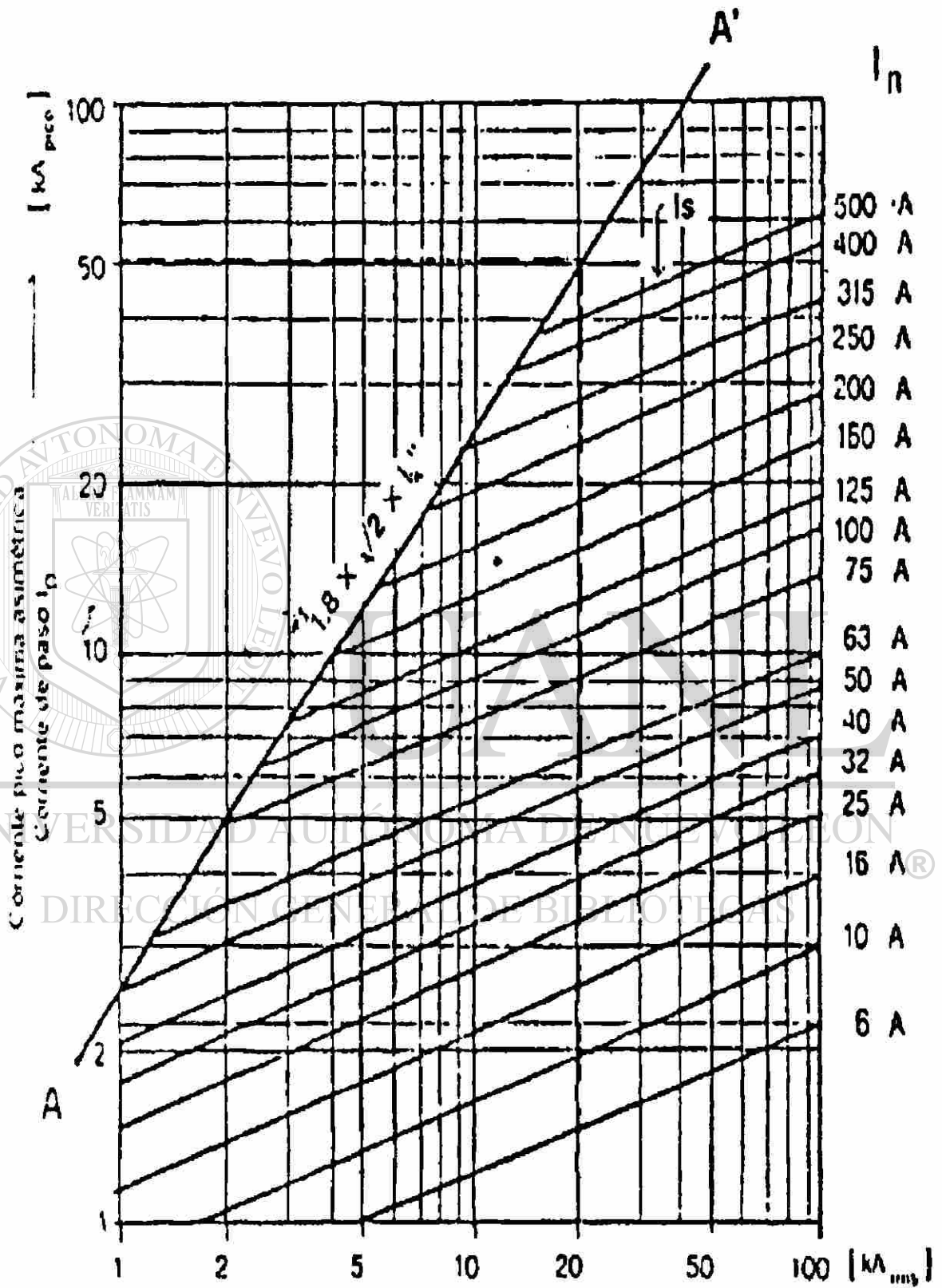
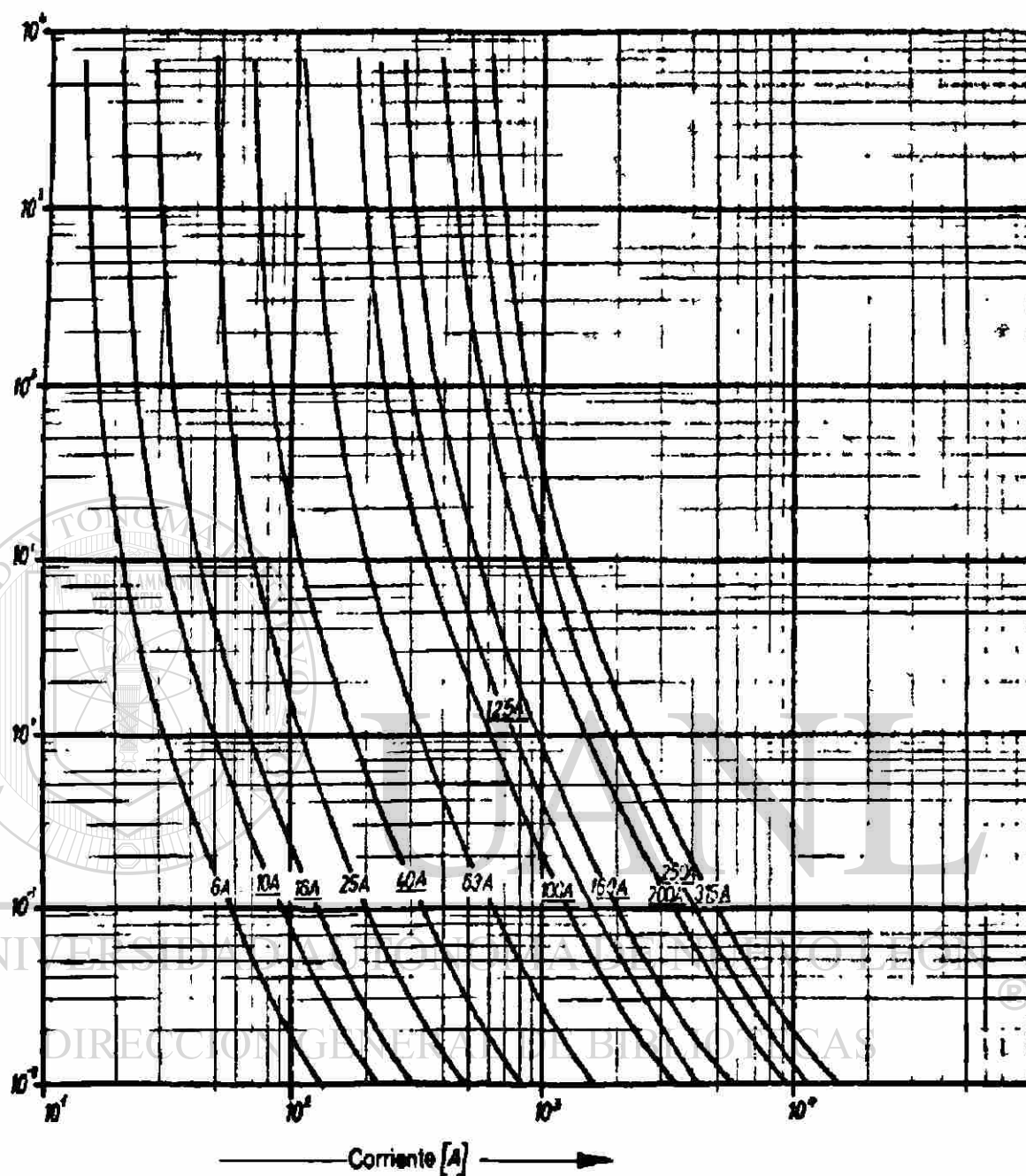
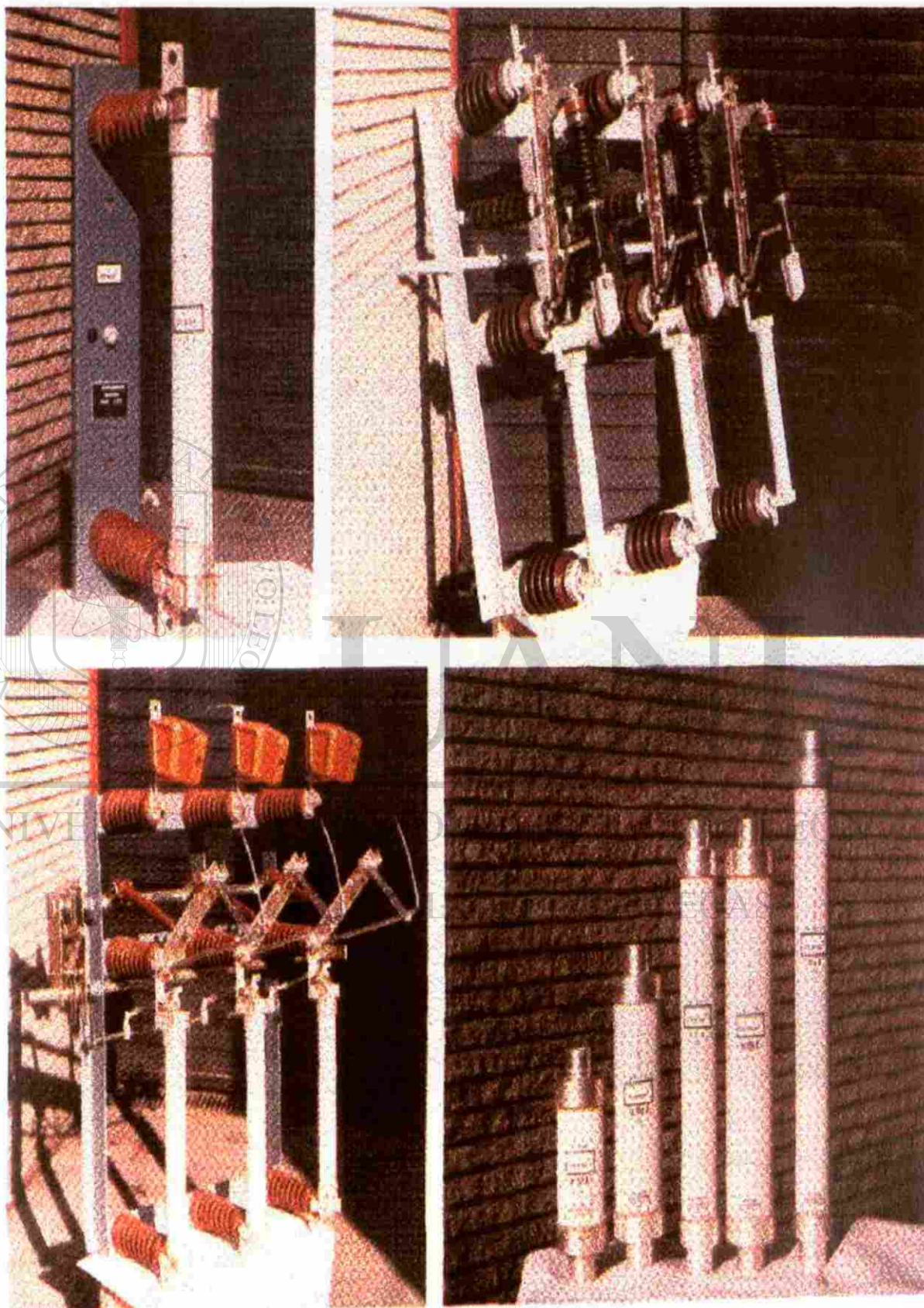


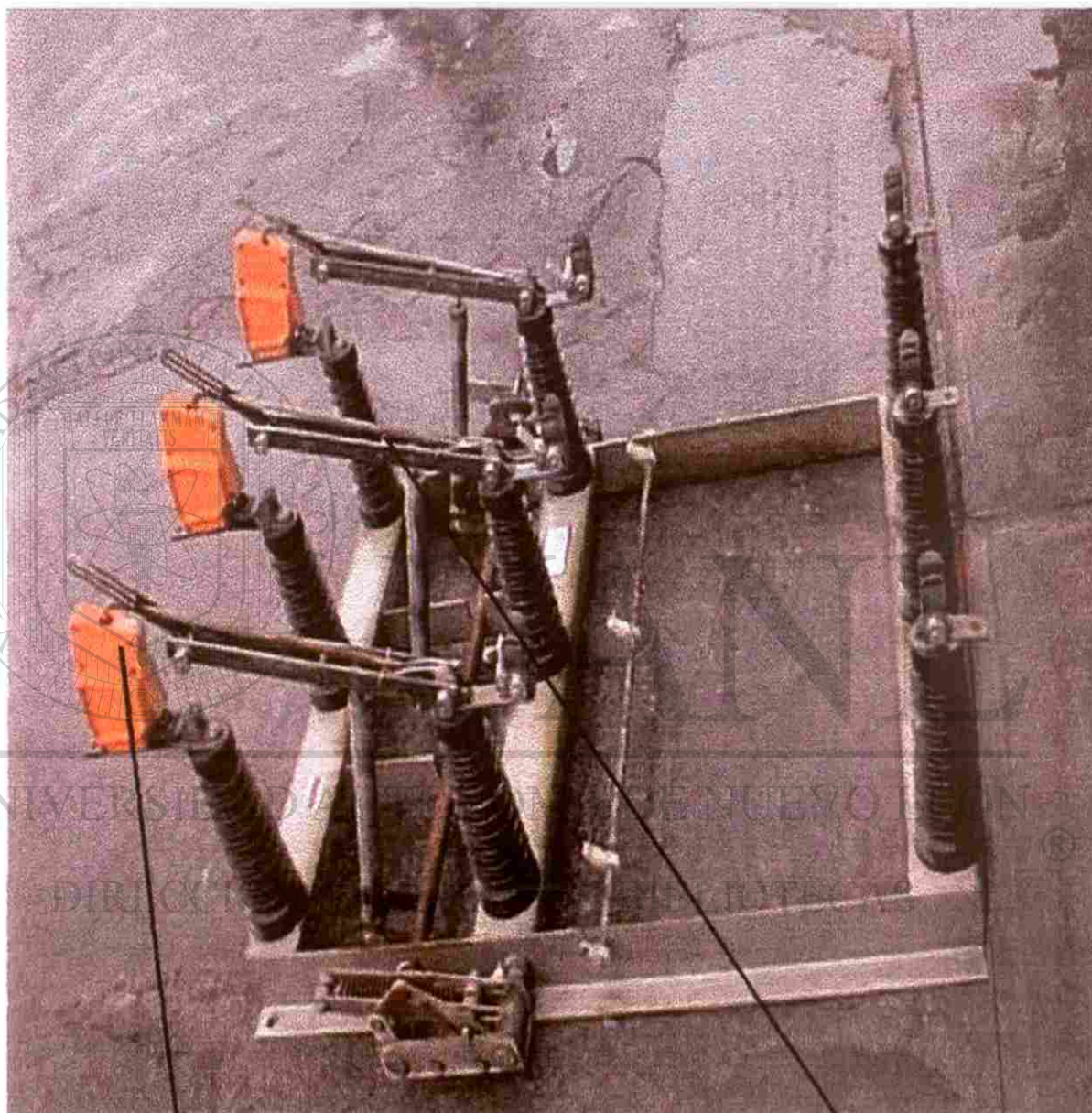
FIGURA 3.15 GRAFICA CORRIENTE TIEMPO FUSIBLES DRIESCHERS



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



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



CAMARA DE ARQUEO

DESCONECTADOR

FOTOGRAFIA 3.3 PROTECCION DE BANCO DE CAPACITORES.

PROTECCION DE CAPACITORES USANDO ESLABON FUSIBLE E INTERRUPTOR TIPO NVR DE ACEITE. PARA ESTINGUIR EL ARCO.



3.15 PROTECCION PRIMARIA CON FUSIBLES A TRANSFORMADORES

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

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

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

TABLA 3.5 LIMITES NEC

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

CURVA ANSI

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

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

TABLA 3.6 CATEGORIA DE LOS TRANSFORMADORES

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

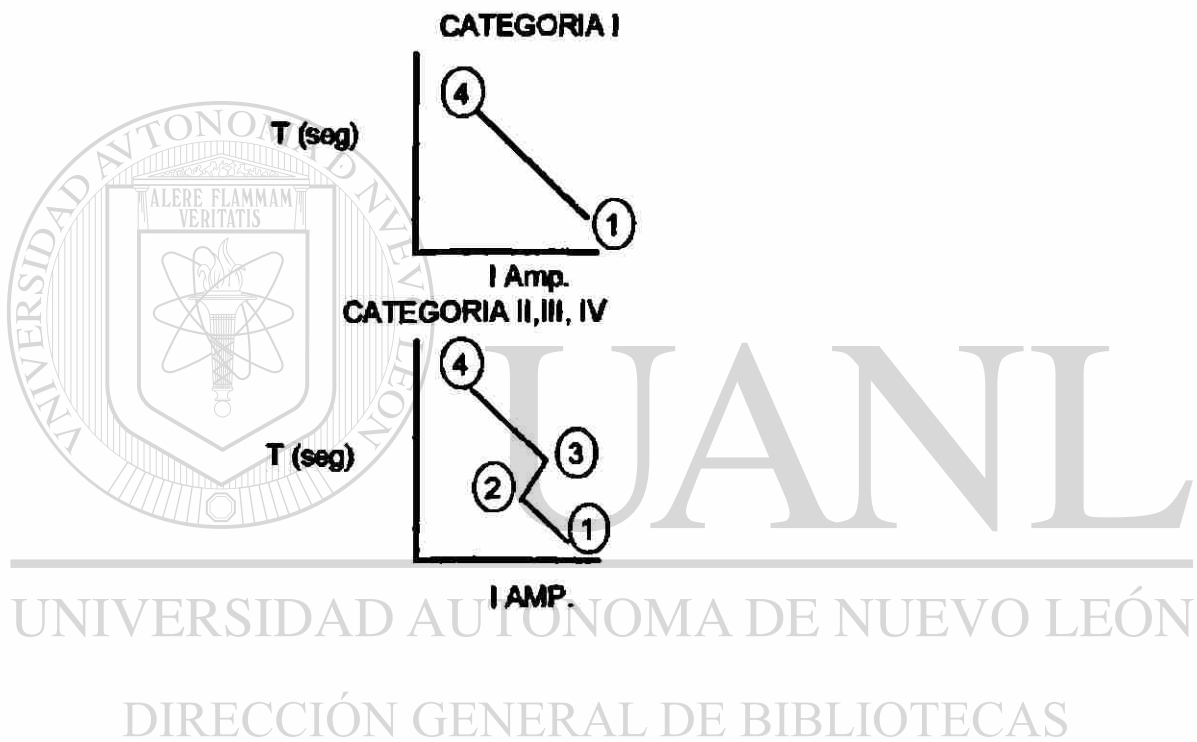
FIGURA 3.16

TABLA 3.7 PUNTOS DE LA CURVA ANSI

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Donde: ®

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

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

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

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

TABLA 3.8 IMPEDANCIAS MINIMAS

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

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

TABLA 3.9 FACTOR ANSI

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

TABLA 3.10 CAPACIDAD DE SOBRECARGA

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

TABLA 3.11 MULTIPLOS DE CORRIENTE DE MAGNETIZACION

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

CAPACIDAD DE SOBRECARGA

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

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

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

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

PUNTO DE MAGNETIZACION (INRUSH) DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

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

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

La corriente nominal es el secundario es:

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

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

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

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

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

Punto 2 $t_2 = 4.08$

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

Punto 3 $t_4 = 50$ seg.

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

CAPITULO 4

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNETICOS.

4.1. –DESCRIPCION GENERAL:

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

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

Protección :

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

Interruptores tipo navaja con fusible.

Dispositivo de protección y desconexión de circuitos eléctricos.

Interruptores de servicio industrial.

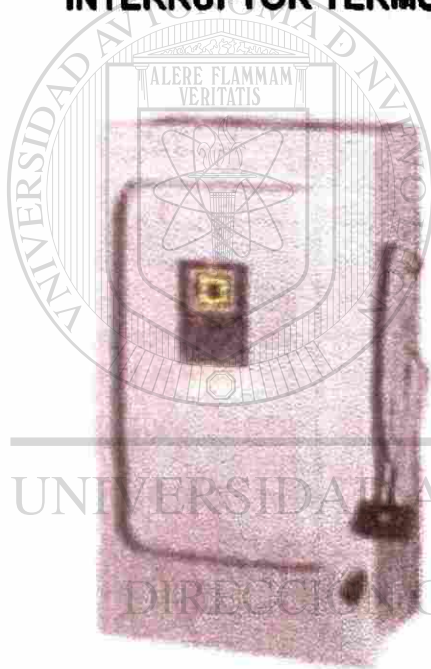
- ❖ Ligero (30 a 200 Amp. en 240 volts).
- ❖ Pesado (30 a 1200 Amp. en 240 a 600 volts).

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

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

Diferencias entre swich de cuchillas e interruptor termomagnético.

FOTOGRAFIA 4.1 DIFERENCIA DE SWICH DE CUCHILLAS E INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



swich de cuchillas



termomagnético

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

Tabla 4.1

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

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

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

tabla 4.2

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

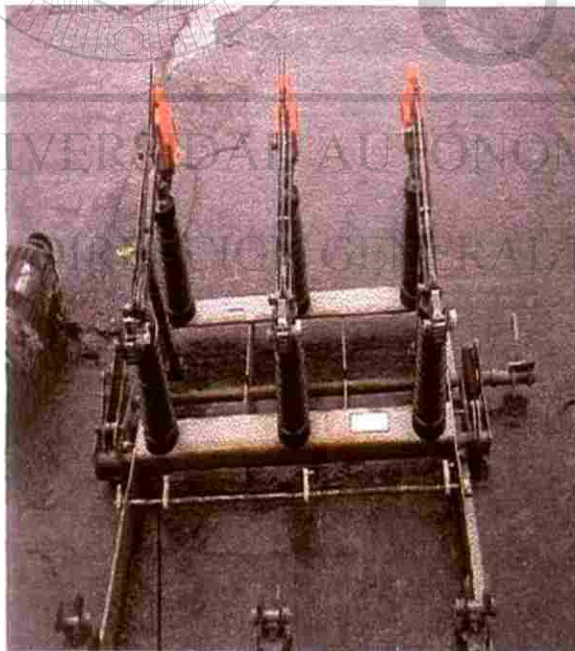
		MOTORES TRIFASICOS						MOTORES DOS FASES		
TIPO DE INDUCCION		SINCRONICOS			f.p. 1			TIPO DE INDUCCION		
HP		220V	440V	550V	220V	440V	550V	220V	440V	550V
	simbolo	ECN	ECS	ECS	ECN	ECS	ECS	ECN	ECS	ECS
15	normal	40	20	17,5				35	17,5	15
	pesado	45	25	20				40	20	17,5
	40°C	50	25	20				45	20	17,5
20	normal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

4.2. -SELECCIÓN DE FUSIBLE E INTERRUPTOR DE SEGURIDAD.

Datos necesarios para selección de Fusible con Interruptor de seguridad:

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

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



Servicio de 13.8kv.a 34.5 kv.



Servicio para 220 a 600 Vca

4.3. - INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS QO Y QOB

Características:

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

Aplicación: Los interruptores enchufables QO, son usados en centros de carga tipo QO, tableros de alumbrados y distribución tipo NQO, pudiendo ser montados también en tableros de distribución I-LINE. Los interruptores atornillables QOB, son usados en tableros de alumbrado y distribución NQOB, pudiendo ser montados también en tableros de distribución I-LINE.

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

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

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

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

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

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

FOTOGRAFIA 4.3 TIPOS DE INTERRUPTORES



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

4.4. - INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

4.4.1. - Características:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.2. - VENTAJAS DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

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

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

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

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

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

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

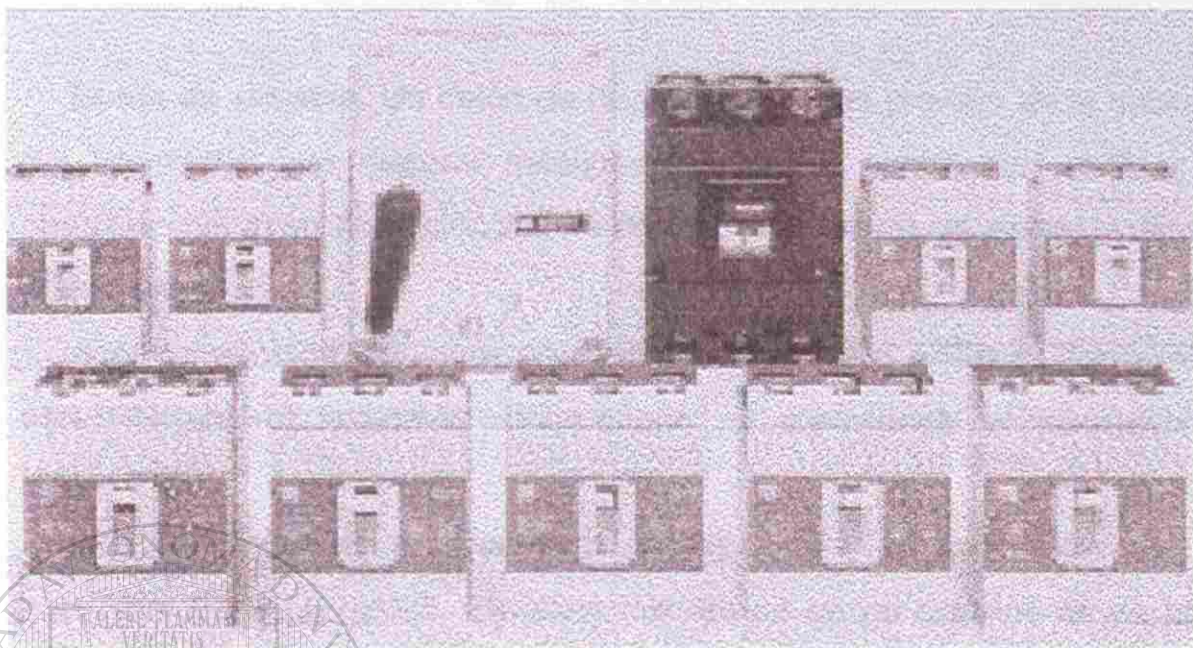
Mecanismo de operación: La línea de interruptores MAG-GARD cuenta con mecanismos de disparo libre, de apertura y cierre rápidos. Una barra de disparo común asegura la apertura y cierre simultáneo de todos los polos.

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

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

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

FOTOGRAFIA 4.4 TIPOS DE INTERRUPTORES AJUSTE MAGNETICO INSTANTANEO



4.5. – INTERRUPTOR DE DISPARO AJUSTABLE MAGNETICO INSTANTANEO

Características:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6. – INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y NO AUTOMATICOS

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6.1. – CARACTERISTICAS DE INTERRUPTORES NO AUTOMATICOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

FOTOGRAFIA 4.5 INTERRUPTOR BIPOLAR PARA USARSE EN ALUMBRADO.



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

FOTOGRAFIA 4.6 INTERRUPTORES PARA MOTORES Y ALUMBRADO



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

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

4.7. – INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA

Características:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

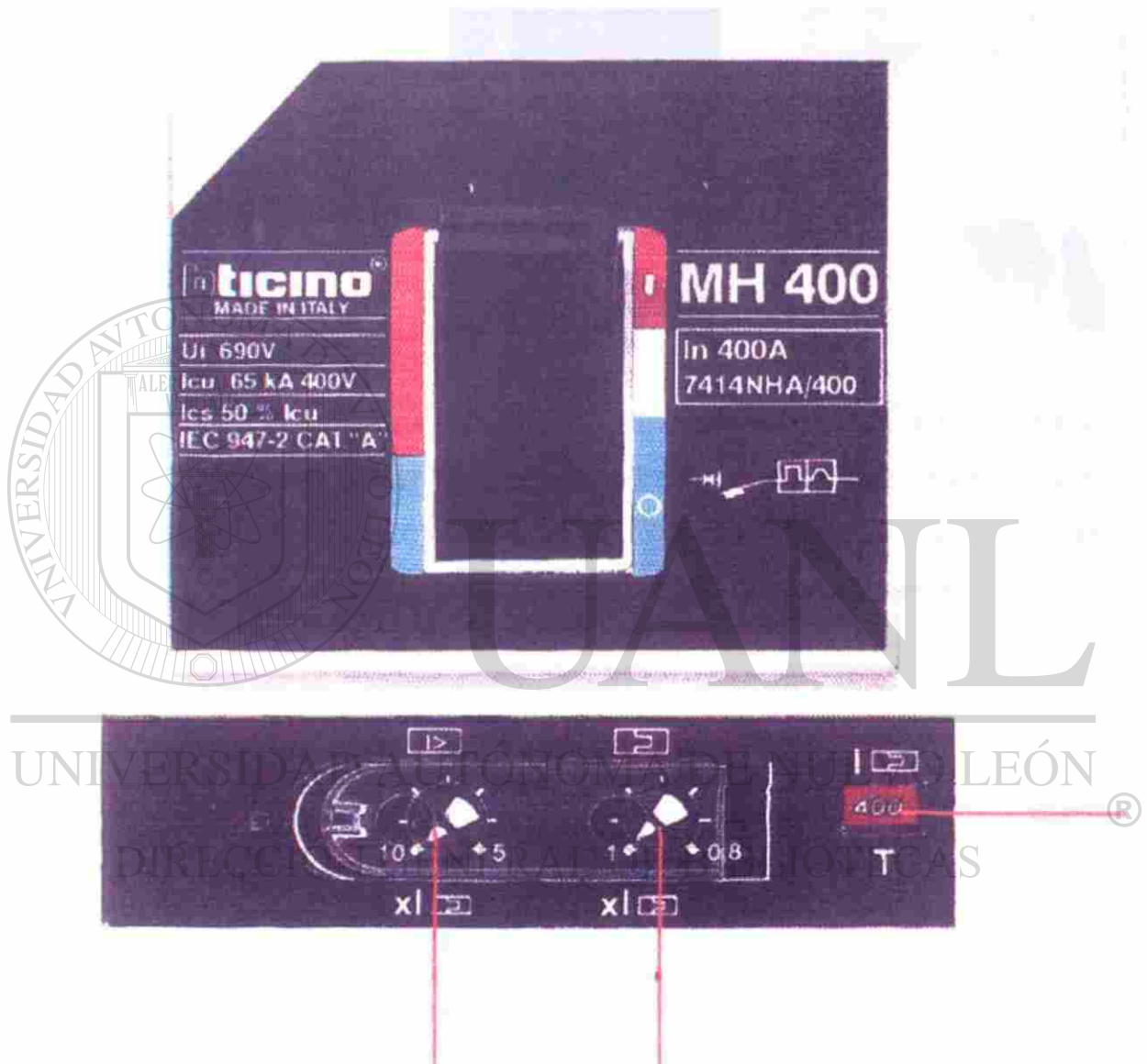
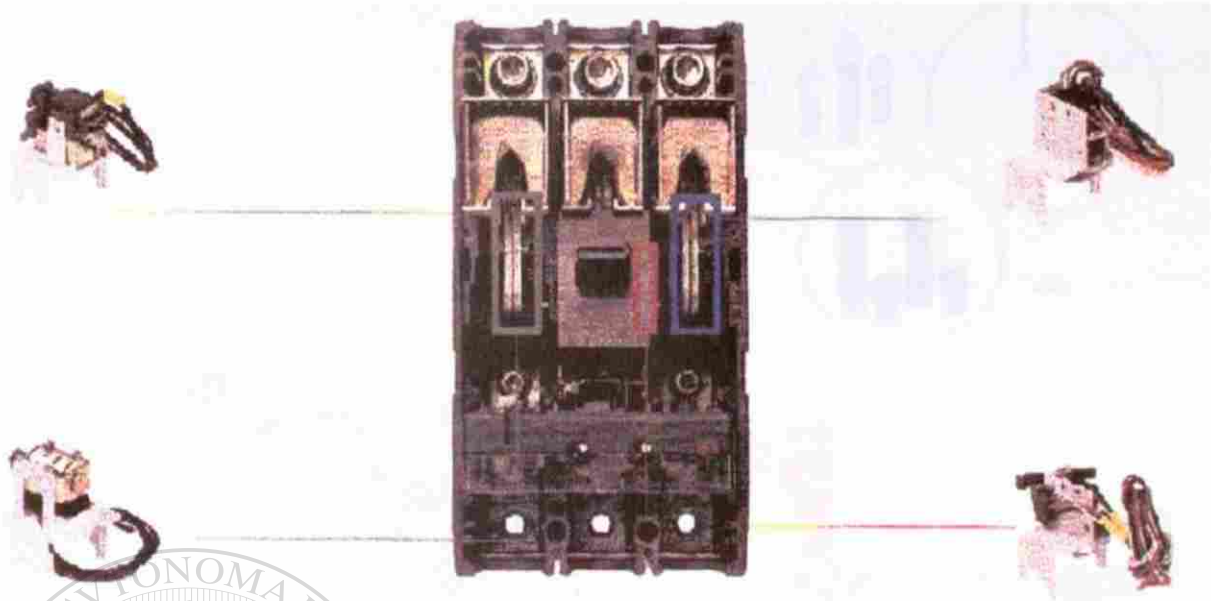


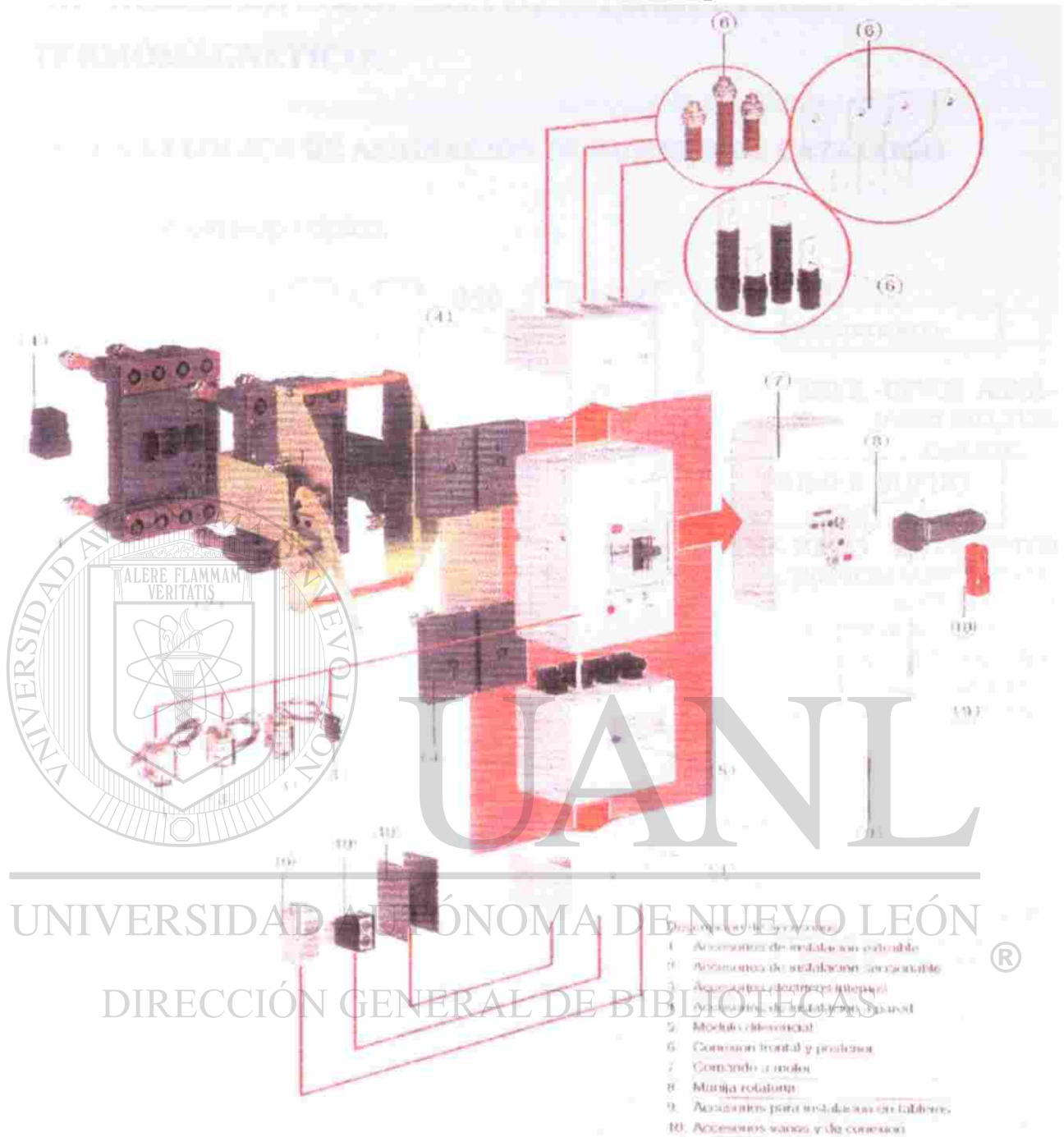
FIGURA 4.2 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO VISTO POR DENTRO

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 4.3 PARTES DE UN INTERRUPTOR BTICINO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.8.- TABLAS DE SELECCIÓN DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.

TABLA 4.3 LOGICA DE ASIGNACION DE NUMERO DE CATALOGO

Numero de catalogo típico.

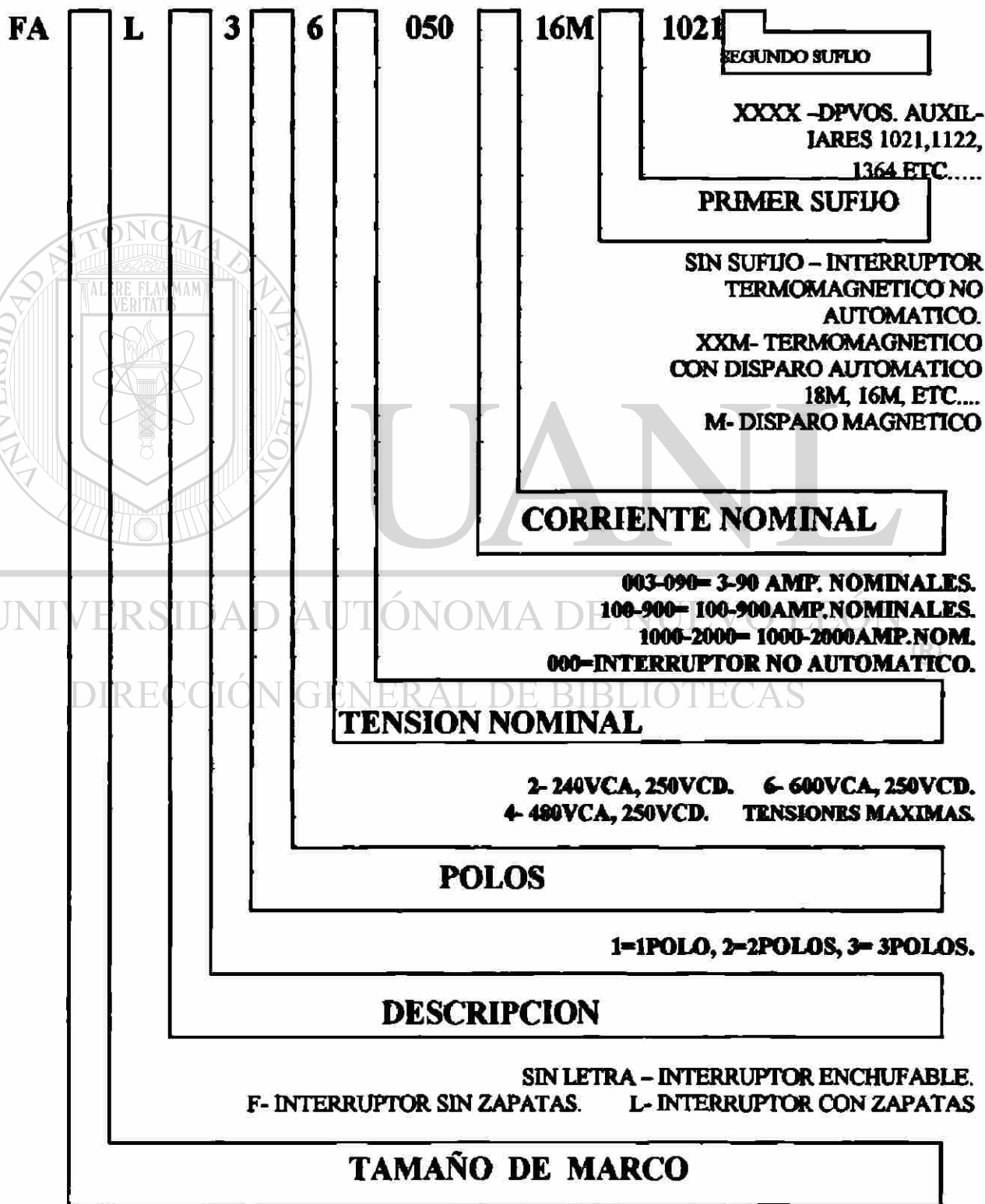


TABLA 4.4 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS TIPO: "FA"
CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Prefijo en el No. de Catalogo	No. de polos	Corriente Nominal Amperes	Capacidad Interruptiva Nominal Amperes RMC Simétricos			
			Tensión Corriente Alterna 60 Hz.			Tensión C.D.
			240 V	480V	600V	250V
FA - FAL	2	15-100	18000	14000	14000	10000
	3	15-100	18000	14000	14000	—
FH - FHL	2	15-100	65000	25000	18000	10000
	3	15-100	65000	25000	18000	—

FA MARCO 100AMPERES, TENSION MAXIMA. 600VCA 60HZ. 250VCD CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amperes	Dos Polos		Tres Polos	
		Int. Estandar	- LINE	Int. Estandar	I - LINE
15	430	FAL 28015 ●	FA 28015 ●★	FAL 36015	FA 36015
20	430	FAL 28020 ●	FA 28020 ●★	FAL 36020	FA 36020
30	430	FAL 28030 ●	FA 28030 ●★	FAL 36030	FA 36030
40	625	FAL 28040 ●	FA 28040 ●★	FAL 36040	FA 36040
50	625	FAL 28050 ●	FA 28050 ●★	FAL 36050	FA 36050
70	1125	FAL 28070 ●	FA 28070 ●★	FAL 36070	FA 36070
100	1300	FAL 28100 ●	FA 28100 ●★	FAL 36100	FA 36100

FH MARCO 100 AMPERES TENSION MAX. 600VCA CAP. INTERRUPTIVA ALTA

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amperes	Dos Polos		Tres Polos	
		Int. Estandar	- LINE	Int. Estandar	I - LINE
15	430	FHL 28015 ●	FH 28015 ●★	FHL 36015	FH 36015
20	430	FHL 28020 ●	FH 28020 ●★	FHL 36020	FH 36020
30	430	FHL 28030 ●	FH 28030 ●★	FHL 36030	FH 36030
40	625	FHL 28040 ●	FH 28040 ●★	FHL 36040	FH 36040
50	625	FHL 28050 ●	FH 28050 ●★	FHL 36050	FH 36050
70	1125	FHL 28070 ●	FH 28070 ●★	FHL 36070	FH 36070
100	1300	FHL 28100 ●	FH 28100 ●★	FHL 36100	FH 36100

INTERR. ESTANDAR INDICA EN CAJA MOLDEADA CON ZAPATAS EN LADO LINEA Y CARGA. I LINE INTERRUPTOR ENCHUFABLES PARA MONTAJE EN TABLEROS DE DISTRIBUCION I LINE

● INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL.

★ ÉL NUMERO DE CATALOGO DE LOS INTERRUPTORES I LINE DE DOS POLOS SE COMPLETA AGREGANDO DOS LETRAS AB, AC, O BC. SEGÚN LA CONEXIÓN DESEADA.

**FIGURA 4.4 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS FA
CURVAS DE DISPARO**

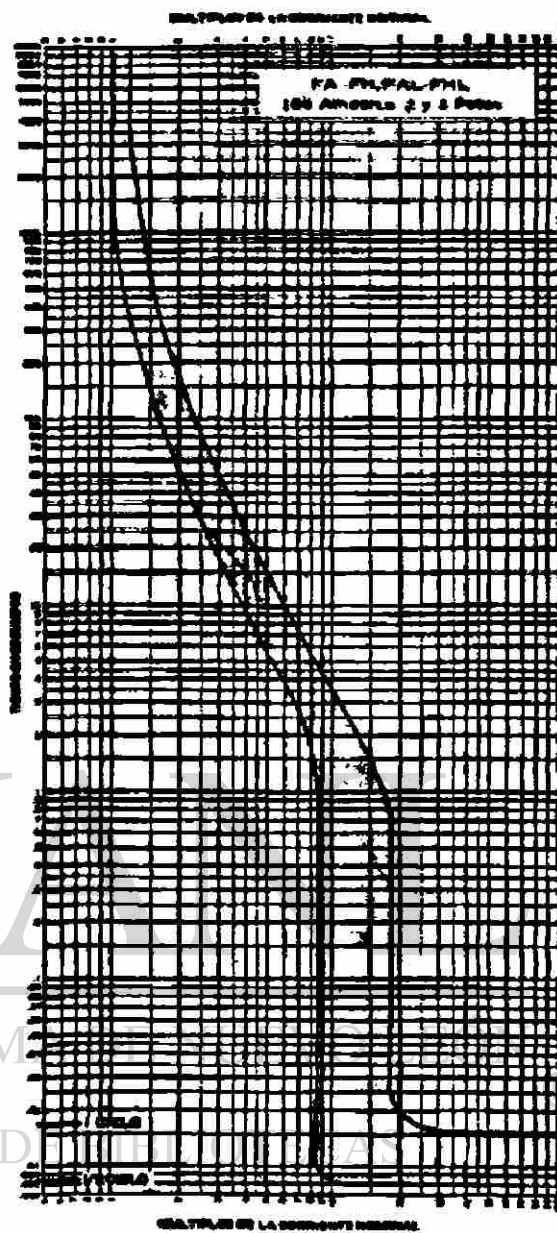
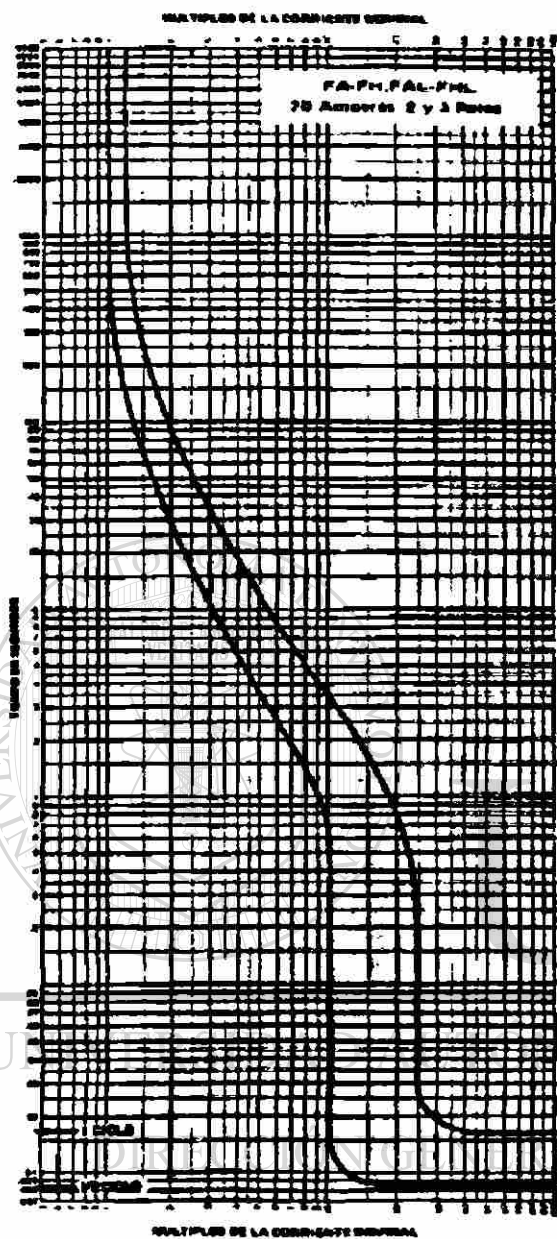


TABLA 4.5 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SELECCIÓN "KA" CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

KA MARCO 225 AMPERES TENSION MAXIMA 600VCA,250VCD, CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL.

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
	Baja	Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
125	625	1250	KAL 28125 ●	KA28125 ●★	KAL 36125	KA36125
150	750	1500	KAL 28150 ●	KA28150 ●★	KAL 36150	KA36150
175	875	1750	KAL 28175 ●	KA28175 ●★	KAL 36175	KA36175
200	1000	2000	KAL 28200 ●	KA28200 ●★	KAL 36200	KA36200
225	1125	2250	KAL 28225 ●	KA28225 ●★	KAL 36225	KA36225

**KH MARCO DE 225 AMPERES TENSION MAXIMA 600VCA 250VCD.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA ALTA (PALANCA GRIS)**

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
	Baja	Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
125	625	1250	KHL 28125 ●	KH28125 ●★	KHL 36125	KH36125
150	750	1500	KHL 28150 ●	KH28150 ●★	KHL 36150	KH36150
175	875	1750	KHL 28175 ●	KH28175 ●★	KHL 36175	KH36175
200	1000	2000	KHL 28200 ●	KH28200 ●★	KHL 36200	KH36200
225	1125	2250	KHL 28225 ●	KH28225 ●★	KHL 36225	KH36225

INTERR. ESTANDAR INDICA EN CAJA MOLDEADA CON ZAPATAS EN LADO LINEA Y CARGA. I LINE INTERRUPTOR ENCHUFABLES PARA MONTAJE EN TABLEROS DE DISTRIBUCION I LINE

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

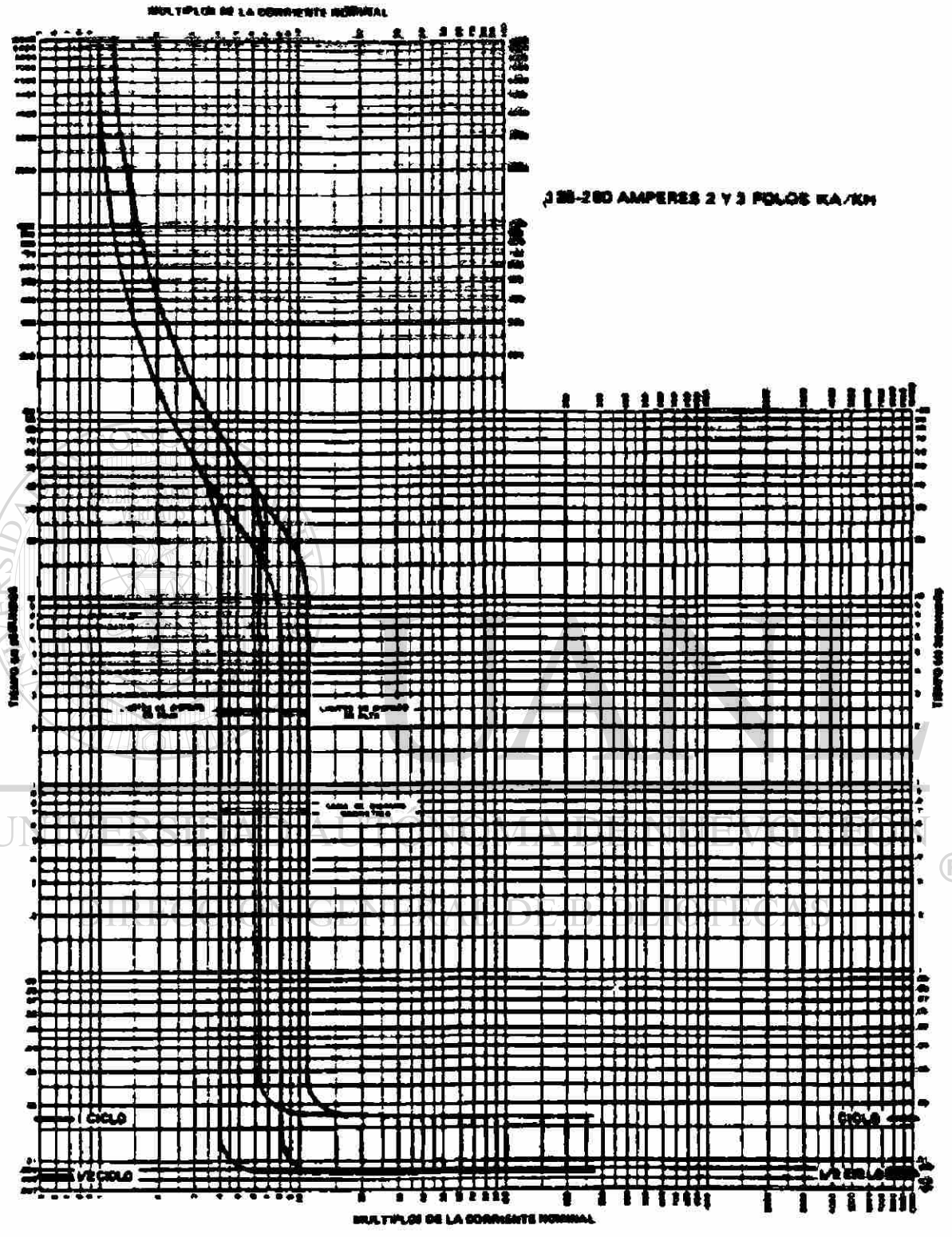
● INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL.

★ÉL NUMERO DE CATALOGO DE LOS INTERRUPTORES I LINE DE DOS POLOS SE COMPLETA AGREGANDO DOS LETRAS AB,AC,O BC.SEGÚN LA CONEXIÓN DESEADA.

Ejemplo de un interruptor de 125 amp. Se puede conectar en las tres fases siguientes:

fases de conexión	int. de dos polos	int. de tres polos
A-B	KA28125AB	-----
A-C	KA28125AC	-----
B-C	KA28125BC	-----
A-B-C	-----	KA36150

**FIGURA 4.5 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS KA
CURVAS DE DISPARO**



**TABLA 4.6 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SELECCION "LA"
CAPACIDAD INTERRUPTIVA.**

Prefijo en el No. de Catalogo	No. de polos	Corriente Nominal Amperes	Capacidad Interruptiva Nominal Amperes RMC Simétricos			
			Tensión Corriente Alterna 60 Hz.			Tensión C.D.
			480V	600V		250V
LA - LAL	2	125-400	42000	30000	22000	10000
	3	125-400	42000	30000	22000	10000
LH - LHL	2	125-400	65000	35000	25000	10000
	3	125-400	65000	35000	25000	10000

**LA MARCO DE 400 AMPERES TENSION MAXIMA 600VCA. 60HDZ. 250VCD.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL.**

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
		Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
225	1125	2250	LAL 26225 ●	LA26225 ●★	LAL 36225	LA36225
250	1250	2500	LAL 26250 ●	LA26250 ●★	LAL 36250	LA36250
300	1500	3000	LAL 26300 ●	LA26300 ●★	LAL 36300	LA36300
350	1750	3500	LAL 26350 ●	LA26350 ●★	LAL 36350	LA36350
400	2000	4000	LAL 26400 ●	LA26400 ●★	LAL 36400	LA36400

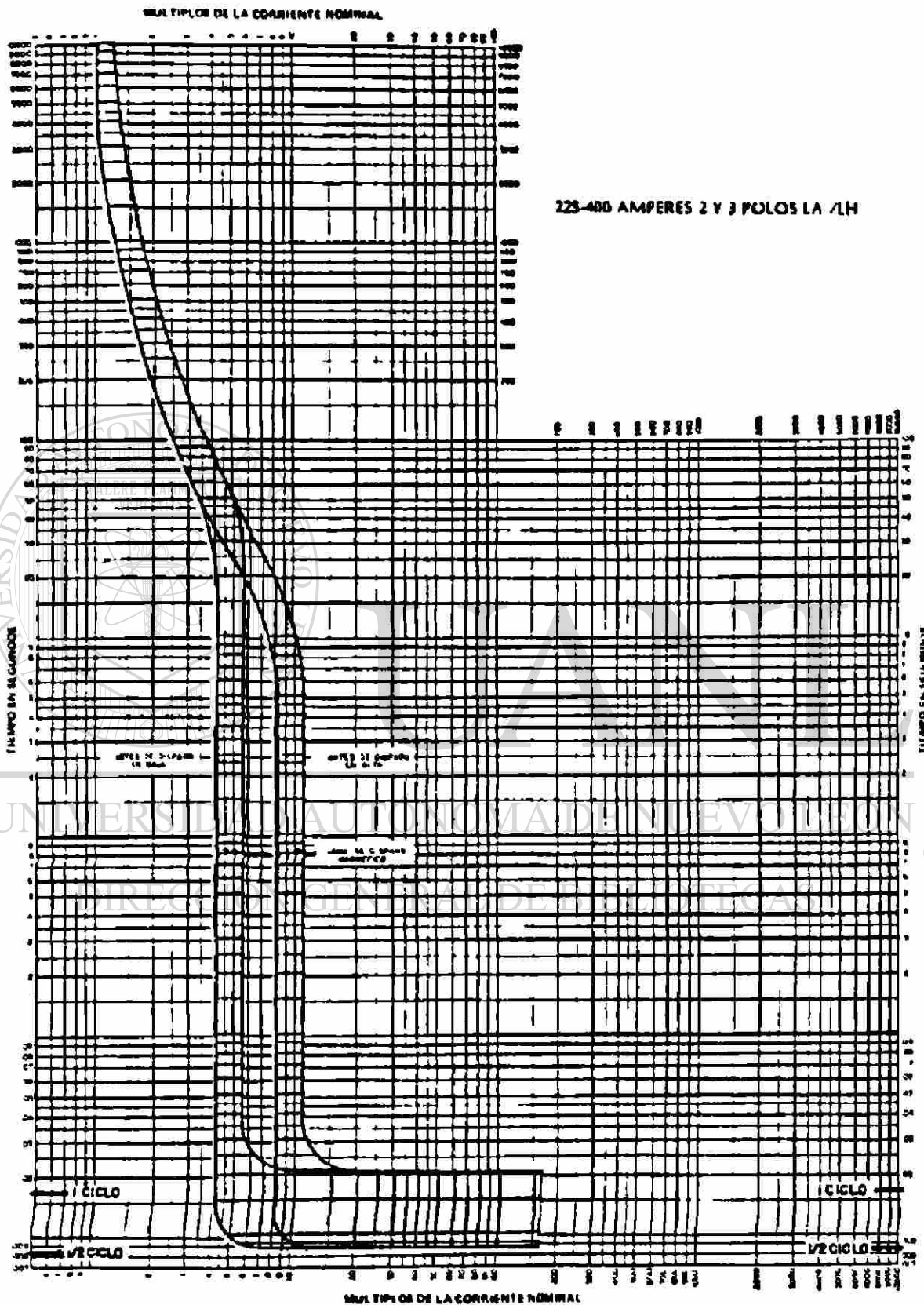
**LH MARCO 400 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA, 60 HDZ. 250VCD.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA ALTA (PALANCA GRIS)**

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
	Baja	Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
225	1125	2250	LHL 26225 ●	LH26225 ●★	LHL 36225	LH36225
250	1250	2500	LHL 26250 ●	LH26250 ●★	LHL 36250	LH36250
300	1500	3000	LHL 26300 ●	LH26300 ●★	LHL 36300	LH36300
350	1750	3500	LHL 26350 ●	LH26350 ●★	LHL 36350	LH36350
400	2000	4000	LHL 26400 ●	LH26400 ●★	LHL 36400	LH36400

**INTERR. ESTANDAR INDICA EN CAJA MOLDEADA CON ZAPATAS EN LADO LINEA Y
CARGA. I LINE INTERRUPTOR ENCHUFABLES PARA MONTAJE EN TABLEROS
DE DISTRIBUCION I LINE**

- INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL.
- ★ ÉL NUMERO DE CATALOGO DE LOS INTERRUPTORES I LINE DE DOS POLOS SE
COMPLETA AGREGANDO DOS LETRAS AB, AC, O BC. SEGÚN LA CONEXIÓN
DESEADA.

FIGURA 4.6 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS MARCO LA CURVAS DE DISPARO



**TABLA 4.7 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SELECCIÓN "MA"
CAPACIDAD INTERRUPTIVA**

Prefijo en el No. de Catalogo	No. de polos	Corriente Nominal Amperes	Capacidad Interruptiva Nominal Amperes RMC Simétricos			
			Tensión Corriente Alterna 60 Hz.			Tensión C.D.
			480V	600V		250V
MA - MAL	2	500-1000	42000	30000	22000	14000
	3	500-1000	42000	30000	22000	14000
MH - MHL	2	500-1000	65000	50000	25000	14000
	3	500-1000	65000	50000	25000	14000

MA MARCO 1000AMP. TENSION MAXIMA 600VCA,60HDZ. 250VCD.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
	Baja	Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
	500	2500	5000	MAL 26500 ●	MA26500 ● ★	MAL 36500	MA36500
600	3000	6000	MAL 26600 ●	MA26600 ● ★	MAL 36600	MA36600
700	3500	7000	MAL 26700 ●	MA26700 ● ★	MAL 36700	MA36700
800	4000	8000	MAL 26800 ●	MA26800 ● ★	MAL 36800	MA36800
900	4500	9000	MAL 26900 ●	MA26900 ● ★	MAL 36900	MA36900
1000	5000	10000	MAL261000 ●	MA261000 ● ★	MAL 361000	MA361000

MH MARCO 1000AMP. TENSION MAXIMA 600VCA,60HDZ. 250VCD.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA ALTA(PALANCA GRIS)

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		Tres Polos	
	Baja	Alta	Int. Estandar	I - LINE	Int. Estandar	I - LINE
	500	2500	5000	MHL 26500 ●	MH26500 ● ★	MHL 36500	MH36500
600	3000	6000	MHL 26600 ●	MH26600 ● ★	MHL 36600	MH36600
700	3500	7000	MHL 26700 ●	MH26700 ● ★	MHL 36700	MH36700
800	4000	8000	MHL 26800 ●	MH26800 ● ★	MHL 36800	MH36800
900	4500	9000	MHL 26900 ●	MH26900 ● ★	MHL 36900	MH36900
1000	5000	1000	MHL261000 ●	MH261000 ● ★	MHL 361000	MH361000

INTERR. ESTANDAR INDICA EN CAJA MOLDEADA CON ZAPATAS EN LADO LINEA Y CARGA. I LINE INTERRUPTOR ENCHUFABLES PARA MONTAJE EN TABLEROS DE DISTRIBUCION I LINE

● INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL.

★ ÉL NUMERO DE CATALOGO DE LOS INTERRUPTORES I LINE DE DOS POLOS SE COMPLETA AGREGANDO DOS LETRAS AB,AC, O BC.SEGÚN LA CONEXIÓN DESEADA.

Ejemplo de un interruptor de 1000 amp. Se puede conectar en las tres fases siguientes:

fases de conexión	int. de dos polos	int. de tres polos
A-B	MA261000AB	-----
A-C	MA261000AC	-----
B-C	MA261000BC	-----
A-B-C	-----	MA361000

TABLA 4.8 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS "PA"**CAPACIDAD INTERRUPTIVA**

Prefijo en el No. de Catalogo	No. de polos	Corriente Nominal Amperes	Capacidad Interruptiva Nominal Amperes RMC			
			Simetricos Tensión Corriente Alterna 60 Hz.			
			240V		480 v	600 v
PAF	2	600-2000	65000		50000	42000
	3	600-2000	65000		50000	42000
PHF	2	600-2000	125000		100000	65000
	3	600-2000	125000		100000	65000

PA MARCO 2000 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA. 60HDZ.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL.

Corriente Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		tres polos	
	Baja	Alta	Interruptor sin columnas	Columnas de capacidad juego de dos columnas	Interruptor sin columnas	Columnas de capacidad juego de tres columnas
600	3200	9000		PA 2600 RC		PA 3600 RC
700	3200	9000		PA 2700 RC		PA 3700 RC
800	3200	9000		PA 2800 RC		PA 3800 RC
1000	3500	9000		PA 21000 RC		PA 31000 RC
1200	3500	9000	PAF 2026 ●	PA 21200 RC	PAF 2036	PA 31200 RC
1400	4500	9000		PA 21400 RC		PA 31400 RC
1600	5000	10000		PA 21600 RC		PA 31600 RC
1800	6500	10000		PA 21800 RC		PA 31800 RC
2000	8000	12000		PA 22000 RC		PA 32000 RC

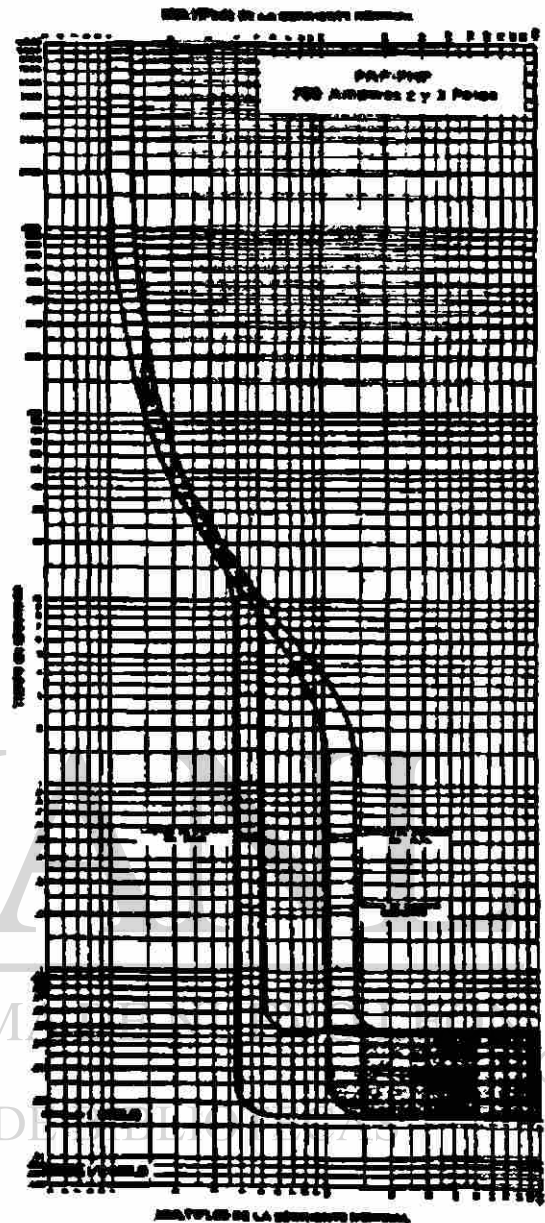
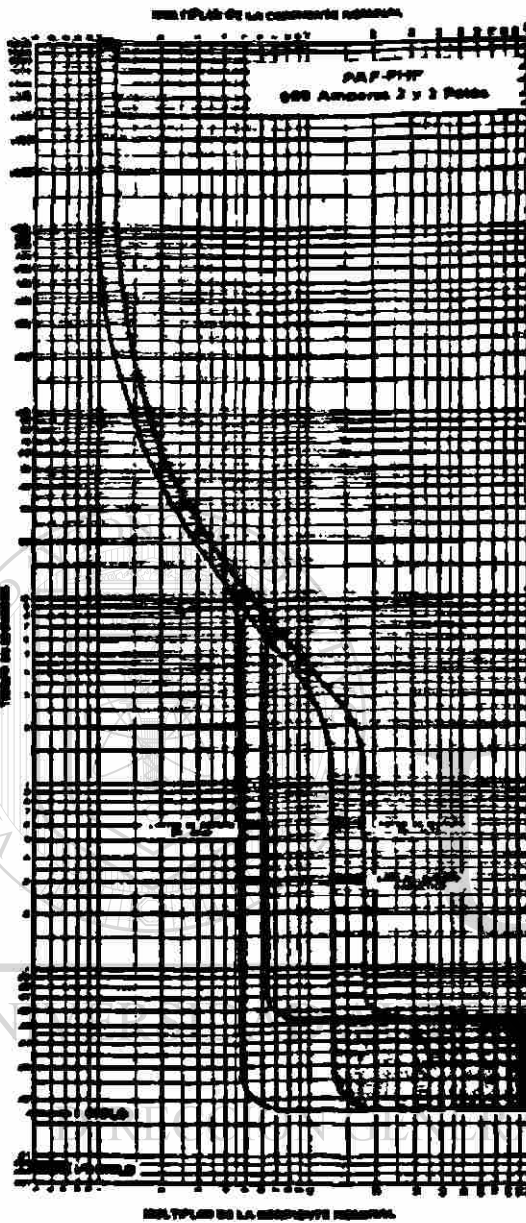
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

PH MARCO DE 2000 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA. 60HDZ.
CAPACIDAD INTERRUPTIVA ALTA (PALANCA GRIS)

Nominal Amperes	Punto de Disparo Magnético Amp.		Dos Polos		tres polos	
	Baja	Alta	Interruptor sin columnas	Columnas de capacidad juego de dos columnas	Interruptor sin columnas	Columnas de capacidad juego de tres columnas
600	3200	9000		PA 2600 RC		PA 3600 RC
700	3200	9000		PA 2700 RC		PA 3700 RC
800	3200	9000		PA 2800 RC		PA 3800 RC
1000	3500	9000		PA 21000 RC		PA 31000 RC
1200	3500	9000	PHF 2026 ●	PA 21200 RC	PHF 2036	PA 31200 RC
1400	4500	9000		PA 21400 RC		PA 31400 RC
1600	5000	10000		PA 21600 RC		PA 31600 RC
1800	6500	11000		PA 21800 RC		PA 31800 RC
2000	8000	12000		PA 22000 RC		PA 32000 RC

● INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL

**FIGURA 4.8 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS PA
CURVA DE DISPARO**



Mag-Gard

**TABLA 4.9 INTERRUPTORES DE DISPARO MAGNETICO INSTANTANEO
FA MARCO 100 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA.60HDZ.**

Corriente Nominal Amperes	Gama de ajuste de disparo amperes	Dos polos No de catalogo	Tres polos No de catalogo
---------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------

3	7-22	FAL 2600311 M ●	FAL 3600311 M
7	18-58	FAL 2600712 M ●	FAL 3600712 M
15	50-150	FAL 2601513 M ●	FAL 3601513 M
30	50-150	FAL 2603013 M ●	FAL 3603013 M ●
30	100-300	FAL 2603015 M ●	FAL 3603015 M
50	75-260	FAL 2605014 M ●	FAL 3605014 M ●
50	150-460	FAL 2605016 M ●	FAL 3605016 M
100	150-460	FAL 2610016 M ●	FAL 3610016 M ●
100	275-1000	FAL 2610018 M ●	FAL 3610018 M

KA MARCO 225 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA. 60 HDZ.

225	625-1250	KAL 2622525 M ●	KAL3622525 M
225	750-1500	KAL 2622526 M ●	KAL3622526 M
225	875-1750	KAL 2622529 M ●	KAL3622529 M
225	1000-2000	KAL 2622530 M ●	KAL3622530 M ●
225	1125-2250	KAL 2622531 M ●	KAL3622531 M

LA MARCO 400 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA. 60 HDZ.

400	1125-2250	LAL 2640031 M ●	LAL 3640031 M ●
400	1250-2500	LAL 2640032 M ●	LAL 3640032 M
400	1500-3000	LAL 2640033 M ●	LAL 3640033 M ●
400	1750-3500	LAL 2640035 M ●	LAL 3640035 M
400	2000-4000	LAL 2640036 M ●	LAL 3640036 M ●

MA MARCO 1000 AMPERES, TENSION MAXIMA 600VCA. 60HDZ.

1000	2500-5000	MAL 26100040 M ●	MAL 36100040 M ●
1000	3000-6000	MAL 26100040 M ●	MAL 36100042 M ●
1000	3500-7000	MAL 26100044 M ●	MAL 36100044 M ●
1000	4000-8000	MAL 26100045 M ●	MAL 36100045 M ●
1000	4500-9000	MAL 26100046 M ●	MAL 36100046 M ●
1000	5000-10000	MAL 26100047 M ●	MAL 36100047 M ●

● INTERRUPTORES FABRICADOS BAJO ORDEN ESPECIAL

TABLA 4.10

RANGOS DE POTENCIA DE MOTORES JAULA DE ARDILLA SIN ETIQUETA DE CODIGO O CON LETRA DE CODIGO O B O F PERANDO A VELOCIDADES NOMINALES					SIN LETRA DE CODIGO	CORRI LN E A PIENA CARGA	INTERRUPTORES TERMOMAGNET CON CON TIEMPO LIMITE	INTERRUP DE SEGURIDAD SIN FUSIBLES O INTERRUP CON FUSIBLES DE Y EMPO DIFERENC SERV PESADO	CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR DE COBRE Y TUBO CONDUIT CONSIDERAND 75C INVA ZHHW AWG CONDUIT INCHES O BLOS
TRC FASES 40 Z AC		1 NAFASE 60 HZ AC			CORRIENTE DIRECTA		SERVICIO ESTANDAR	SERVICIO PESADO	
200 V	400 V	460 V	575 V	115 V	230 V	175 V	240 V		
2				1/2	3/4				
	2								
		5							
			7 1/2		1				#14 1/2"
1				1/2	1 1/2				
		10			2			30 A	
			10		3/4				#12 1/2"
				1	1				
			15		1 1/2				
				1 1/2	2				#10 1/2"
			20		2				
				2	3				
			24		4				
				3	5				#8 1/2"
			30		6				
				4	7 1/2				
			36		8				#6 3/4"
				5	10				
			42		12				
				6	14			6 A	
			48		16				
				8	17 1/2				
			54		20				
				10	22				
			60		24				
				12	25				
			66		27				
				15	28				#8 1/2"
			72		32				
				18	34				
			78		40				
				20	41				
			84		42				
				24	44				#6 3/4"
			90		50				
				30	52				
			96		54				
				36	55				
			102		56				#4 1/2"
				40	58				
			108		62			100 A	
				45	65			FASE 200 A	
			114		68			FASE 60 HZ	
				50	72			Y 75 HZ A	
			120		76			575 V A	
				60	77				#7 1/2"
			126		78				
				75	80				
			132		89				#7 1/2"
				90	92				1"
			138		96				
				100	99				#6 3/4"
			144		100				
				120	104				
			150		106				
				150	120			230 A	#5 1/2"
			156		124				
				180	125				#5 1/2"
			162		130				
				210	140				
			168		144				
				240	150				
			174		154				#4 1/2"
				300	156				
			180		163				
				360	177				#4 1/2"
			186		177				
				420	180				
			192		192				#3 1/2"
				480	206				
			198		171				#3 1/2"
				540	140			430 A	
			204		242				#2 1/2"
				600	248				
			210		255				#2 1/2"
				720	285				
			216		289				
				840	302				#2 1/2"
			222		312				
				960	336				
			228		341				
				1080	359				
			234		360				
				1200	360				
			240		361				
				1440	382				
			246		414				
				1680	415				
			252		472				
				1920	477				
			258		480				
				2160	480				
			264		506				
				2400	57				
			270		90				
				2640	402				
			276		675				

4.9. - INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS

Los interruptores de potencia masterpact de merlin gerin son aplicados en sistemas de distribución de baja tensión, suministra protección contra sobrecorriente a circuitos individuales. Agrupados o combinados con interruptores de otro tipo, permiten protección coordinada de sistemas completos.

Desde 800 hasta 6300 amps.

Unidades de control que ofrecen múltiples funciones.

Capacidad interruptiva desde 65 KA hasta 150 KA rms.

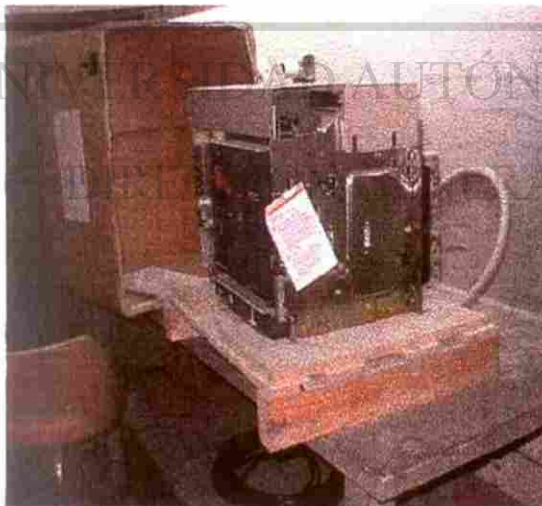
Tensión de utilización 690 Vca.

Montaje fijo o removibles.

3 tipos de equipos para tres niveles de capacidad interruptiva.

- ❖ H1 estándar.
- ❖ H2 alta capacidad interruptiva.
- ❖ L1 limitador.

FOTOGRAFIA 4.7 INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS



4.9.1- UNIDADES DE CONTROL

Con amplia gama de funciones (convencionales y opcionales) Protecciones contra:

- ❖ Sobre carga.
- ❖ Corto circuito.
- ❖ Falla A tierra.

Sus funciones incluyen medición.

- ❖ Corriente de fase.
- ❖ Corriente máxima.
- ❖ Corriente de falla.
- ❖ Corriente de neutro.
- ❖ Automatización.
- ❖ Control de monitoreo de carga.
- ❖ Transmisión remota de datos.
- ❖ Automonitoreo.
- ❖ Selectividad lógica.

FOTOGRAFIA 4.8 UNIDADES DE CONTROL



4.9.2. -AUXILIARES ELECTRICOS MASTERPACT

Los interruptores de potencia masterpact se pueden convertir de operación manual a operación eléctrica en campo y ésto se logra instalando los siguientes auxiliares eléctricos:

- ❖ Un motor eléctrico (moto-reductor)
- ❖ Una bobina de cierre (XF)
- ❖ Una bobina de disparo MX (alto voltaje)
- ❖ Una bobina de disparo MN (bajo voltaje)
- ❖ La colocación de la operación eléctrica no modifica el voltaje

FOTOGRAFIA 4.9 UNIDADES DE MANDO ELECTRICO



BOBINAS DE CIERRE
Y APERTURA

BOBINA DE BAJO
VOLTAJE

BOTONES DE CIERRE Y DISPARO MANUAL

4.9.3. -DISPOSITIVOS DE BLOQUEO

Bloqueo de los botones pulsadores (VBP) mediante una cubierta de acrílico, se impide la operación local del interruptor. Este dispositivo mecánico se puede asegurar con un candado.

Bloqueo de posición abierto (VSRA) Una cerradura Ronis mantiene el interruptor en posición abierto por bloqueo del botón de apertura.

FOTOGRAFIA 4.10 PROTECCION PARA OPERACIÓN DE MASTER PACK



CAPITULO 5

PROTECCION PARA MOTORES

En este capitulo se observa la manera para proteger los motores de induccion jaula de ardilla , basandonos especialmente en las tablas se usa en la industria mencionada, arrancadores marca allen bradley y squareed en su mayoria ademas se han estado instalando arrancadores electronicos marca allen bradley y marca solcon en el cual se programa los parametros de entrada y salida y el tipo de arranque ya sea suave , en su arranque o en su paro la ventaja de estos arrancadores es que son ahorradores de energia se eliminan contactores y transformador tension reducida asi como la relvacion , ademas se usa un apartao en otros motores que es el "MOTOR SAVER" este se configura solo necesita alimentarlo con 460 o 220 volts y tiene contactos el cual rebasando el limite programado dispara la bobina de el contactor ademas se instala un hadware en computadora y lo puedes monitorear su corriente su voltaje su f.p. por medio de graficas.mas adelante observaremos estos medios de proteccion modernos.

El centro de control de motores ha sido diseñado con la perspectiva de satisfacer todas las necesidades actuales de la industria, con el objeto de poder proporcionar solución adecuada para cada tipo de usuario.

El centro de control de motores A12R es un tablero removibles auto soportado con un arreglo de bus que permite distribuir la energía a cada una de las secciones verticales que lo conforman, las unidades son de tipo removibles, es decir pueden ser insertadas o retiradas sin necesidad de desenergizar el resto de los equipos.

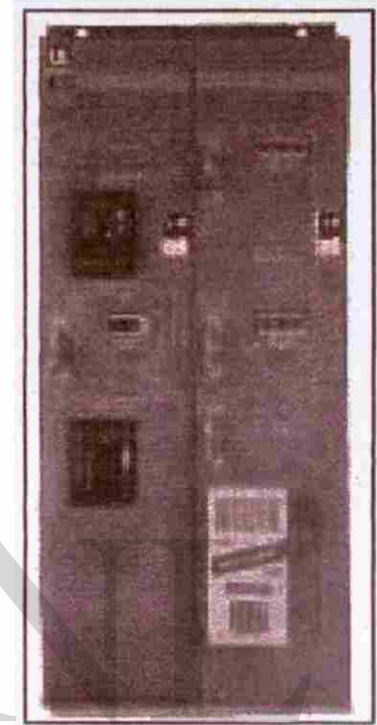
El centro de control de motores proporciona:

- *Mayor seguridad
- *Mayor flexibilidad
- *Economía en la instalación
- *Mejor apariencia y robustez
- *Instalación compacta

Ventajas

- *Seguridad de equipo y diseño original
- *Nueva palanca de metal fundido
- *Adecuada para el uso rudo
- *Palanca de operación
- *Instalación de hasta 3 candados

FOTOGRAFIA 5.1



FOTOGRAFIA 5.2 GABETAS INDIVIDUALES PARA UN C.C.M.

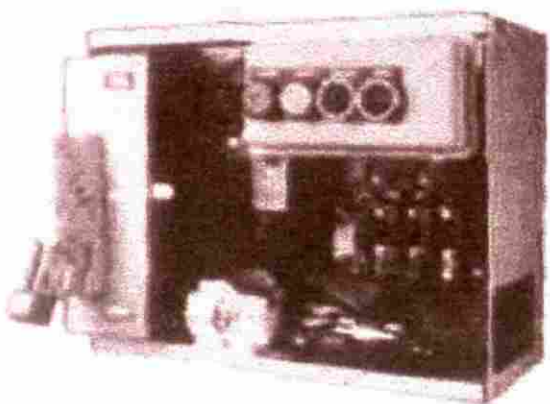


TABLA 5.1 SELECCIÓN DE ARRANCADOR SQUARED

ARRANCADORES MAGNETICOS A TENSION COMPLETA

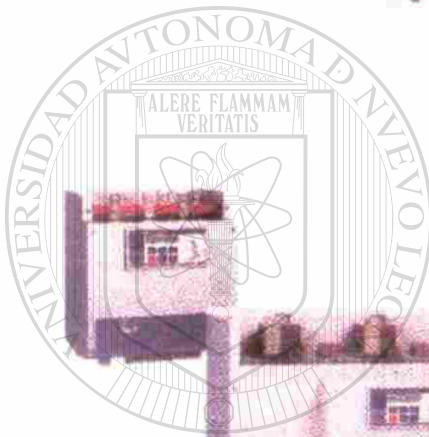
Los arrancadores a tensión completa son los aparatos de control más sencillos que pueden emplearse para arrancar motores y para protegerlos contra sobrecargas.

Pueden usarse cuando la corriente de arranque del motor no tiene un valor alto para la línea que alimenta el motor y cuando el par de arranque en estas condiciones no es perjudicial a la máquina movida.

PARA ELEMENTOS TERMICOS DE ALEACION FISIABLE (10).

**CLASE
8536**

		600 VOLTS, MAX. C.A.				50-60 HERTZ				
Núm. de Poles	Capacidades	Caja para usos generales NEMA-1		A prueba de agua Lam. inoxidable NEMA-4	A prueba de polvo NEMA-12 A	A prueba de Explosión		Sin caja tipo abierto		
		TIPO	TIPO	TIPO	Caja NEMA-9	Blinds e Tubos NEMA 7-9	TIPO			
	Volts.	Méx.	U.P.							
2 Poles	120	—	—	BG-1	BW-11	BA-1	SBE-1	SBR-1	BC-1	
	220	—	2	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1	
	120	—	3	CG-2	CW-12	CA-2	SCE-2	SCR-2	CO-2	
	220	—	3	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3	
3 Poles	110	2	1	BG-2	BW-12	BA-2	SBE-2	SBR-2	BC-2	
	208-220	3	2	BG-3	BW-13	BA-3	SBE-3	SBR-3	BC-3	
	440-550	5	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1	
	110	3	2	BG-2	BW-12	BA-2	SBE-2	SBR-2	BC-2	
	208-220	7½	3	BG-3	BW-13	BA-3	SBE-3	SBR-3	BC-3	
	440-550	10	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1	
	110	7½	3	BG-2	BW-12	BA-2	SBE-2	SBR-2	BC-2	
	208-220	15	7½	BG-3	BW-13	BA-3	SBE-3	SBR-3	BC-3	
	440-550	25	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1	
	110	15	7½	BG-2	BW-12	BA-2	SBE-2	SBR-2	BC-2	
208-220	30	15	BG-3	BW-13	BA-3	SBE-3	SBR-3	BC-3		
440-550	50	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1		
208-220	50	—	CG-2	CW-12	CA-2	SCE-2	SCR-2	CO-2		
440-550	100	—	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3		
208-220	100	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1		
440-550	200	—	CG-2	CW-12	CA-2	SCE-2	SCR-2	CO-2		
208-220	200	—	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3		
440-550	400	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1		
208-220	400	—	CG-2	CW-12	CA-2	SCE-2	SCR-2	CO-2		
440-550	600	—	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3		
208-220	600	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1		
440-550	800	—	CG-2	CW-12	CA-2	SCE-2	SCR-2	CO-2		
208-220	800	—	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3		
440-550	900	—	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1		

FIGURA 5.3 ARRANCADOR DE ESTADO SÓLIDO

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Aquí observamos diversas capacidades hay en existencia para motores desde 8 amperes a 1800amperes. en voltaje de 220 volts hasta 480 volts y bajo pedido especial motores alimentados ha 4600 volts hasta 13.8k.v.

Sus ventajas es que se programan los parámetros de falla que son bajo voltaje alto voltaje, sobre corriente, retardo de arranques. una ventaja adicional no necesita contactores ni relevadores, tu programas la rampa de arranque o de paro normalmente en Industria del Álcali se usa en bombas en los motores mas grandes que son de 500 hp.

El arrancador suave **RVS-DN** es un arrancador de excelentes características y muy fiable. Diseñado para usar con motores estándar trifásicos de inducción con jaula de ardilla. Proporciona el mejor sistema de reducción de corriente y par durante el arranque del motor.

El **RVS-DN** arranca el motor aumentando lentamente la tensión suministrada al motor, proporcionando un arranque suave y una aceleración uniforme, suministrando la mínima corriente necesaria para arrancar el motor.

Controlado con circuitos digitales y por microprocesadores; con características únicas como son baja velocidad, inversión electrónica, ahorro de energía y una precisa protección del motor, además con protección de aislamiento del motor esto opcional.

El ahorro de energía actúa ya que en el arranque de motores de gran capacidad permite achatar la curva de arranque que un tensión reducida y ese pico es el que te cobra CFE.

TABLA 5.4 CLASIFICACION POR CATALOGO DE LOS ARRANCADORES RVS - DN.

Motor max. C.N.M.(A)	Arrancador C.N.E.
8	RVS-DN8
17	RVS-DN17
31	RVS-DN31
44	RVS-DN44
58	RVS-DN58
72	RVS-DN72
105	RVS-DN105
145	RVS-DN145
170	RVS-DN170
210	RVS-DN210
310	RVS-DN310
390	RVS-DN390
460	RVS-DN460
580	RVS-DN580
820	RVS-DN820
1100	RVS-DN1100
1800	RVS-DN1800

FOTOGRAFIA 5.4**CONEXION DE ARRANCADOR SOLCON
PARA MOTOR DE 250 H.P.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FOTOGRAFIA 5.5 ARRANCADOR ELECTRONICO.

INSTALACION DE UN ARRANCADOR ELECTRONICO.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.2. - PROTECCIÓN POR SOBRECARGAS SOSTENIDAS.
TABLA 5.5

SELECCION DE ELEMENTOS TERMICOS

ELEMENTOS TERMICOS DE ALEACION FUSIBLE.

PARA USARSE CON MOTORES DE FACTOR DE SERVICIO 1.15
EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION

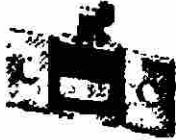


TABLA 2 - ARRANCADORES MAGNETICOS DE C.A.

Para usarse con			Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento		
Clase	Tipo	Tamaño												
8536 En caja previa 8998 8999 Centro de control GMB Panel	B	0	0.29-0.31	B 0.40	1.10-1.23	B 1.67	4.06-4.40	B 6.25	11.4-12.5	B 19.5	25.3-26.0	B 50		
			0.32-0.35	B 0.51	1.24-1.42	B 1.80	4.41-5.00	B 6.90	12.6-13.4	B 22.		PARA TAM. 1P		
			0.36-0.40	B 0.57	1.43-1.66	B 2.10	5.01-5.67	B 7.70	13.5-15.4	B 25.				
	C	1	0.41-0.49	B 0.63	1.67-1.80	B 2.40	5.68-6.31	B 8.20	15.5-18.0	B 28.0	25.3-27.2	B 50		
			0.50-0.53	B 0.71	1.81-2.05	B 2.65	6.32-7.03	B 9.10	17.2-19.4	B 32.	27.3-29.0	B 56.		
			0.54-0.61	B 0.81	2.06-2.38	B 3.00	7.04-7.74	B 10.2	18.7-21.0	B 36.	30.0-32.9	B 62.		
	D	2	0.62-0.68	B 0.92	2.31-2.58	B 3.30	7.75-8.07	B 11.5	15.5-17.1	B 20.0	PARA TAM. 1	33.0-36.0	B 66	
			0.69-0.77	B 1.00	2.59-2.93	B 3.70	8.08-9.19	B 12.0	17.2-19.4	B 32.				
			0.78-0.89	B 1.16	2.94-3.32	B 4.15	9.20-9.84	B 14.	18.7-21.0	B 36.				
	E	3	0.90-1.08	B 1.30	3.33-3.81	B 4.85	9.85-10.5	B 15.5	21.1-22.7	B 40.	PARA TAM. 1	20.1-22.9	B 32.0	
			1.04-1.09	B 1.45	3.82-4.00	B 5.50	10.6-11.3	B 17.5	22.8-25.2	B 45.			27.3-29.0	B 32.
			0.91-0.95	B 0.44	0.93-1.03	B 1.30	2.66-2.97	B 3.70	7.32-8.28	B 10.2				25.3-28.4	B 36.
F	4	0.96-0.99	B 0.51	1.04-1.19	B 1.45	2.70-3.47	B 4.15	5.22-9.18	B 11.5	PARA TAM. 1	21.7-32.2	B 40.		
		0.40-0.44	B 0.57	1.20-1.34	B 1.67	3.48-3.94	B 4.85	9.19-9.99	B 12.0			32.3-35.0	B 45.	
		0.45-0.50	B 0.62	1.35-1.50	B 1.80	3.95-4.44	B 5.50	10.0-11.0	B 14				35.9-40.1	B 50.
G	5	0.51-0.58	B 0.71	1.51-1.72	B 2.10	4.43-4.94	B 6.25	11.1-12.4	B 15.5	PARA TAM. 1	88.2-95.0	B 56		
		0.59-0.65	B 0.81	1.72-1.89	B 2.40	4.95-5.52	B 6.90	12.5-13.9	B 17.5					
		0.66-0.73	B 0.92	1.96-2.14	B 2.65	5.53-6.00	B 7.70	14.0-15.7	B 19.5					
H	6	0.74-0.82	B 1.00	2.15-2.36	B 3.00	5.89-6.52	B 8.20	13.8-17.0	B 22.	PARA TAM. 1	---	---		
		0.83-0.92	B 1.16	2.37-2.65	B 3.30	6.33-7.31	B 9.10	17.9-20.0	B 25.					
		14.4-15.7	C 20	24.4-28.6	C 34.	34.6-41.5	C 51.	59.5-64.3	C 80			---	---	
I	7	15.8-18.4	C 22	28.7-30.1	C 40.	41.5-47.3	C 58.	64.4-73.5	C 90.	PARA TAM. 1	---	---		
		18.7-21.4	C 26.	30.2-32.2	C 42.	47.6-53.7	C 66.	73.6-81.3	C 100.					
		21.5-24.3	C 30.	32.3-34.5	C 45	53.8-59.4	C 75.	81.4-86.0	C 114					
J	8	43.8-46.3	CC64.3	54.7-58.4	CC81.3	68.5-73.3	CC108.	84.3-91.9	CC132.	PARA TAM. 1	108.-115.	CC147.		
		46.4-50.0	CC68.5	58.5-62.6	CC87.7	73.4-78.9	CC117.	92.0-99.3	CC143.			116.-133	CC160.	
		50.1-54.6	CC74.4	62.7-68.4	CC94.9	79.0-84.2	CC121.	99.4-107.	CC156.					
K	9	84.0-91.4	DD112.	107.-114	DD140	138.-155.	DD185	190.-214.	DD265.	PARA TAM. 1	---	---		
		91.5-99.4	DD121.	115.-123.	DD150.	156.-176.	DD220.	215.-219.	DD300.					
		99.5-106.	DD128.	124.-137.	DD160.	177.-189.	DD250.	230.-244.	DD320.					
L	10	111.-124	B 1.03	156.-178	B 1.45	225.-255.	B 2.10	311.-347.	B 3.00	PARA TAM. 1	438.-509	B 4.15		
		125.-140	B 1.16	179.-201.	B 1.67	256.-283	B 2.40	348.-391.	B 3.30					
		141.-156	B 1.30	202.-224.	B 1.80	284.-310	B 2.65	392.-437.	B 3.70					
M	11	166.-187	B 1.03	233.-267.	B 1.45	337.-383	B 2.10	467.-522.	B 3.00	PARA TAM. 1	657.-764	B 4.15		
		188.-211	B 1.16	248.-309.	B 1.67	384.-425.	B 2.40	523.-587.	B 3.30					
		212.-232.	B 1.30	332.-336.	B 1.80	426.-464.	B 2.65	588.-656.	B 3.70					
N	12	277.-312	B 1.03	389.-445	B 1.45	562.-640.	B 2.10	778.-870.	B 3.00	PARA TAM. 1	1094.-1215	B 4.15		
		313.-352	B 1.16	446.-503	B 1.67	641.-708	B 2.40	871.-970.	B 3.30					
		353.-390	B 1.30	504.-561	B 1.80	709.-777	B 2.65	979.-1099	B 3.70					

TABLA 5.6

SELECCION DE ELEMENTOS TERMICOS



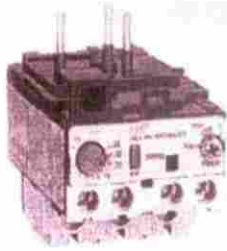
ELEMENTOS TERMICOS DE ALEACION FUSIBLE.

PARA USARSE CON MOTORES DE FACTOR DE SERVICIO 1.15
EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION

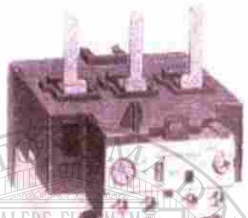
TABLA 3 - ARRANCADORES MAGNETICOS DE C.A.													
Para usarse con			Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	Corriente a plena carga	No. del elemento	
Clase	Tipo	MARK											
8536 (Arrancador usado en serie de conjunto)	A Series C (Caso 8736 solo)	Rev.	0.34-0.38	B 0.44	0.78-0.78	B 0.92	1.44-1.39	B 1.28	2.80-3.15	B 3.70	5.76-6.06	B 7.70	
			0.39-0.43	B 0.51	0.79-0.84	B 1.02	1.40-1.81	B 2.10	3.16-3.59	B 4.15	6.07-6.84	B 8.20	
			0.44-0.47	B 0.57	0.89-0.99	B 1.16	1.82-2.00	B 2.40	3.60-4.11	B 4.85	6.47-7.42	B 9.10	
			0.48-0.53	B 0.63	1.00-1.10	B 1.30	2.21-2.28	B 2.45	4.12-4.71	B 5.50	7.43-8.22	B 10.2	
				0.54-0.62	B 0.71	1.11-1.24	B 1.45	2.29-2.52	B 3.00	4.72-5.19	B 6.25	8.23-9.00	B 11.5
				0.63-0.69	B 0.81	1.27-1.43	B 1.67	2.33-2.79	B 3.30	5.20-5.75	B 6.90		
		B	I	0.38-0.32	B 0.44	1.09-1.15	B 1.43	3.44-3.95	B 4.85	9.48-10.0	B 14.		
	0.33-0.37			B 0.51	1.15-1.30	B 1.67	3.96-4.23	B 5.35	10.1-10.9	B 15.5			
	0.38-0.42			B 0.57	1.31-1.50	B 1.88	4.24-4.50	B 6.25	11.0-12.0	B 17.8			
	0.43-0.50			B 0.63	1.51-1.73	B 2.10	4.51-5.13	B 6.90	12.1-13.2	B 19.5	20.2-22.1	B 36.	
				0.51-0.57	B 0.71	1.74-1.89	B 2.40	5.16-5.83	B 7.70	13.3-14.3	B 22.	23.2-24.5	B 40.
				0.58-0.64	B 0.81	1.90-2.12	B 2.66	5.84-6.56	B 8.20	14.4-15.5	B 25.	24.4-26.0	B 45.
	C	1YD 1PW	0.45-0.72	B 0.92	2.13-2.39	B 3.08	6.37-7.28	B 9.10	15.4-17.9	B 20.0			
0.73-0.81			B 1.03	2.48-2.68	B 3.30	7.29-7.99	B 10.2	18.0-20.1	B 22.				
0.82-0.94			B 1.16	2.67-3.04	B 3.70	8.00-9.32	B 11.5						
0.95-1.08			B 1.30	3.05-3.43	B 4.15	8.33-9.47	B 12.8						
8538 8539 8547 8549 8606 8630 + 8640 A 8658 8736 8738 8719 8810 8811 8812 8930	D	2 2YD 2PW	0.31-0.35	B 0.44	0.93-1.03	B 1.38	2.44-2.97	B 3.70	7.32-8.21	B 10.2	20.1-22.9	B 28.0	
			0.34-0.39	B 0.51	1.04-1.19	B 1.45	2.90-3.47	B 4.15	8.22-9.10	B 11.5	23.0-25.8	B 32.	
			0.45-0.44	B 0.57	1.20-1.34	B 1.67	3.48-3.94	B 4.85	9.19-9.99	B 12.8	25.9-28.6	B 36.	
			0.48-0.50	B 0.63	1.35-1.50	B 1.88	3.95-4.44	B 5.50	10.0-11.0	B 14.	28.7-32.2	B 40.	
				0.51-0.58	B 0.71	1.51-1.72	B 2.10	4.45-4.94	B 6.25	11.1-12.4	B 15.5	32.3-35.0	B 45.
				0.59-0.65	B 0.81	1.73-1.89	B 2.40	4.95-5.52	B 6.90	12.5-13.9	B 17.5	35.9-40.1	B 38.
				0.68-0.73	B 0.92	1.90-2.14	B 2.66	5.53-5.88	B 7.70	14.0-15.7	B 19.5	40.2-45.0	B 36.
				0.74-0.82	B 1.03	2.15-2.36	B 3.08	5.89-6.52	B 8.20	15.8-17.8	B 22.		
			0.83-0.92	B 1.16	2.37-2.65	B 3.30	6.53-7.31	B 9.10	17.9-20.0	B 25.			
	E	3 3YD 3PW	14.4-13.7	C 20.	24.4-26.4	C 34.	36.4-41.5	C 51.	59.3-64.3	C 83.			
15.8-18.6			C 22	28.7-30.1	C 40.	41.4-47.3	C 58.	64.4-73.5	C 90.				
18.7-21.4			C 24.	30.2-32.2	C 42.	47.4-53.7	C 66.	73.6-81.3	C 109.				
			21.5-24.3	C 30.	32.3-36.5	C 45.	53.8-59.4	C 75.	81.4-86.0	C 114.			
	F (Serie C)	4 4YD 4PW	45.3-48.2	CC64.3	54.9-61.0	CC81.5	71.8-76.7	CC103.	89.3-96.5	CC132.	113.-121.	CC167.	
48.3-52.2			CC68.3	61.1-64.0	CC87.7	76.8-83.1	CC112.	96.4-104.	CC143.	122.-133.	CC180.		
52.3-56.8			CC74.4	66.1-71.7	CC94.0	83.2-89.2	CC121.	105.-112.	CC154				
	G	5 5YD 5PW	87.4-92.9	DD112.	109.-119.	DD140.	145.-163.	DD185.	208.-229.	DD280.			
93.0-100.			DD121.	120.-128.	DD150.	164.-187.	DD220.	230.-266.	DD308.				
101.-108.			DD128.	129.-144.	DD160.	188.-207.	DD250.						
H, J, K	6, 7.	B	IGUAL AL MOSTRADO EN TABLA No. 2 PARA TAMAÑOS 6, 7 Y 8.										

TABLA 5.7 RELES DE SOBRECARGA CON RESET AUTOMÁTICO Y MANUAL

Relé de sobrecarga SMP-1, reseteo automático/manual



Cat. No. 193-A1A1



Cat. No. 193-A1H2



Cat. No. 193-A4K4

Se monta en contactor 100 y 104	Rango de ajuste	Clase 10		Clase 20	
		Cat. No.	*	Cat. No.	*
M25 a A30	0.1 a 32 A	193-AA1		193-AS1	
	0.32 a 1.0 A	193-AC1		193-ASC1	
	1.0 a 2.9 A	193-AD1		193-ASD1	
	1.6 a 5.0 A	193-AE1		193-ASE1	
	3.7 a 12 A	193-AF1		193-ASF1	
A12 a A30	12 a 32 A	193-AH1		193-AH1	
A38 a A45	12 a 38 A	193-AH2		193-ASH2	
	14 a 45 A	193-AJ2		193-ASJ2	
A60 a A75	14 a 15 A	193-AJ3		193-ASJ3	
	23 a 75 A	193-AK3		193-ASK3	
B110	23 a 75 A	193-AK4		193-ASK4	
	66 a 110 A	193-AL4		193-ASL4	
B180	57 a 180 A	193-AM5		193-ASM5	
Montaje CT para usar con contactores Boletín 100 y 104					
B250 y B300	96 a 300 A	193-AN6		193-ASN6	
B400	128 a 400 A	193-AP6		193-ASP6	
B600	200 a 630 A	193-AR6		193-ASR6	


Código de sufixo de voltaje

Los sufixos de voltaje según Estados Unidos están incompletos. Seleccione un código de sufixo de voltaje de la siguiente tabla para completar el número de catálogo. Ejemplo: Cat. No. 193-A4R6 se convierte en Cat. No. 193-A4R6D. Para otros voltajes de terminales comuníquese con su representante local de ventas de Allen Bradley. Vea la página 10-1.

Voltaje	24	110	120	200	220	240	300	415	440	480	500	600
50 H	K	D			A	T	N	I	B		M	
A L	I		D	H	L	A			G	B		C

TABLA 5.8 SELECCIÓN DE RELES DE SOBRECARGA SMP1;SMP2;SMP3.

Relé de sobrecarga SMP-1, resaca automática/manual

Se monta en contactor 100 y 104	Rango de ajuste	Clase 10		Clase 20	
		Cat. No.	φ	Cat. No.	φ
 Cat. No. 193-A4A1	0 a 32 A	193-A4A1		193-A5A1	
	0.32 a 1.0 A	193-A4C1		193-A5C1	
	1.0 a 2.9 A	193-A4D1		193-A5D1	
	1.0 a 5.3 A	193-A4E1		193-A5E1	
	3.7 a 12 A	193-A4F1		193-A5F1	
A12 a A30	12 a 32 A	193-A4H1		193-A5H1	
A34 a A45	12 a 32 A	193-A4H2		193-A5H2	
	14 a 45 A	193-A4J2		193-A5J2	
A60 a A75	14 a 45 A	193-A4J3		193-A5J3	
	25 a 75 A	193-A4K3		193-A5K3	
B11	71 a 75 A	193-A4M4		193-A5L4	
	98 a 110 A	193-A4L4		193-A5L4	
B100	57 a 100 A	93-A4M5		193-A5M5	
Modelo CT para usar con contactores Fischer 100 y 104					
B250 y B300	96 a 300 A	193-A4N5		193-A5N5	
B400	125 a 400 A	193-A4P5		193-A5P5	
B600	200 a 600 A	193-A4R5		193-A5R5	

Código de sufixo de voltaje

Se refiere a los voltajes según indicado en las instrucciones. Se colocará un código de sufixo de voltaje de los siguientes a fin de usar compatible el relé con el contacto. Cat. No. 193-A4RB - ver también en Cat. No. 193-A4RBD. Para otros voltajes de bobinas, consulte con el Centro de Ventas de Allen Bradley. Ver la página 10-1.

Voltaje	24	110	120	208	220	240	300	415	440	480	500	600
50 Hz	K	S			A	T	N	I	B	-	M	
60 Hz	J		D	H	L	A	-	-	G	B	-	C

El relé smp1 cuenta con amplio rango de ajuste, compensación de temperatura, indicador de disparo visible, y protección contra pérdida de fase.

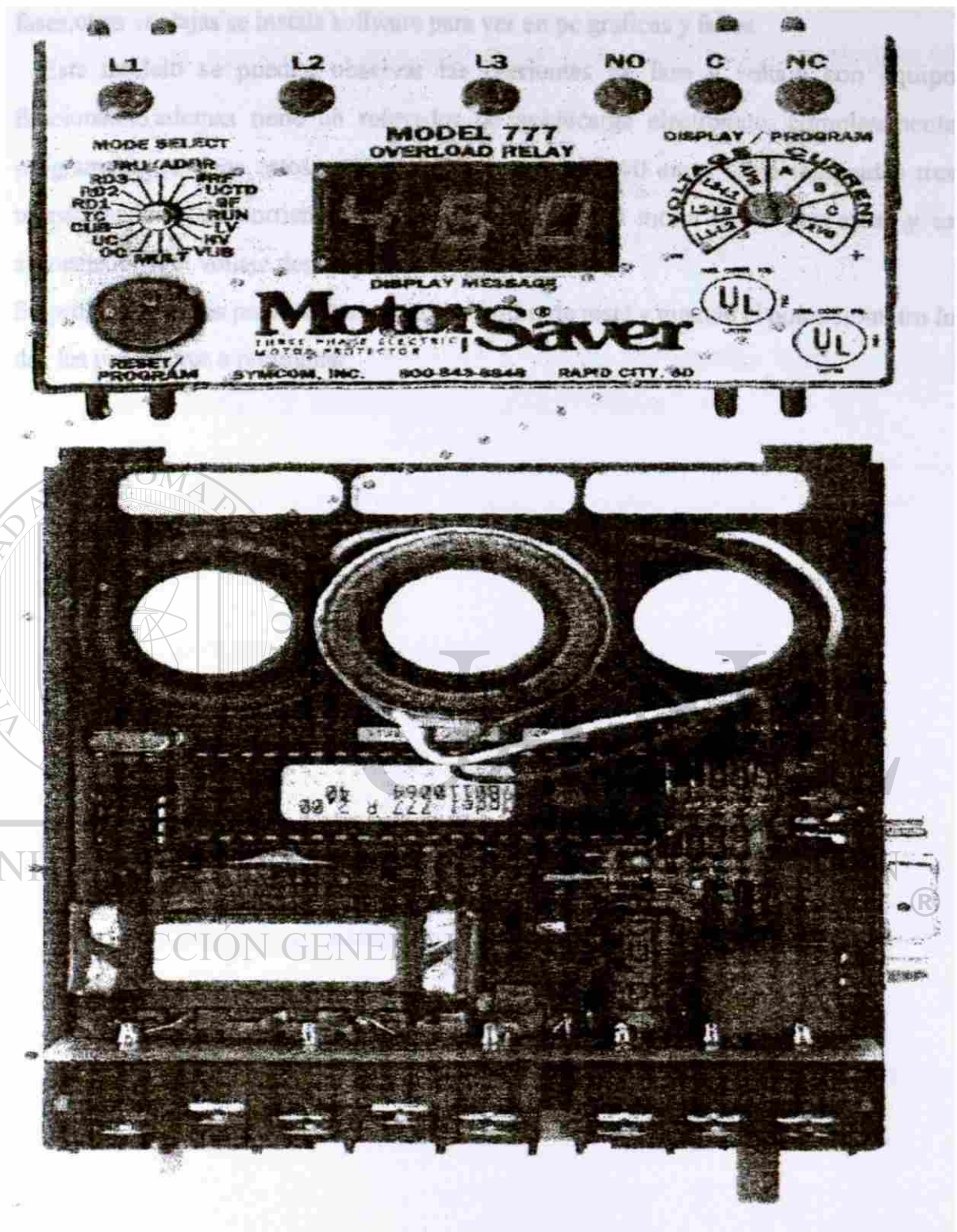
El relé smp2 tiene lo mismo que el anterior agregando protección contra fallo de tierra, y protección contra atascos.

El relé smp3 cuenta con lo mismo que los dos modelos anteriores agregando ajuste de corriente digital, comunicación a través de red, e indicación a través de un leed usa dispositivos de comunicación.

TABLA 6.9 SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DE MOTORES EN 460 VOLTS

HP	CORRIENTE A CALIBRE DEL CONDUCTOR (CU)		FUSIBLES		ARRANCADOR MAGNETICO	ELEMENTOS TERMICOS	ARRANCADOR	PROTECCION		
	FLUVA CARGA	65°C	75°C	INTERRUPTOR					CLASE KSI	CLASE H	ARRANCADOR	TERMICA AB
1/4	0.58	14	14	FAL36015	0.80	3	NEVA 0	B 0.81	100-A08ND3	193-A1C1
1/3	0.69	14	14	FAL36015	1	3	NEVA 0	B 1.03	100-A08ND3	193-A1C1
1/2	0.90	14	14	FAL36015	1.25	3	NEVA 0	B 1.18	100-A09ND3	193-A1C1
3/4	1.34	14	14	FAL36015	1.80	6	NEVA 0	B 1.88	100-A09ND3	193-A1D1
1	1.69	14	14	FAL36015	2.25	6	NEVA 0	B 2.40	100-A09ND3	193-A1D1
1.5	2.34	14	14	FAL36015	3.20	10	NEVA 0	B 3.00	100-A09ND3	193-A1E1
2	3.07	14	14	FAL36015	4.50	10	NEVA 1	B 4.15	100-A09ND3	193-A1F1
3	4.37	14	14	FAL36015	6.25	15	NEVA 1	B 5.50	100-A09ND3	193-A1F1
5	6.94	14	14	FAL36015	9	20	NEVA 2	B 9.10	100-A09ND3	193-A1F1
7.5	9.82	14	14	FAL36020	12	30	NEVA 2	B 14	100-A12ND3	193-A1F1
10	13.8	12	12	FAL36030	18	40	NEVA 2	B 19.5	100-A18ND3	193-A1H1
15	20	10	10	FAL36050	25	60	NEVA 3	B 32	100-A24ND3	193-A1H1
20	25.8	8	8	FAL36070	35	70	NEVA 3	B 40	100-A30ND3	193-A1H1
25	32.6	6	6	FAL36070	45	90	NEVA 3	B 50	100-A38ND3	193-A1H2
30	38.5	6	6	FAL36070	50	100	NEVA 4	CC 68.5	100-A45ND3	193-A1H2
40	50	4	4	FAL36100	70	150	NEVA 4	CC 87.5	100-A60ND3	193-A1K3
50	62.3	2	4	FAL36100	80	175	NEVA 4	CC 121	100-A75ND3	193-A1K3
60	73.5	1	3	KAL36125	100	200	NEVA 4	CC 121	100-A75ND3	193-A1K3
75	91.2	0	1	KAL36150	125	250	NEVA 4	CC 167	100-B110ND3	193-A1L4
100	120	000	00	KAL36200	150	350	NEVA 4	CC 208	100-B180ND3	193-A1L4
125	148	250M	0000	LAL36225	200	400	NEVA 5	DD 230	100-B180ND3	193-A1M5
150	176	300M	250M	LAL36250	225	450	NEVA 5	DD 285	100-B180ND3	193-A1M5
200	232	500M	400M	LAL36400	300	600	NEVA 5	DD 340	100-B250ND3	193-A1P8
250	303	600M	500M	LAL36500	325	650	NEVA 6	EE 190	100-B 300ND3	193-A1P8
500	580	750M	600M	NAL36800	600	1000	NEVA 6	EE 210	100-B600ND3	193-A1P8

FIGURA 5.4 PROTECCION POR MEDIO DE MOTOR SAVER

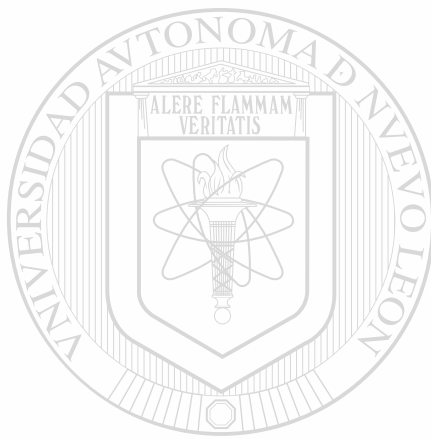


Características : se programa en forma digital para mayor precisión, cuenta con 16 parámetros programables, memoria de la última falla; monitoreo de la última falla; monitoreo de voltaje, corriente y factor de potencia, además se instala un software en computadora y puedes ver los parámetros su forma es compacta y protege a los equipos en una forma muy eficiente; los protege contra sobrecargas, atascamientos, bajo y

alto voltaje, pérdida de fase, desbalance de voltaje y corriente, falla a tierra, secuencia de fases, otras ventajas se instala software para ver en pc graficas y fallos.

Este modelo se pueden observar las corrientes de fase y voltaje con equipo funcionando, además tiene un relevador de sobrecarga electrónico, completamente programable se tiene estos equipos de 2 amp. hasta 800 amp. Tiene integrados tres transformadores de corriente, los cuales la línea del motor pasan por estos y es alimentado en el voltaje desde 110 volts hasta 600 volts.

Su programación es practica oprimiendo el boton de reset y girando el potenciómetro le das los parámetros a programar.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ejemplo 5.1

Seleccione la protección adecuada de un motor de 250 hp conectado a 480 volts, con un factor de servicio de 1.15 , el factor de potencia es de 0.94,

$$I = \frac{(HP)(746)}{(E)(\sqrt{3})(FP)} = \frac{(250)(746)}{(480)(1.73)(.94)} = \frac{186,500}{624.4608} = 298.65 \text{ AMP.}$$

En contactor Allen Bradley para ese amperaje es catalogo 100B300ND3 con bobina de 110 VOLTS. Ver tabla (5.2 , 5.3).(FIGURA 5.1)

En arrancador squared Nema 1, tamaño 6 modelo SHG-2.(TABLA 5.1).
(FIGURA 5.2)

En arrancador electrónico solcon modelo RVS-310. (TABLA5.4),
(FIGURA 5.3).

Selección de protección contra sobre cargas sostenidas.

Elemento para contactor squared b1.88 (tabla 5.5).

Elemento para contactor Allen Bradley modelo 193-A4N6.(TABLA 5.7)

Protección por medio de MOTOR SAVER con rango de 310 amperes.

(FIGURA 5.4)

CAPITULO 6

PROTECCION A TRANSFORMADORES DE POTENCIA. POR MEDIO DE RELEVADORES

6.1. – CARACTERISTICAS Y TIPOS DE RELEVADORES DE PROTECCION.

SUS CARACTERISTICAS SON:

1. - Capacidad Continua.
2. - Capacidad de tiempo corto
3. - Capacidades de contacto.
4. - Capacidades de la bobina de retención o relevadores de contactos de sello E indicador.
5. - Cargas burden.

CAPACIDAD CONTINUA:

Todos los relevadores utilizan las capacidades de las bobinas de corriente y/o tensión como una guía para su aplicación apropiada.

CAPACIDAD DE TIEMPO CORTO:

Los relevadores que incluyen bobinas de corriente que conducen una capacidad de corriente en 1 segundo.

CAPACIDADES DEL CONTACTO:

Los contactos de los relevadores de protección están diseñados según su capacidad, para cerrar y abrir circuitos inductivos y no inductivos a magnitudes especificadas de corriente del circuito y tensión de C.A. O CD del mismo

Los relevadores de protección que disparan interruptores no están autorizados para interrumpir el flujo de la corriente de la bobina de disparo, y requieren de un circuito normalmente abierto y una capacidad de corriente de régimen.

Relevadores de tiempo:

El funcionamiento de los relevadores de inducción de tiempo inverso es ajustable al seleccionar la cantidad de viaje del rotor de su posición de reposición a su posición de respuesta en trabajo, esto se logra ajustando la palanca de tiempo o disco de tiempo.

El ligero incremento en el par de retención del resorte de control a medida de que avanza el tope de reposición hacia la posición de puesta en trabajo, esta compensado por la forma de disco.

El aumento de la cantidad del área del disco entre los polos de la estructura origina un par eléctrico.

Relevadores de sobrecorriente baja corriente y baja tensión

Estos tipos de relevadores son los básicos de atracción electromagnética de una sola magnitud o los de inducción.

El tipo 1. - significa que el relevador se pone en trabajo para cerrar un conjunto de contactos cuando la magnitud de influencia excede a la cantidad para la cual esta ajustado para funcionar.

El tipo 2. – significa que el relevador ser un conjunto de contactos "B" cuando la magnitud de influencia disminuye por abajo a la cantidad de reposición para la cual esta ajustado. Algunos relevadores tienen ambos contactos A y B adoptan el tipo 1 y baja.

Sobrecarrera de un relevador

Debido a la inercia de las partes móviles, el movimiento continuara cuando se retire la fuerza actuante. Aunque este efecto aparece en todos los relevadores, su efecto es importante en general solo en relevadores de acción retardada y particularmente en relevadores de sobrecorriente de tiempo inverso cuanto mayor es el múltiplo de la puesta de trabajo, mas larga será la Sobrecarrera de tiempo constante de 0.1 seg. En relevadores de tiempo inverso.

Aquí observamos el uso y funciones de un relevador.

6.2. - CAUSAS QUE ORIGINAN FALLAS EN EL SISTEMA ELECTRICO SE DESCRIBE COMO SIGUE:

- 1. SOBRECARGA.**
- 2. CORTO CIRCUITO.**
- 3. CAIDA DE TENSION.**
- 4. ELEVACION DE TENSION.**
- 5. INVERSION DE FLUJO DE POTENCIA.**
- 6. VARIACION DE FRECUENCIAS.**

6.2.1. - SOBRECARGA

Como se sabe, todos los equipos están diseñados para soportar una cierta sobrecarga. Durante su operación, esta sobrecarga esta relacionada con el enfriamiento y con la duracion que tenga, de manera que la protección debe estar diseñada de tal forma que, se permitan sobrecargas dentro de los limites permisibles por cada equipo. Estos limiten están dados principalmente por el tipo de aislamiento, ya que el efecto térmico de la sobrecarga, afecta principalmente el tiempo de vida de los aislamientos, de hecho existe curvas que relacionan la sobrecarga, con el tiempo permisible de estas.

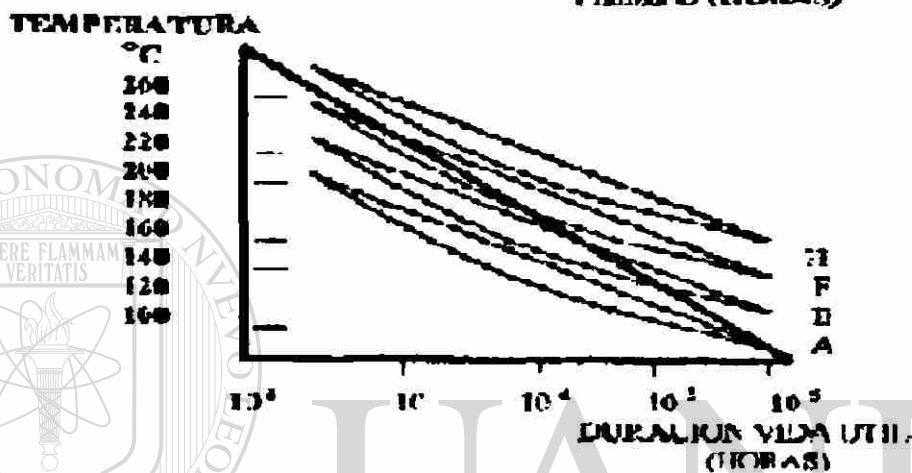
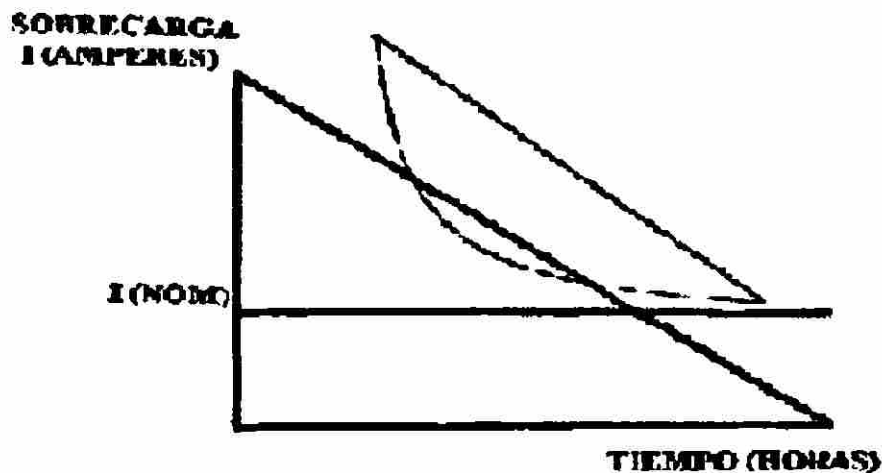


figura 6.1. límites de sobrecarga

6.2.2. - CORTO CIRCUITO

El corto circuito, es otra condición anormal en el sistema que se presenta un mínimo de veces, comparativamente con el tiempo total de operación, pero sus efectos pueden ser tales, que produzcan daños a los equipos, y es la razón por la que la mayoría de los conceptos de Protección por Relevadores, se dirige hacia el efecto de Corto Circuito.

Considerando la diversidad de causas primarias que pueden producir un Corto Circuito, y la estadística de los tipos de Corto Circuito que ocurren entonces, existen también distintos tipos de protección, contra sobrecorrientes por Corto Circuito.

6.2.3. – CAIDA DE TENSION

El sistema debido a condiciones de sobrecarga. O bien a fallas en algunos puntos distantes al considerarlo para la protección, pueden presentar la condición de bajo voltaje, pero si se excede debe ser eliminado, es decir que debe existir una protección, que considere esta condición en el sistema.

6.2.4. - ELEVACION DE TENSION

La elevación de voltaje en los sistemas, cuando no es producida por un transitorio de maniobra de interruptores o descargas atmosféricas, se debe a varios factores, como pueden ser:

- 1. CONDICIONES DE BAJA CARGA EN LA RED.**
- 2. DESCONEXION EN LA LINEAS.**
- 3. RECHAZOS DE CARGA.**
- 4. EFECTOS DE EXITACION EN GENERADORES.**

6.2.5. - INVERSION DE FLUJO DE POTENCIA

En las salidas de las Centrales Electricas (Alimentadores o Líneas de Transmisión), así como los enlaces entre partes áreas de un Sistema de Potencia, algunas veces es importante que el sentido de flujo de Potencia, se mantenga en un solo sentido, para esto es necesario instalar los Elementos de Protección que cumplan con estos requisitos.

6.2.6. – VARIACION DE FRECUENCIA

La variación de la Frecuencia en un Sistema Eléctrico de Potencia, es permisible dentro de ciertos limites, pero valores fuera de estos limites son indicativos de un desequilibrio entre la generación y la carga, y por lo tanto condiciones anormales de operación, la Protección contra variaciones de Frecuencia, pueden ser contra baja frecuencia. (Disparo Automático de Carga).

6.3. – ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UN SISTEMA DE PROTECCION.

Para proteger los Sistemas Eléctricos contra fallas como las mencionadas, anteriormente, normalmente se diseñan Sistemas de Protección, basados en esquemas generales, en los que intervienen elementos que en forma independiente de su construcción, Los Elementos Básicos de un Sistema de Protección contra fallas, son mostrados en la figura 6.2

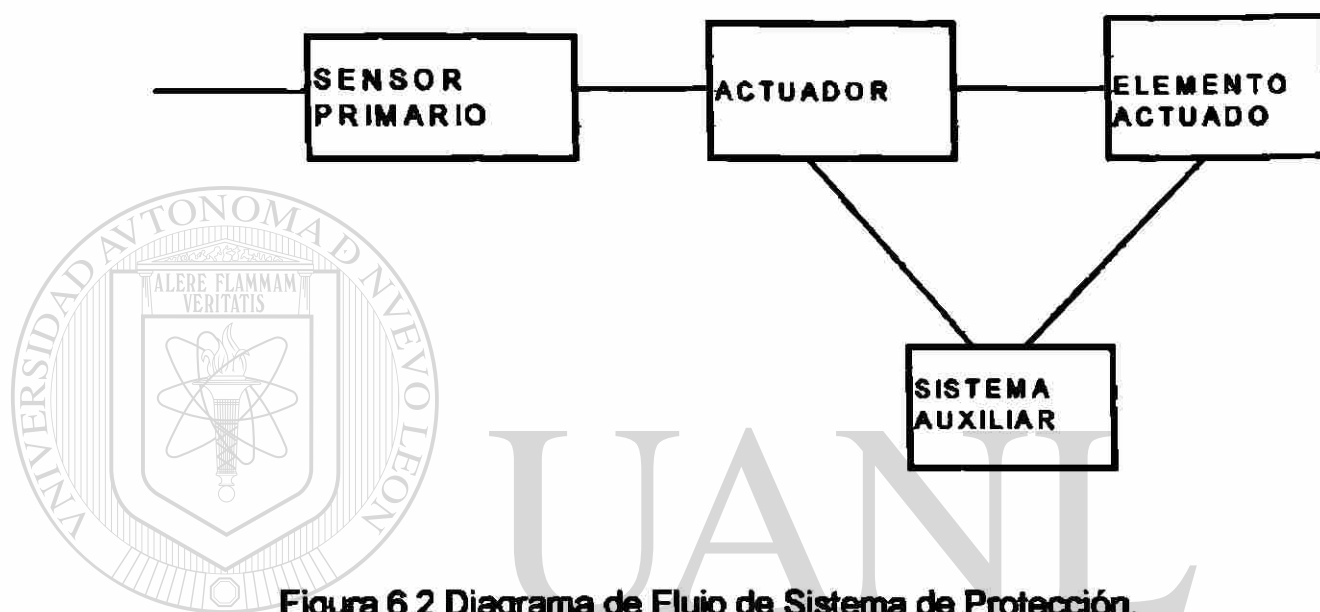


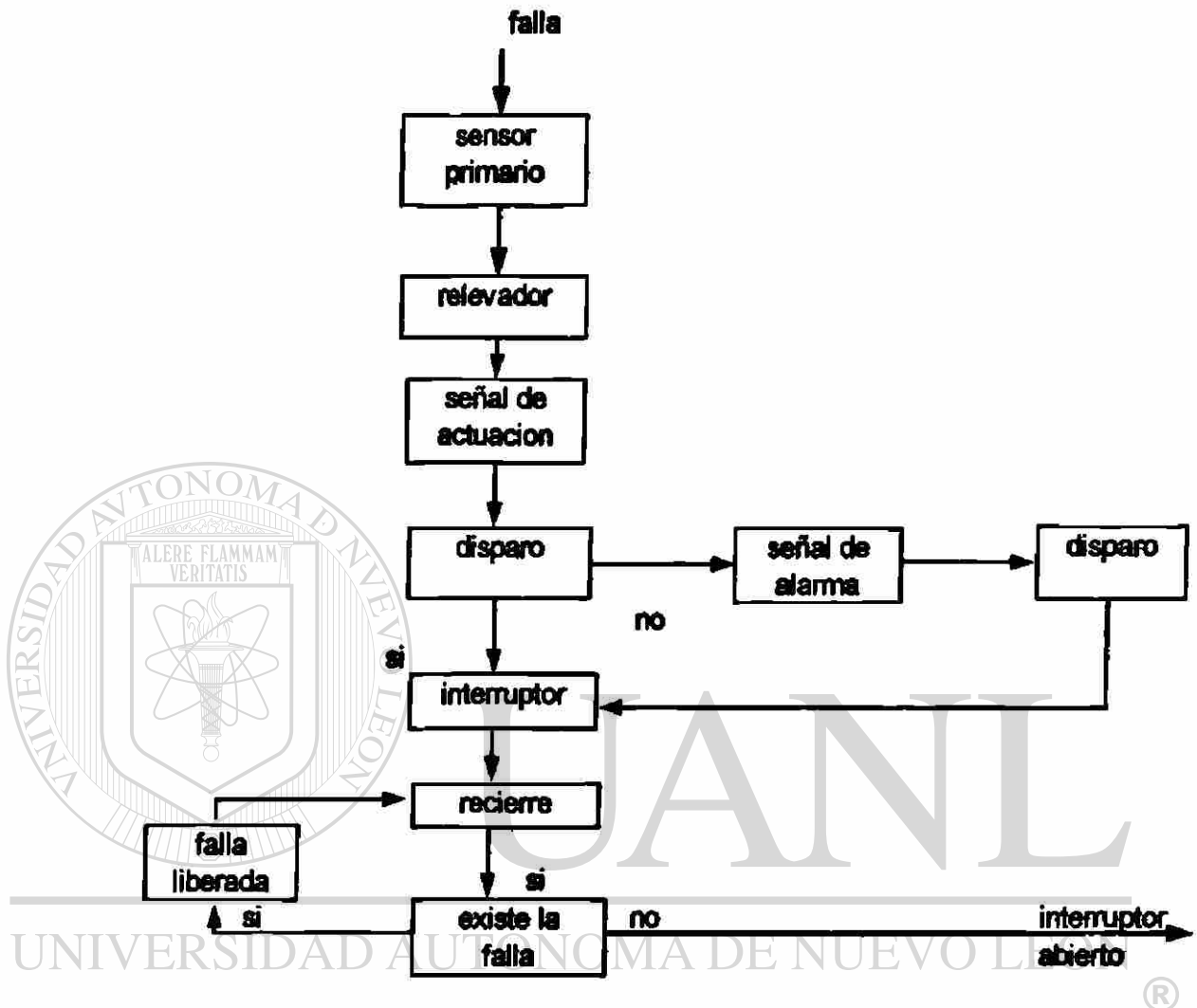
Figura 6.2 Diagrama de Flujo de Sistema de Protección.

Con la relación de las cantidades detectadas pueden ser básicamente señales de corriente, voltaje y frecuencia.

Las señales de voltaje y corriente, se detectan a través
De los sensores primarios que son:

1. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.
2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.

FIGURA 6.3 LOGICA DE UN ESQUEMA DE PROTECCION ELEMENTAL.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para estudiar a detalle los sistemas de protección, se debe analizar primero los principios de operación, características de sus componentes, etc. Para esto se organizan, en el orden que intervienen, sensores (transformadores de Potencial y de Corriente), Relevadores e Interruptores.

6.4 TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS

Se denominan así genéricamente, debido a que indistintamente alimentan a instrumentos de Medición, de Protección o ambos, se clasifican a la variable que manejan, como transformadores de corriente o transformadores de

potencial, y desde el punto de vista de la protección en los sistemas eléctricos interesan de estos dispositivos principalmente:

PRINCIPIOS DE OPERACIÓN.

1. CARGAS.
2. PRECISION.
3. NUMERO DE DEVANADOS DE CONEXIÓN.

6.5 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Estos transformadores como cualquier otro, opera bajo el principio de inducción magnética, de manera que existe acoplamiento magnético entre los devanados, uno denominado primario, conectado al circuito de alto voltaje alta corriente, y el otro secundario, conectado a la carga (instrumento) por alimentar. El diagrama de principio, es el que se muestra en la figura 6.4

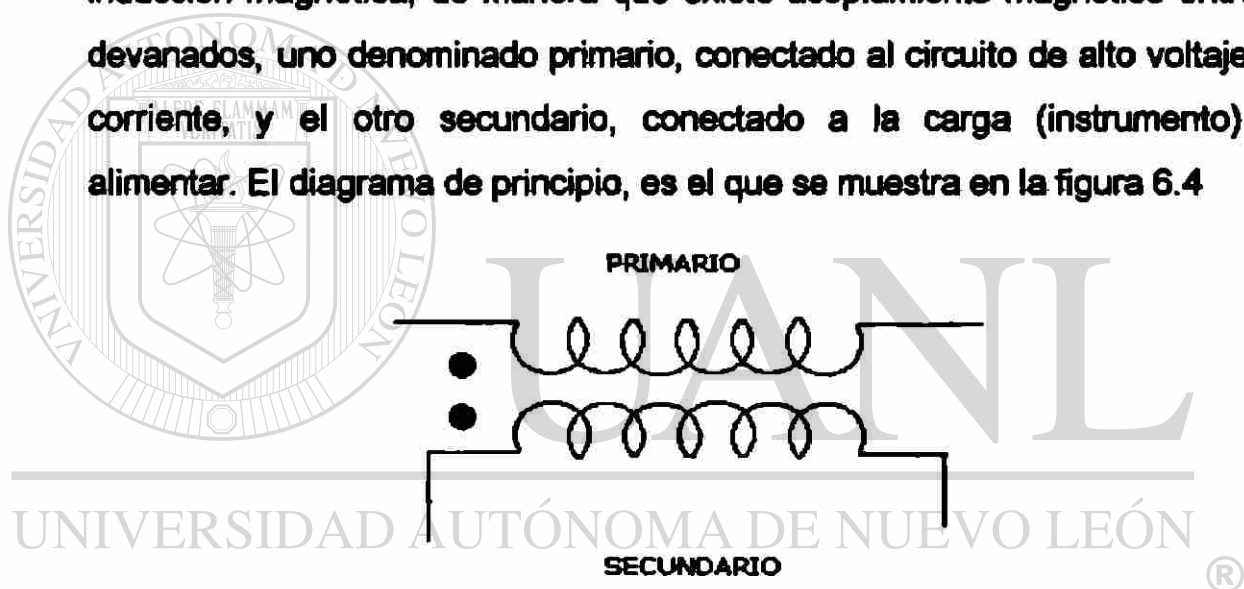


Figura 6.4 esquema de un transformador de corriente

Con todo dispositivo de acoplamiento magnético, el sentido de inducción esta relacionado con el sentido de corriente, es necesario indicar la polaridad que no es otra cosa que una indicación del sentido de la corriente.

6.6.- LA EVALUACION DEL USO DE PROTECCION POR RELEVADORES

La mejor manera de evaluar la protección por relevadores sé finca en su aportación para mejorar el servicio eléctrico de los usuarios, dicha aportación consiste en auxiliar a los demás elementos del S.E.P. a operar con el mejor desempeño y eficacia ante las fallas.

Para lograr lo anterior podemos mencionar que la protección por relevadores minimiza el daño al presentarse la falla y además reduce el tiempo que el equipo esta fuera de servicio así como el monto de la reparación del daño, analizando con solidez el beneficio que se obtiene al abordar el tema.

Concluimos que también es reducido considerablemente, así podemos mencionar por ejemplo la gran ventaja al evitar al máximo que la falla pueda extenderse y como consecuencia afectar a otros equipos.

Es importante mencionar la filosofía que sigue al aplicar el criterio de zonificar en zona de protección todo el S.E.P. para lograr lo ultimo mencionado, lo veremos el desarrollo mas adelante.

6.6.1.- CONCEPTOS BASICOS Y CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES EN LA PROTECCION POR RELEVADORES.

En general, lo que se pide al equipo de protección y en particular al relevador detector es que libere la falla en el menor tiempo posible y aisle del sistema solo a la parte afectada evitando así a la salida innecesaria de equipos vitales asociados al sistema, o sea, que cooperen al funcionamiento normal del sistema, prevenga una falla eléctrica y reduzcan los efectos de la misma.

La A.S.A. define un relevador como "un dispositivo que ocasiona un cambio brusco en uno o más circuitos de control eléctrico cuando la cantidad o cantidades medidas a las cuales responde, cambian de un valor prescrito.

"Después enumera y define cuatro tipos de relevadores":

1. **Rele auxiliar.** – Uno que opera en respuesta a la apertura o cierre de su circuito opera este para auxiliar a otro Rele o dispositivo en el desempeño de una función.
2. **Rele protector.**- Uno cuya función es detectar mecanismos o líneas defectuosas u otras condiciones peligrosas o indeseables, e iniciar o permitir la interrupción debida o dar señales precautorias.
3. **Rele regulador.**- Una que opera debido a la salida de una cantidad operante de límites predeterminados y que funciona a través de equipo suplementario para restaurar la cantidad dentro de esos límites.
4. **Rele verificador.**- Uno cuya función es verificar las condiciones del sistema de potencia respecto a los límites prescritos e iniciar o permitir

funciones automáticas además de abrir un interruptor durante condiciones de falla.

La A.S.A. define alta velocidad como un termino calificador aplicado a un rele que indica el tiempo de su operación generalmente no exceda de $1/20$ de segundo aprox. 3 ciclo sobre la base de 60, y baja velocidad, donde el tiempo de operación generalmente se excede de $1/20$ de segundo. Por aceptación general, los reles que operan en este rango de 3 a 5 ciclos de frecuencia, se les considera reles de alta velocidad.

La protección por medio de reles de alta velocidad ofrece ventajas de mayor continuidad de servicio ya que ocasiona menos daño por fallas y menos riesgo del personal.

Por otro lado tienen un costo generalmente muy elevado, requiere mas mantenimiento, y tienen una mas alta probabilidad de operar en ocasiones incorrectas en transitorios. Consecuentemente ambos tipos de reles de alta y baja velocidad se aplican para proteger el sistema de potencia y ambos tienen amplios antecedentes de operación con reles protectores, muestran considerablemente el 99.5% y más funcionamiento de reles.

Las operaciones de los reles son clasificadas como sigue:

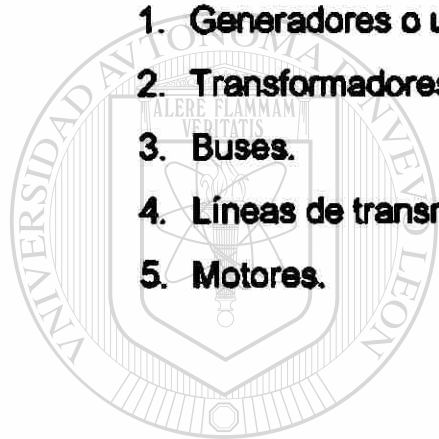
1. Correctas y deseadas.
2. Correctas pero indeseadas.
3. Operaciones incorrectas de interrupción.
4. Fallas en la apertura.

La apertura incorrecta de interruptores, no asociados con el área de falla o el área de respaldo, es con frecuencia más dañina al sistema de potencia que en la falla en la apertura del interruptor correcto.

por lo tanto, se debe tener especial cuidado tanto en la aplicación como en la instalación, para asegurarse contra tales y posibles operaciones incorrectas. Mientras que la falla en la apertura es también seria, la protección de respaldo se emplea como una línea secundaria de defensa para eliminar la falla al fracasar la protección primaria o principal.

La filosofía general de la aplicación de la protección por relevadores, es dividir al sistema de potencia en zonas protectoras que puedan ser adecuadamente protegidas con una mínima porción desconectada del sistema. Esto divide el sistema en las sig. Zonas protectoras:

1. Generadores o unidad generador-transformador.
2. Transformadores.
3. Buses.
4. Líneas de transmisión.
5. Motores.



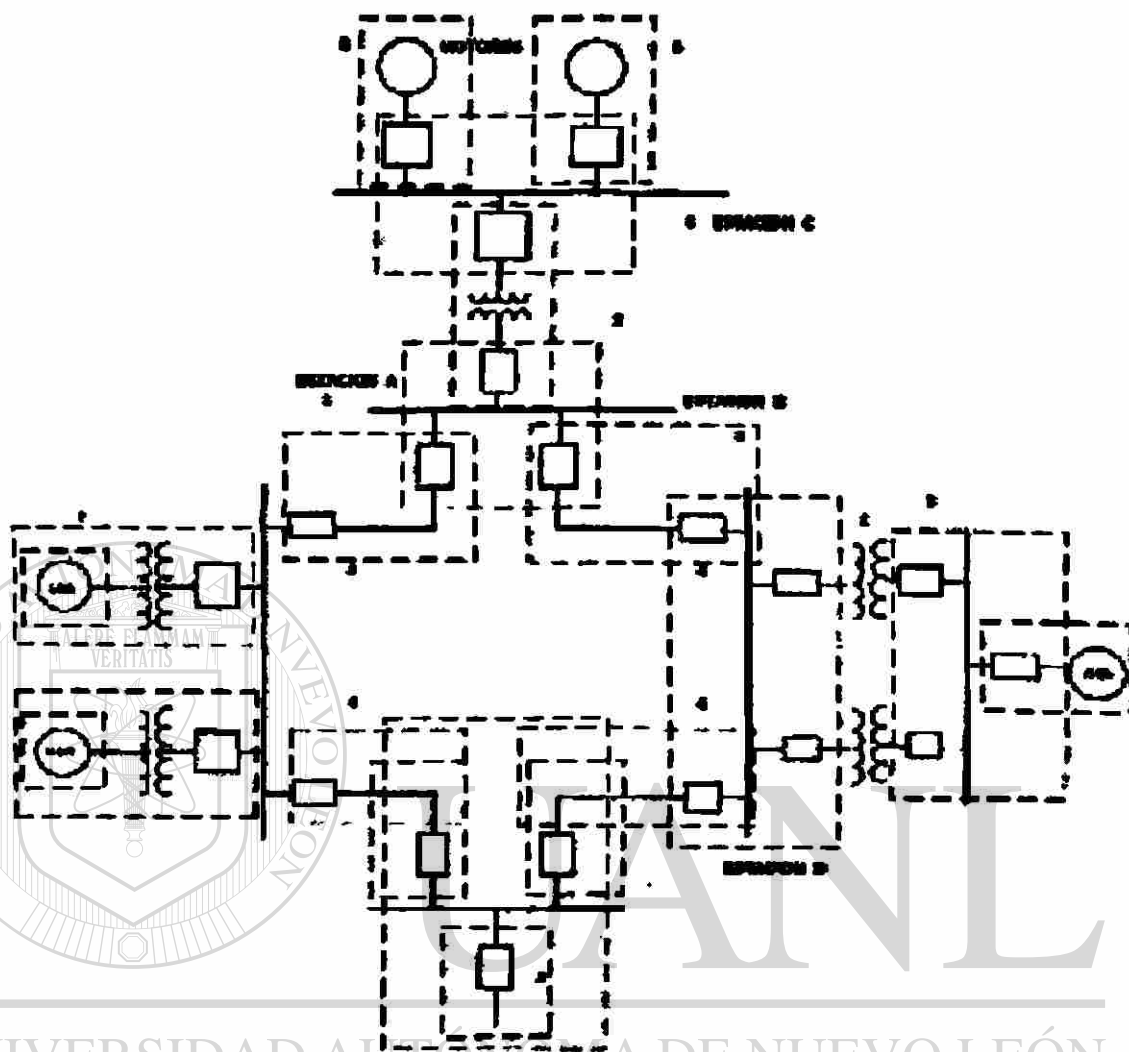
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 6.5.- SISTEMA TIPICO Y SU ZONA DE PROTECCION.



El objetivo primordial es proveer la primera línea de protección recordando las ideas fundamentales previamente mencionadas. Admitiendo que pueden ocurrir descuidos o fracasos, se provee alguna forma de respaldo o protección de último recurso para desconectar las zonas adyacentes que rodean la falla

La información requerida para la aplicación de los reles protectores es primero una relación exacta del problema de protección. Generalmente esta es la parte más difícil del trabajo, pero el tiempo que se gaste en esto, pagará dividendos, particularmente si se desea la ayuda de otras.

Las áreas de información asociadas o de apoyo requeridas son:

1. Configuración del sistema.
2. Sistema de protección existente y sus dificultades.
3. Grado de protección requerido.
4. Preferencias existentes, procedimientos operando prácticas.
5. Posibles expansiones futuras.
6. Estudios de fallas.
7. Carga máxima y rangos de los transformadores de corriente.
8. Localización de los transformadores de potencial, sus conexiones y rangos.
9. Impedancia de la línea y transformadores.

La configuración del sistema, lo representamos por un diagrama unifilar mostrando el área del sistema involucrada con el problema de protección. Este deberá mostrar con cierto detalle de localización de los interruptores, la disposición de los buses, las derivaciones de las líneas para sus alimentadores y su capacidad, la localización y el tamaño de la generación, y la localización tamaño y conexiones de los transformadores son particularmente importantes ya que son los que más frecuentemente se omiten. Es necesario conocer las fuentes de tierra para efecto de la coordinación.

El equipo de protección existente junto con las razones por las que un cambio es deseado, si es que se desea, deberá ser esquematizado bajo un segundo registro. Las nuevas instalaciones deberán estar también especificadas. Las dificultades con la relevación presente son valiosas para seguir sus mejoramientos. En muchos casos, la nueva relevación requerirá operar partes útiles ya existentes y los detalles de estos serán de gran importancia.

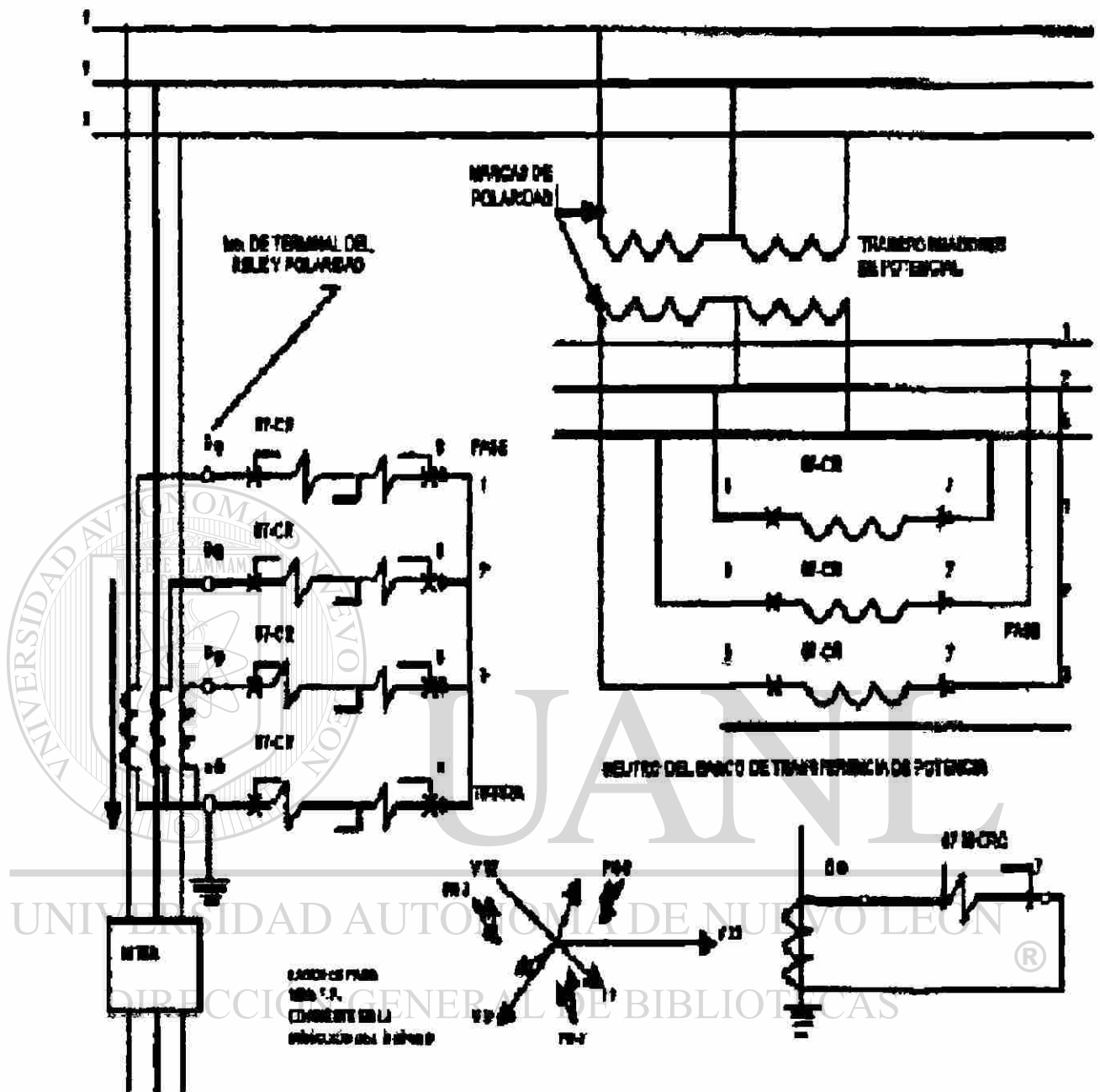
Un estudio adecuado de fallas es una necesidad en casi todas las aplicaciones de los relevadores. El estudio de fallas debe incluir fallas trifasicas, de linea a tierra y fallas sucesivas. Estas ultimas son de bastante importancia en casos donde un interruptor pueda operar primero que otro. La falla sucesiva es la trifasica o de linea a tierra en el lado de la tierra el la linea de un interruptor que este abierto.

Esto da la redistribucion de la corriente de falla por medio del interruptor remoto despues de que el interruptor cercano para la relevacion de tierra, el estudio de fallas debera dar voltajes de secuencia cero y voltajes y corrientes de secuencia negativa. Esta se obtienen facilmente mientras se hace un estudio y son de frecuencias las mas utiles para resolver un problema de relevacion.

Obiamente, en algunas aplicaciones no todos los datos son necesarios. Es conveniente al menos revisar los puntos donde sea aplicable, la informacion debe recopilarse con suficiente detalle y asi obtener las mejores aplicaciones.

Los reles protectores se conectan al sistema de potencia por medio de transformadores de corriente y de potencial y son conectados al circuito de control para abrir el interruptor apropiado . Un diagrama tipico de conexiones de reles es mostrado las conexiones de C.A. se presentan en la siguiente figura. 6.6

FIGURA 6.6 CONEXIONES TÍPICAS DE C.A. DE RELES PROTECTORES.



Las indicaciones importantes en este diagrama son:

1. - Secuencia de fase.
2. - Dirección de disparo.
3. - Corriente y polaridad del transformador de potencial.
4. - Polaridad del relé y número de terminales.
5. - Diagrama fasorial

El voltaje no puede utilizarse directamente ya que no puede no estar disponible durante las condiciones de falla.

Otro metodo de disparos en serie usando la corriente C.A. de falla como se muestra en la figura 6.8 estos tipos de rele son de apertura de circuito.

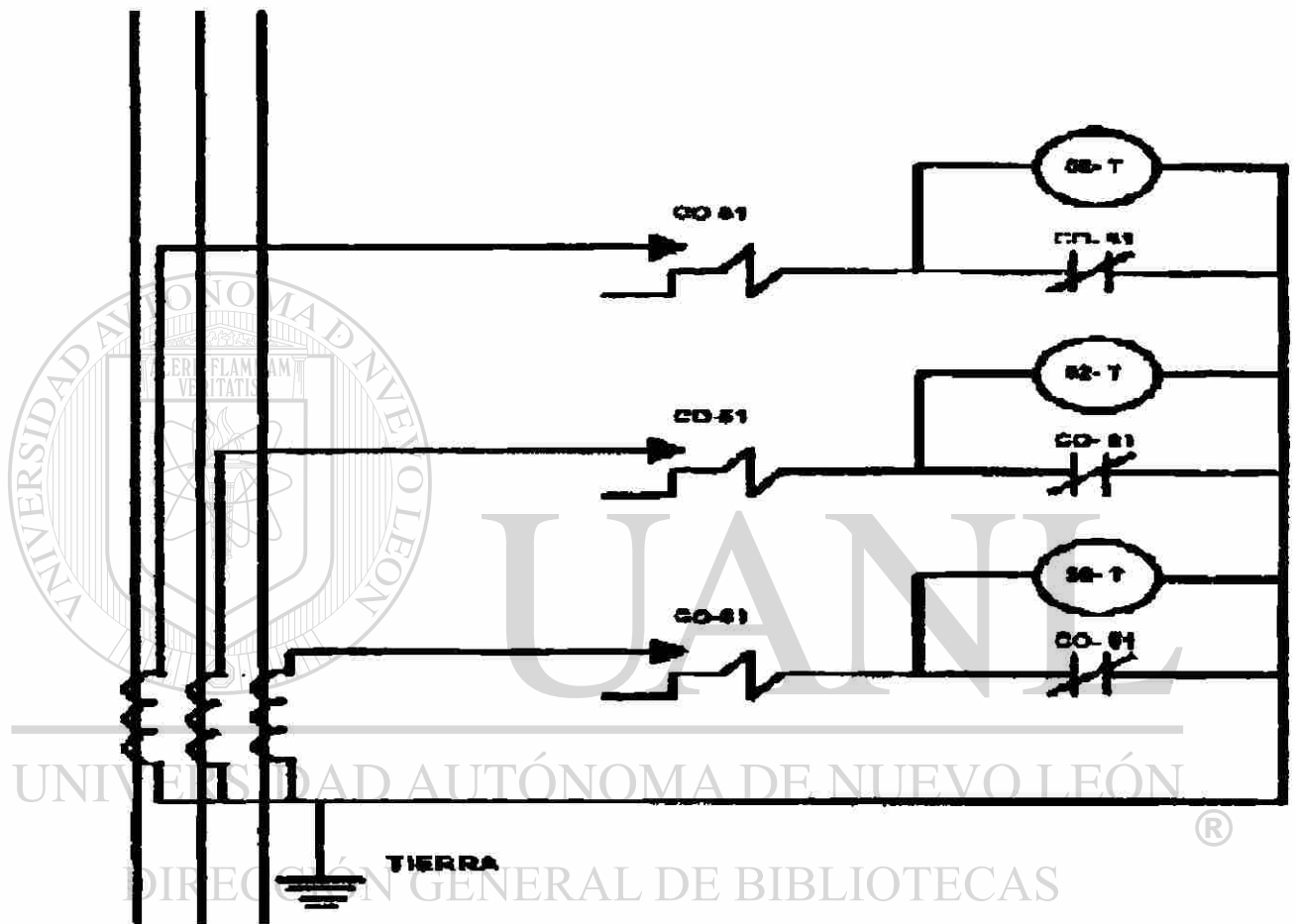


Figura 6.8.- rele de tipo de apertura de circuito.

Los circuitos completos de disparo y cierre de interruptores son mas complejos y un diagrama del circuito tipico se muestra en la figura 6.8.

En este diagrama, los circuitos de disparo deben de ser energizados de una fuente que esta disponible durante la falla, generalmente el banco de baterias, los circuitos de cierre pueden ser operados por C.A. Tales interruptores tienen circuitos de control similares al de la figura 6.9

6.7. - DEFINICION, PRINCIPIOS, CARACTERISTICAS Y FUNDAMENTOS DE LA OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RELEVADORES DE PROTECCION

6.7.1. - DEFINICIONES:

Relevador 50. - rele de sobrecorrientes instantáneo.

Su función instantánea a un excesivo valor de corriente o a un excesivo valor de corriente o a una excesiva relación de aumento de corriente, de este modo indicando una falla en el aparato o circuito que protege.

Relevador 51. – rele de sobrecorrientes de tiempo C.A.

Es un dispositivo con una característica de tiempo definida o inversa que funciona cuando la corriente en un circuito excede de un valor predeterminado.

Relevador 86. – rele de cierre forzado.

Dispositivo operado eléctricamente que se reajusta normal o eléctricamente que funciona para suspender el funcionamiento de un equipo.

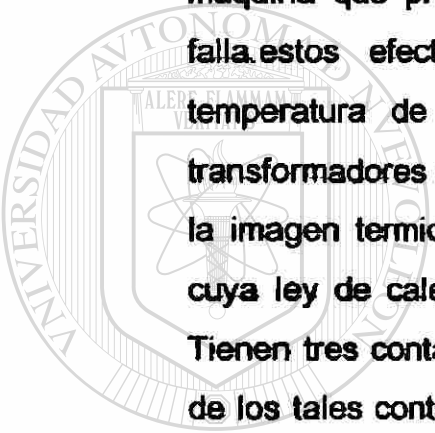
Estos son los tipos de relevadores usados en la subestacion de industria del álcali y que seguiremos estudiando.

6.7.2. – CLASIFICACION DE LOS RELES

La clasificación de los Rele es tomando en cuenta sus características constructivas, las cuales pueden ser:

- a) Reles Electromagnéticos. Estos reles se basan en la fuerza de atracción ejercida entre pieza de material magnético. Estos reles son accionados por una señal de corriente.

- b) **Reles de inducción.** Estos Reles tienen muchas aplicaciones y su principio de funcionamiento es el mismo que los motores de inducción, los cuales utilizan el sistema de estructura electromagnética. Son accionados por una señal de corriente.
- c) **Reles electrónicos.** Estos reles funcionan por medio de diodos, Tiristores, transistores, etc. Su principal característica es que son de mayor velocidad de operación. Su funcionamiento es equivalente al de los reles electromagnéticos.
- d) **Reles térmicos:** Estos reles operan dejando fuera de servicio al equipo o maquina que protegen, y el cual ha sido sometido a sobrecargas o falla. estos efectos producen calentamiento excesivo elevando la temperatura de los devanados. Estos reles son muy usados en transformadores de media y gran potencia. Estos reles toman en cuenta la imagen termica del equipo que protege, es decir de un dispositivo cuya ley de calentamiento sea análoga a la ley del objeto protegido. Tienen tres contactos los cuales cierran a diferentes temperaturas. Uno de los tales contactos sirve para el control de abanicos otro para enviar una señal de alarma y el ultimo para enviar una señal de disparo dejando fuera el equipo que se protege.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.7.3. – PRINCIPIO EN QUE SE BASAN LOS RELEVADORES

En la realidad solo hay dos principios fundamentales en los que se basan la operación de los relevadores:

- Atracción electromagnética.
- Inducción electromagnética.

Ejemplo:

Se han construido dos tipos de relevadores, el primero consiste en un vastago dentro de un solenoide, o una pieza magnética atraída por un electroimán, figura 6.10

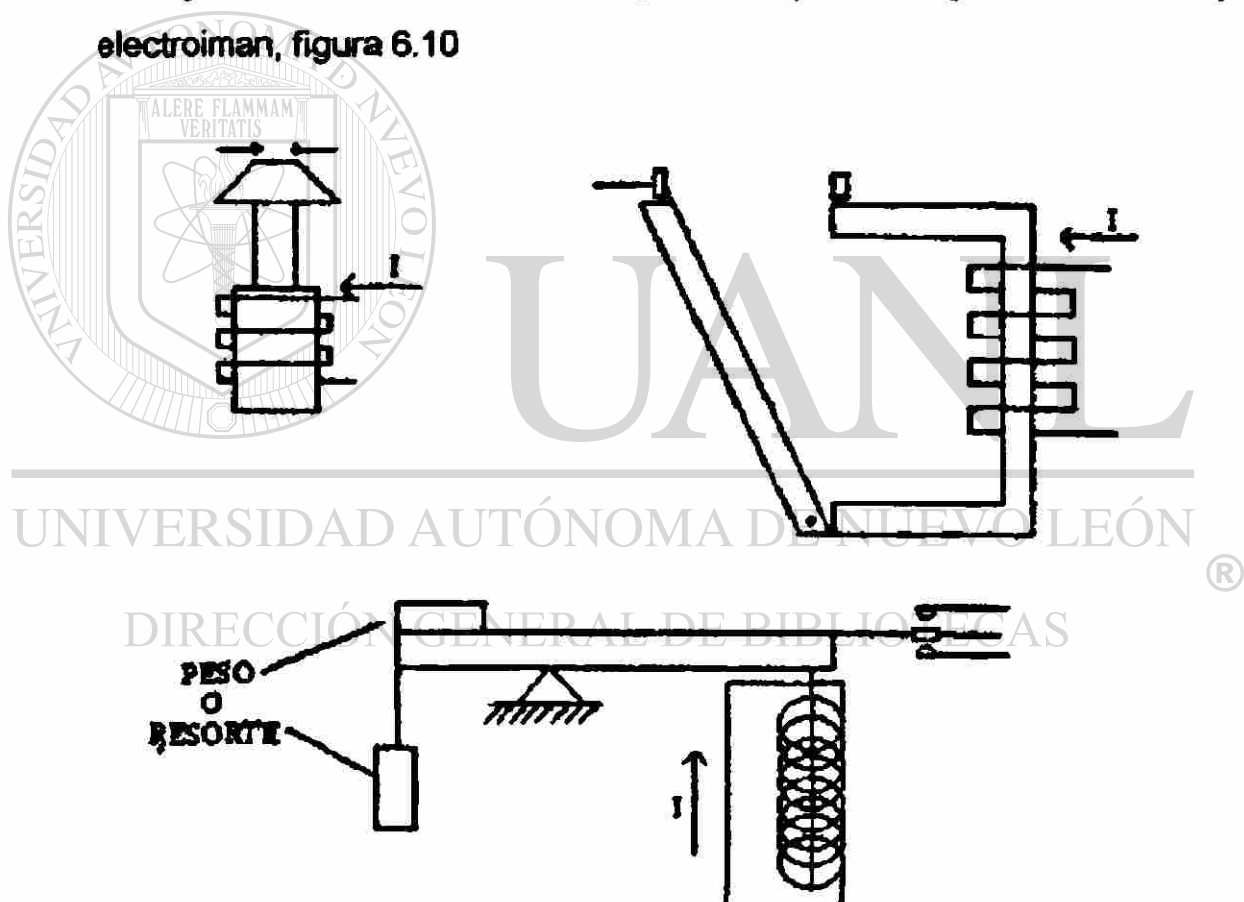


Figura 6.10.- Partes de un Relevador.

Asi mismo $\varphi_1 = \varphi_2 \text{ seno}(wt + \theta)$ siendo θ el angulo de fases entre los dos flujos

$\varphi_1 = \varphi_2$ Para evitamos el considerar por lo pronto la autoinducccion de las corrientes creadas en la placa y tambien en la placa y tambien el angulode las

$$I \varphi_1 \alpha d \frac{\varphi_1}{dt} \alpha \varphi_1 \cos(wt)$$

$$I \varphi_2 \alpha d \frac{\varphi_2}{dt} \alpha \varphi_2 \cos(wt + \theta)$$

fases de estas con respecto a sus fuerzas electromotrices que por lo demas son despreciables, se puede establecer que las corrientes son proporcionales al flujo con respecto al tiempo segun las siguientes expresiones:

Como se ve en la figura las fuerzas F1 y F2 se encuentran en oposicion y la resultante sera la diferencia de ellas.

$$F = (F_2 - F_1) \alpha (\varphi_1 i \varphi_2 - \varphi_1 i \varphi_2)$$

sustituyendo los valores de $i \varphi_1 e i \varphi_2$ de las ecuaciones anteriores tenemos

$$F = (\varphi_1 \varphi_2 \cos wt - \varphi_1 \varphi_2 \cos(wt + \theta))$$

pero a su vez sustituyendo los valores a su vez de φ_1 y φ_2 tenemos:

$$F \varphi_2 \text{seno}(wt + \theta) - \varphi_1 \cos wt - \varphi_1 \text{seno} wt \varphi_2 \cos(wt + \theta)$$

Sacando φ_1 y φ_2 Como factor comun tenemos:

$$F \alpha \varphi_1 \varphi_2 [\text{seno}(wt + \theta) \cos wt - \text{seno} wt \cos(wt + \theta)]$$

la expresion dentro del parentesis equivale a :

$$\text{seno}(wt + \theta - w) = \text{seno} \theta$$

la cual la reduce a:

$$F \propto \varphi_1 \varphi_2 \text{seno } \theta$$

La cual nos indica que la fuerza resultante es constante a todo momento dependiendo unicamente de los valores maximos de los flujos y el angulo de fase entre ellos.

Los relevadores del tipo de induccion aprovechan este principio produciendo dos flujos sobre un disco que se mueve actuando por la fuerza que resulta que es maxima cuando los flujos tienen un angulo de fase entre sí de 90°.

Apoyandose en este principio de induccion se han construido dos clases originales de relevadores electricos:

- Las que actuan a una sola fuente de señales.
- Los que los hacen debido a dos o más fuentes.

Un ejemplo de los primeros es el que se describe a continuacion en la

figura 6.12

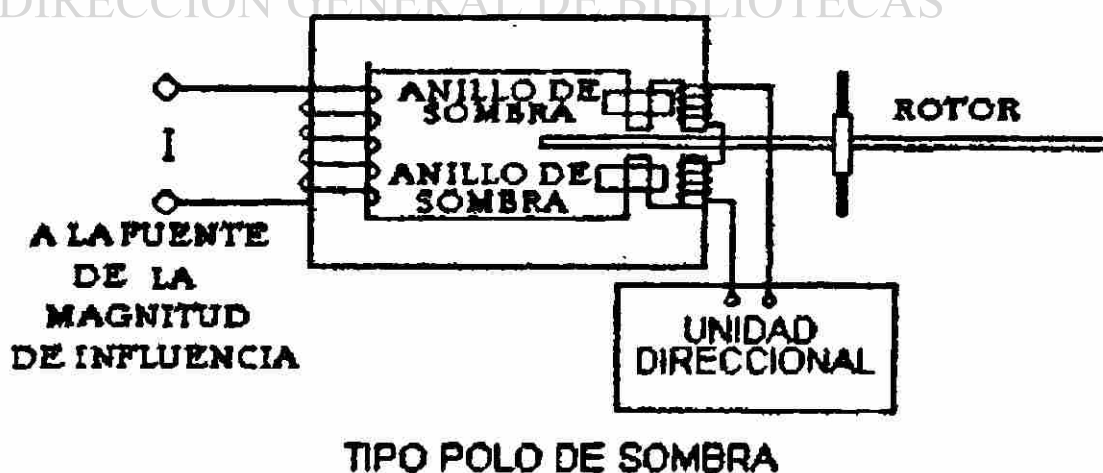


Figura 6.12 Esquema de un disco de induccion con bobina magnetica

Es un disco de induccion sobre el cual se cierra un circuito magnetico con una bobina.

El nucleo esta dividido en dos regiones: una por la que pasa el flujo resultante de la corriente de la bobina y otra donde se han devanado y puesto en corto circuito un embobinado o una sola espira que defasa una parte del flujo que atraviesa el entre hierro.de esta manera una sola fuente de señales hace actuar el disco en predeterminadas condiciones

Otro ejemplo es de un relevador de sobrecorriente con características de tiempo inverso como el siguiente:

Fig. 6.13

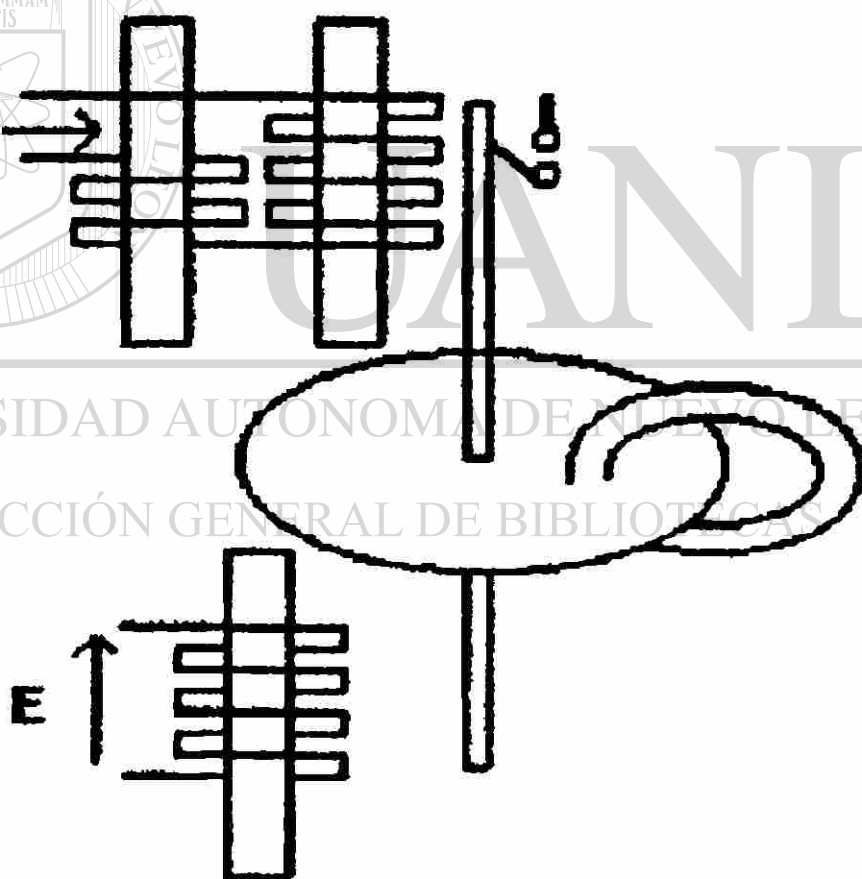


Figura 6.13.- Esquema de un relevador de sobrecorriente.

Lleva una bobina el nucleo interior que es la unica fuente de señales y esta crea otra por medio de un acoplamiento magnetico sobre las bobinas del nucleo superior que produce una fuerza actuante en el disco debido al desasimiento final de los flujos, figura 6.13

La segunda clase de los relevadores es la que pone en juego dos bobinas sobre un nucleo o sobre dos nucleos separados como por ejemplo el ya conocido como nucleo de un wathhorimetro, figura 6.14

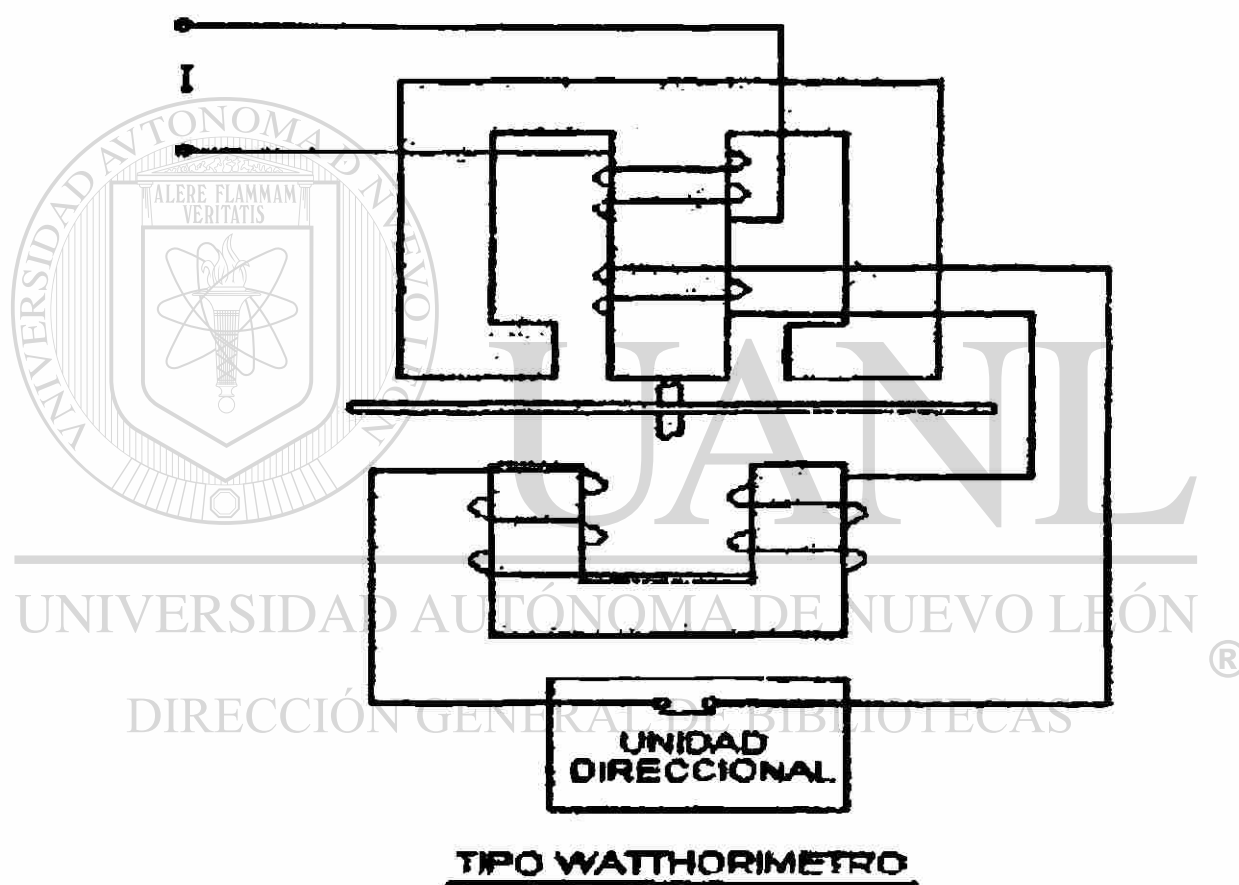


Figura 6.14 Esquema de un relevador con dos bobinas.

Sobre una bobina se puede mandar las señales de corriente producidas por un T.C. y sobre la segunda las señales de corrientes tomadas por un T.P.

De esta manera tambien con dos corrientes de fuentes distintas se hacen operar el relevador.

6.7.4.- CARACTERISTICAS DE LOS RELEVADORES

Es conveniente tener un conocimiento de las propiedades generales y particulares de los relevadores, con el fin de aprovecharlas en la solución de los problemas que presenta la protección de un sistema eléctrico.

Entre las características principales de los relevadores, se encuentra el tiempo de operación y aun más la facilidad para ajustarlo. Esta ha sido una de las principales propiedades que han contribuido al desarrollo tan amplio de la protección por relevadores, ya que se puede lograr una coordinación perfecta en tiempo de apertura de los interruptores, de tal manera que se aislan las regiones afectadas por fallas, abriéndose primero los interruptores próximos a la falla o los que convengan para la mejor operación. La sencibilidad de un relevador es otra característica que nos permite contar con una protección, de gran utilidad para las instalaciones donde equipo muy costoso sea defendido contra fallas que por muy ligeras que sean, afectan grandemente su buena operación.

La selectividad de los relevadores, es la propiedad que tienen de reconocer las fallas que dañen, la buena operación del sistema, puede aparecer un grupo de señales en el relevador, y este, solo debe responder a la que conviene al sistema. No debe por ejemplo, operar un relevador de sobrecorriente debido a las sobrecargas de un transformador, a menos que estas pasen de ciertos límites y que duren tiempos fuera de lo previsto. Seguridad, en su operación es una característica importantísima puesto que no puede permitirse que el relevador deje de trabajar en el momento preciso. Para esto es necesario que sean suficientemente robustos sus contactos y sus bobinas deben de ser capaces de llevar corrientes que por ellos puedan circular, y no solamente implica la buena construcción del aparato mismo y sus protecciones propias, como cajas, si no los aparatos y sistemas auxiliares o asociados a estos relevadores como por ejemplo: la alimentación de corrientes continua o directa que pueden no estar en condiciones de trabajar cuando es preciso.

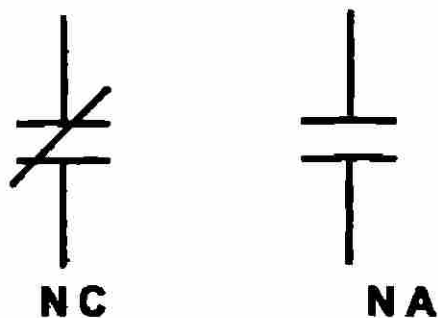
Algunos relevadores y equipo de protección operan muy raras veces, tanto como una vez al año y sin embargo deben estar prontos a operar en el momento que sean necesarios, en cambio, otros lo hacen tan frecuentemente que su mantenimiento debe ser constante. En la construcción de estos aparatos se debe tomar en cuenta que es necesario probarlos de tiempo en tiempo y así por ejemplo, hemos visto aparecer cuchillas de prueba en los tableros, y modernamente peines que salen de la misma caja para facilitar las pruebas en caso necesario.

Por último se puede decir que los relevadores no son para evitar fallas en el sistema sino para cuando aparezcan estas, hacer operar los relevadores o mecanismos que hagan disminuir los efectos de las fallas.

En cuanto a los contactos que se cierran o se abren en los relevadores se ha venido desarrollado un sistema que establece dos tipos: los llamados normalmente abiertos y los llamados normalmente cerrados. La razón de haberse llamado de tal forma es porque se considera que la bobina o las bobinas que actúan los contactos se encuentran en condición normal cuando están sin que pase por ellas una corriente suficiente para hacer operar los contactos, ya que un buen sistema de relevadores debe estar en condiciones la mayor parte del tiempo y recibir corrientes actuantes solo cuando se dese la operación del sistema, volviendo a su condición normal cuando ha terminado de cumplir su misión.

Este sistema era correcto cuando no había más que ciertos tipos de relevadores, pero a medida que se ha ido aprovechando los principios de electricidad no son completamente correctos, ya que por ejemplo hay relevadores que en su condición normal se encuentran equilibrados comparando las corrientes y en el momento en que el desfase entre ellas o la diferencia de magnitudes, la dirección de alguna corriente, etc., hacen operar los contactos, no siendo correcto ni claro el concepto de normalmente abiertos o normalmente cerrados.

A pesar de lo anterior sé seguirá encontrando el signo:



De los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos respectivamente, en los diagramas.

6.7.5.- REPOSICION (RESET.)

otra característica de los relevadores que se deriva de los contactos es la llamada "reposicion" que no es otra mas que el restablecimiento de las condiciones normales del relevador despues de que este actuado. Esta reposicion puede hacerse en dos formas, la denominada "Reposicion Electrica" y la "Reposicion Manual". La reposicion Electrica puede considerarse automatica puesto que al dejar de existir las condiciones de operación los contactos del relevador vuelven a quedar en la posicion que tenian antes de la operación.

La reposicion Manual es tal, que es necesaria la intervencion del hombre, ya sea pisando un boton o moviendo alguna palanca despues de haber dejado de existir las condiciones de operación ya que el relevador por si solo no restablece las condiciones normales de sus contactos.

Es necesario que el operador de un sistema se de cuenta cuando un relevador ha operado, y para esto la mayoría de los relevadores estan equipados con banderas de señal que aparecen cuando el relevador ha

actuado. Estas banderas son actuadas por bobinas o contactos auxiliares y cuando esto no es posible se aprovecha alguno de los contactos del relevador para cerrar un circuito independiente de un cuadro de señales aparte.

6.8. – DESCRIPCION GENERAL DE LA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE

6.8.1.- PROTECCION DE SOBRECORRIENTE.

La corriente de sobrecorriente es de las mas sencillas y economica que tiene su aplicación en los alimentadores radiales, lineas de trasmision cortas, en lineas de cierta importancia como de respaldo para proteger equipos de pequeñas capacidades, etc.

El relevador que se una en esa proteccion es el llamado "Relevador de sobrecorriente", de esta clase de relevadores hay varios tipos: Instantaneos y de tiempo de retardo o combinados. Generalmente se usan los combinados.®

Sus características de tiempo permiten formar cascadas en cuanto a tiempo de apertura, asi como tomar en cuenta la magnitud de la falla de tal manera que en cuanto mas corriente haya, menos tiempo tarda en operar el relevador, característica llamada de "Tiempo Inverso".

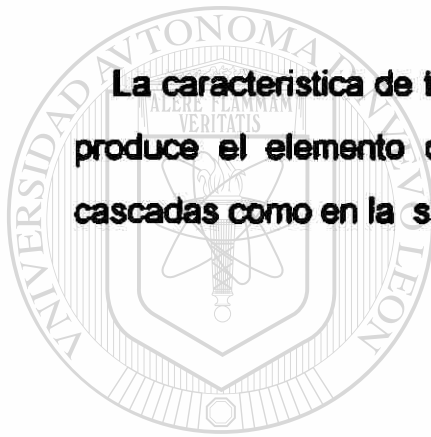
El principio en que se basan, es la induccion aun cuando pueden contar con un elemento instantaneo que es de accion electromagnetica.

Estas características de tiempo de los relevadores se pueden comprender mediante las curvas de tiempo inverso.

Cada una de las curvas es una posición en la que puede colocar un relevador. Si por ejemplo ponemos la curva (1) el relevador trabajara de acuerdo con esta y operara en un tiempo determinado de acuerdo con la corriente que circula en su bobina.

Esta corriente esta indicada en el eje horizontal en forma indirecta, puesto que no esta marcada en amperes, sino a veces o multiples de la corriente minima de operación, es decir si nosotros deseamos que el relevador no opere en una cierta corriente "X" o que opere pero en tiempo infinito, esta sera la base que tenemos marcada en la grafica.

La característica de tiempo inverso de los relevadores de sobrecorriente que produce el elemento de induccion nos permite aplicarles a un sistema de cascadas como en la siguiente (figura 6.15)



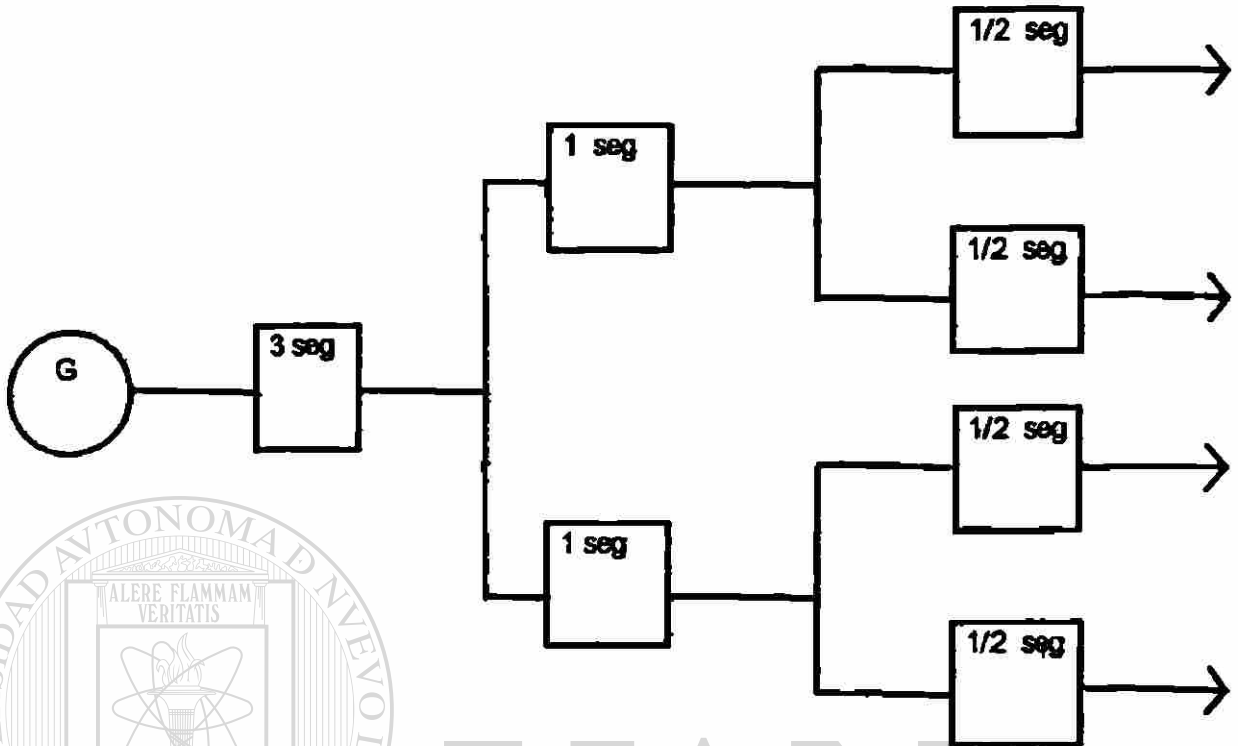
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 6.15 DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE CASCADA.



El diagrama indica que los interruptores mas lejanos de la fuente pueden operar mas rapidamente, en cambio los que se encuentran mas proximos pueden ajustarse a un tiempo mayor, todo esto sobre la base de una misma corriente, que afuera por ejemplo 5 veces la minima operación, el relevador del ultimo paso operara $\frac{1}{2}$ segundo y el penultimo paso operara en un segundo y el primero en tres segundos.

Sobre la base de otra corriente el tiempo de operación seria distinto, pero de acuerdo con las curvas de ajuste de cada relevador, sin embargo, operaria primero los ultimos y despues los más cercanos a la fuente de energia.

Por su lado el elemento instantaneo que esta basado en el principio de induccion, sino de fuerza electromagnetica, es de ajuste muy alto, solo opera con corrientes muy altas y su accion es muy rapida.

Un ajuste mas que debe tomarse en cuenta , es el de sobrecarga, para lo cual los relevadores tienen un grupo de derivaciones en sus bobinas de operación.

Para comprender claramente el significado anterior, veremos un ejemplo:

Ejemplo:

Si se tiene por donde circulan 300 amperes normales y se instala un juego de transformadores de corrientes 300/5 amperes, osea una relacion de 60:1, el ajuste del relevador debera estar de acuerdo con la sobrecarga permisible.

Si se desea que esta sea de 25,50,100% etc. Entonces tendremos la minima corriente de operación del relevador osea de la maxima corriente permisible, siendo este caso de 375 amperes, 450 o 600 amperes, lo cual reducido a baja tension de los transformadores de corriente, sera de 6.25, 7.5 o 10 amperes., respectivamente. Escogeremos entonces la derivacion mas cercana del relevador.

Los relevadores mas comunes tienen la siguientes derivaciones.

- ✓ 4,5,6,8,10,12,16
- ✓ otros con 1.5,2.0,2.5,3.0,4.0,5.0,6.0
- ✓ otros como son los que usan en sobrecorrientes de tierra tienen:
- ✓ 0.5,0.6,0.8,1.0,1.2,1.5,y 2.0

6.8.2.- EJEMPLO DE UN AJUSTE,

Si por ejemplo se tiene un interruptor en un circuito en donde se desea abrir con una corriente sostenida de 450 amperes, y además se abre después de 1.9 segundos con una corriente de corto circuito de 3,750 amperes, y los transformadores de corriente tengan una relación de 60:1 se debe proceder en la forma siguiente:

El ajuste del relevador se obtiene dividiendo la corriente de 450 amperes entre la relación de transformación de 60 que da 7.5 amperes. Como no hay derivaciones de 7.5 se usa la de 8. Esta será la corriente de operación.

Para encontrar la curva de ajuste que cumpla con la siguiente condición de 3,750 amperes en 1.9 segundos, se divide 3,750 amperes entre la relación de transformación, nos da 62.5 amperes de corriente secundaria y esta corriente la dividimos entre la corriente mínima de operación que fue de 8, nos da 7.8 veces la corriente mínima.

Si aplicamos estos datos a las curvas encontramos que en 7.8 veces la corriente mínima de operación de 1.9 segundos, la curva número 6 es la que nos satisfase el problema.

6.9. – DIAGRAMA DE CONEXIONES DE UNA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE Y TIERRA.

Para hacer un diagrama de este tipo con relevadores de sobrecorriente tendremos que determinar:

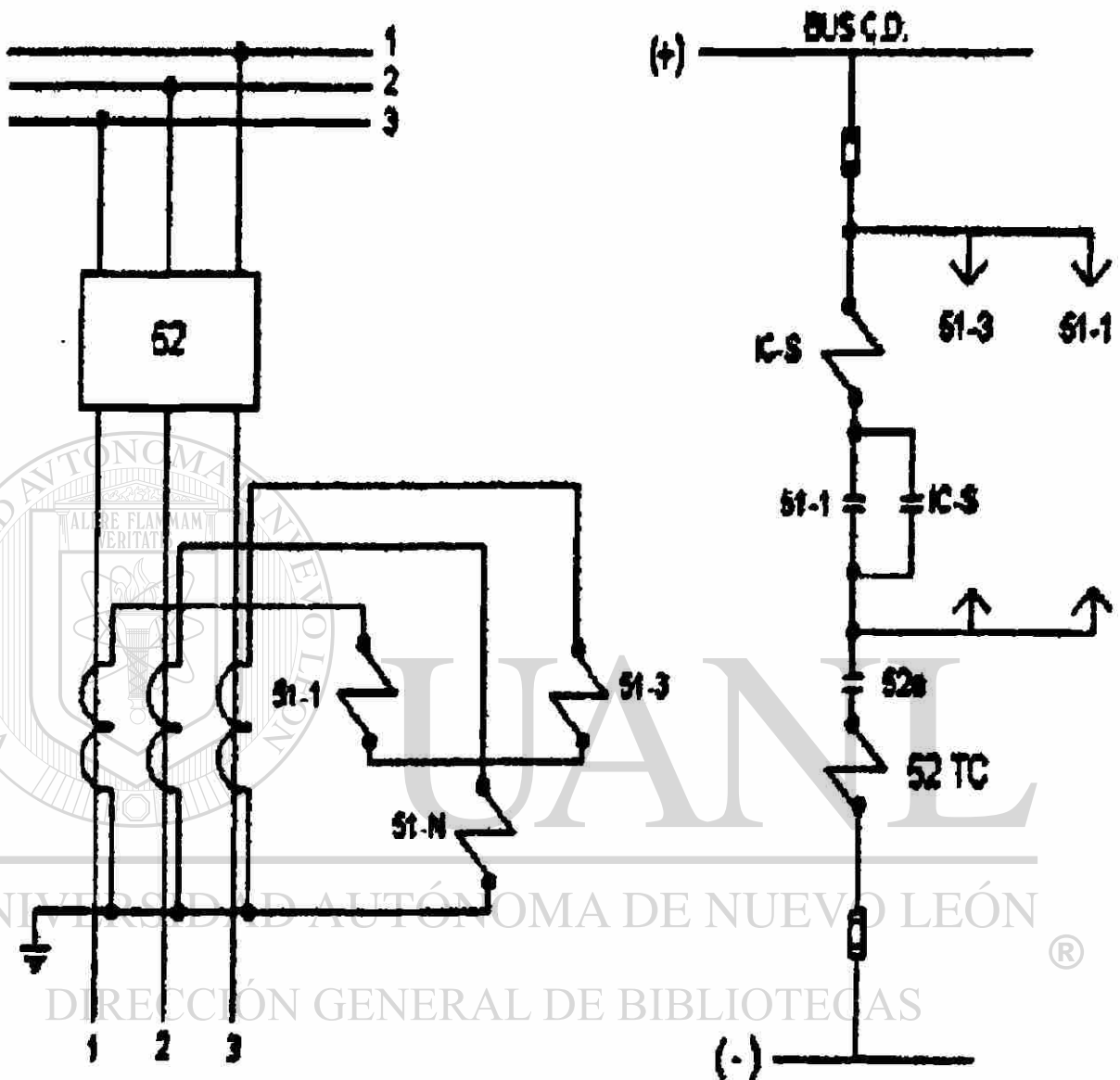
- En que sistemas se puede aplicar este tipo de proteccion.
- Desarrollar un diagrama elemental de conexiones que incluya los aparatos y equipo completamente desmembrados para dar la mayor claridad al diagrama.
- Conocer los diagramas internos de conexiones de los distintos relevadores y aparatos que se usen.
- Hacer un diagrama de conexiones completo de los tableros de control que se usen para este objeto.

Desde el punto de vista del que proyecta, al hacer un diagrama debe incluir ademas los aparatos tanto de medicion como de control y posiblemente alarmas y señales, por lo que un diagrama elemental debera comprender todo lo dicho antes.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Un diagrama elemental que se ha escogido para una idea, es la que a continuacion se muestra en la figura 6.16

FIGURA 6.16 DIAGRAMA DE CONEXIONES DE UNA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE



De la protección de un alimentador radial con relevadores de sobrecorrientes y tierra. Se incluye la medición de un amperímetro y el voltaje entre dos fases.

Como se vea en el diagrama se han dispuesto los aparatos evitando que se crucen las líneas lo menos posible. Los relevadores se marcan con una letra o grupos de letras y números en su bobina y todos los contactos que pertenecen a un mismo relevador llevarán las mismas letras y números.

FIGURA 6.17 DIAGRAMA ELEMENTAL DEL RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE.

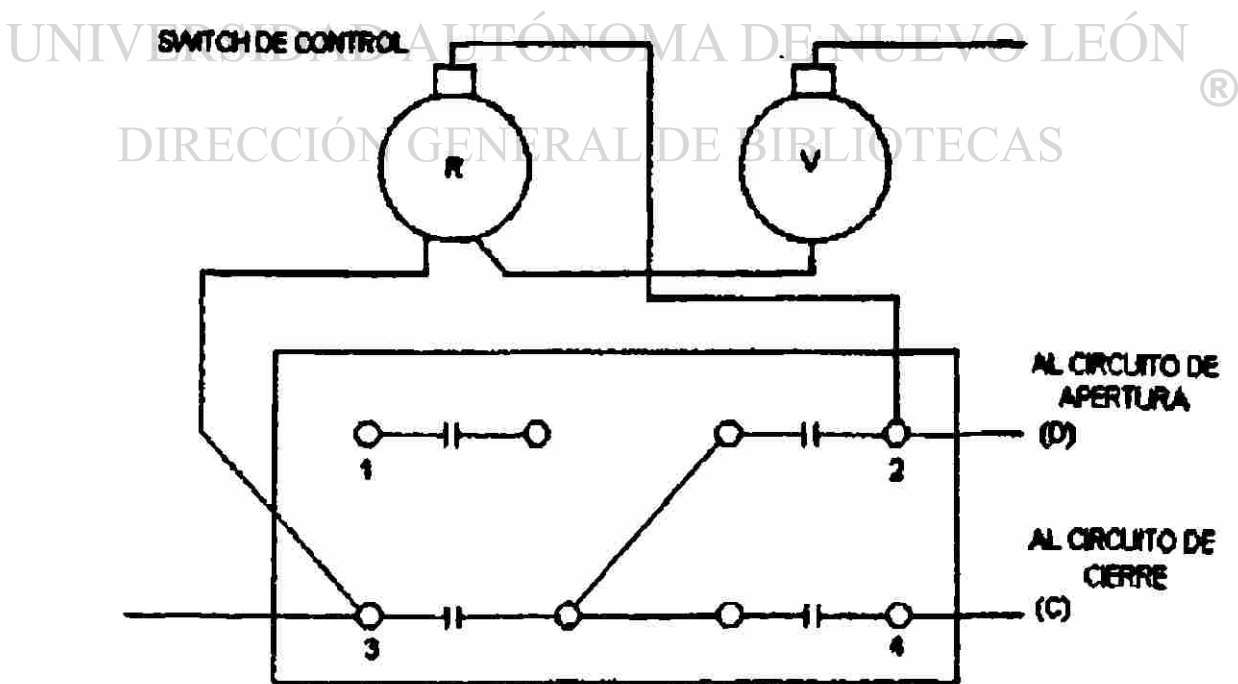
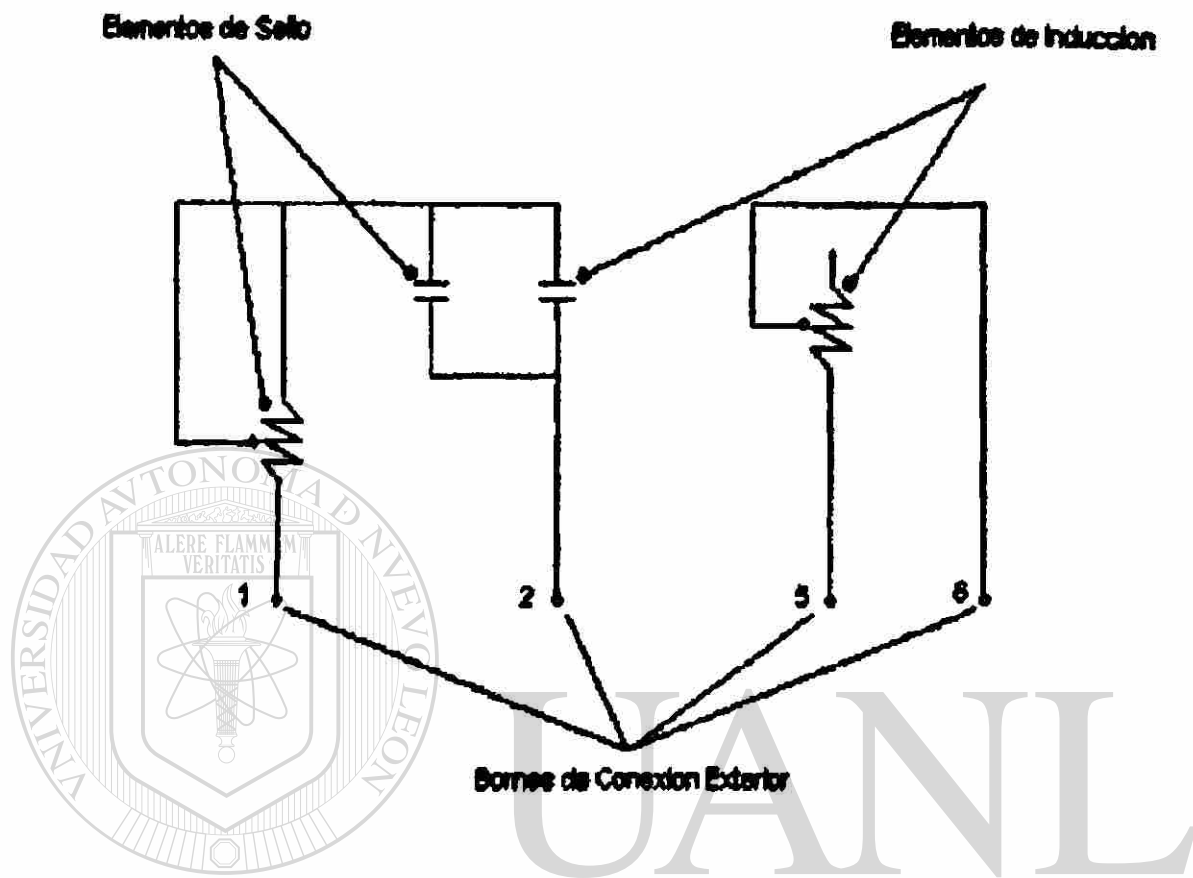


Figura 6.18 a.- switch de control.

Los relevadores de sobre corriente vienen en varios tipos y además los producen varios fabricantes, si embargo, veremos uno de los mas sencillos fabricados por General Electric (Figura 6.17).

CONTACTO	POSICIONES		
	CIERRE	NORMAL	DISPARO
1	X		
2			X
3	X		
4	X		

SWICH DE CONTROL
GENERAL ELECTRIC
MODELO 165 B1

FIGURA 6.18 b swich de control del interruptor

Las cruces significan contactos cerrados.

Aunque hay mucos tipos de fabricantes de estos swiches de control, se muestra aquí uno para dar una idea del control de interruptores con mando remoto eléctrico de alimentación de corriente continua

Como se ve al estudiar distintas posiciones, el conmutador de fases intercala el amperímetro en alguna de las fases sin abrir el circuito, cosa que sería peligrosa si no fuera así.

FIGURA 6.18 C DIAGRAMA DE UN CONMUTADOR DE FASES

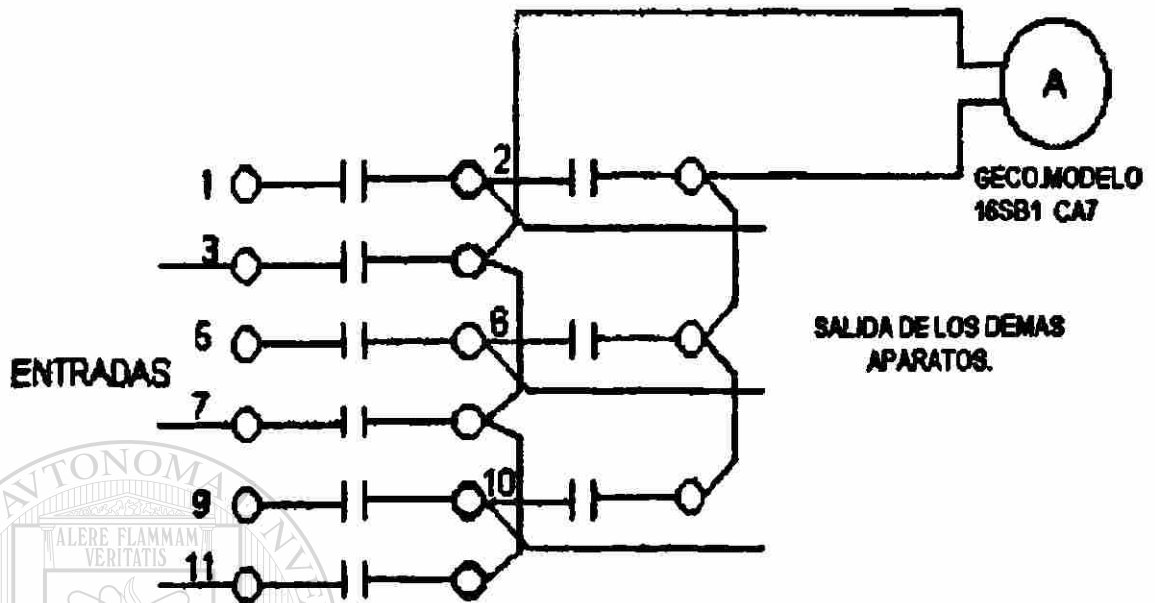


FIGURA 6.18 d POSICIÓN DE CONTACTOS DEL AMPERÍMETRO MODELO 16SB1-CA7

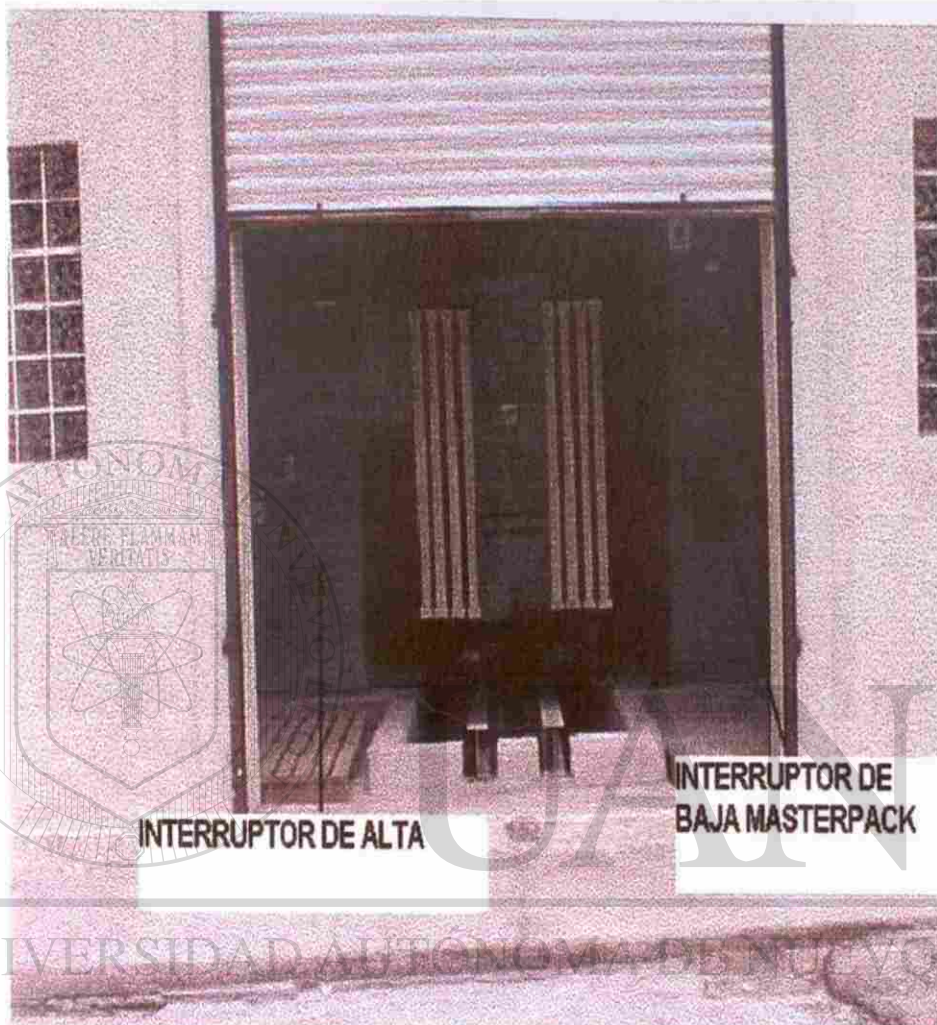
CONTACTOS	POSICIONES									
	3	interruptor	interruptor	interruptor	2	interruptor	interruptor	interruptor	interruptor	
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2								X	X	
3								X	X	
4										
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6				X	X	X				
7				X	X	X				
8										
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10	X	X								
11	X	X								

Como se vera todos estos datos es necesario recopilarlos de los fabricantes, a fin de utilizarlos como proyecto.

Se deberá tener también a mano las dimensiones generales y los pernos de fijación de los relevadores y aparatos para disponerlos en el tablero de control para poder formar el diagrama de conexiones, es decir, el alambrado del tablero de mando del alimentador o líneas que se desea proteger con los relevadores de sobre corriente y tierra.

FOTOGRAFIA 6.1 SUBESTACION 2000 KVA

SUBESTACION SECUNDARIA 13.8 KV. A 480 VOLTS



INTERRUPTOR DE ALTA

INTERRUPTOR DE BAJA MASTERPACK

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FOTOGRAFIA 6.2 VISTA DE DOS SUBESTACIONES GEMELAS**SUBESTACION SECUNDARIA USANDO TRANSFORMADORES DE
500 K.V.A.****CORTA CIRCUITOS USANDO
ESLABON FUSIBLE TIPO K****INTERRUPTOR DE ALTA****UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FOTOGRAFIA 6.3 PROTECCIONES ELECTROMECÁNICAS CON RELEVADORES 50/51, 51/27, 86



CAPITULO 7

ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRICO

7.1. – INTRODUCCIÓN:

En este capítulo se realiza la coordinación de protecciones de el equipo instalado en industria del álcali S.A.de C.V. se pone en practica las tablas y graficas de los capítulos anteriores parta la correcta selección de cables , fusibles , interruptores termomagneticos y electromagnéticos , se muestra la diversidad de arrancadores en varias marcas al igual su protección contra sobrecargas sostenidas, esto para ayudar al ingeniero de diseño la correcta selección de material eléctrico.

En este análisis se incluye el calculo de corto circuito por el primario del transformador y secundario esto para observar el aumento de corriente en un corto circuito y la capacidad interruptiva de selección de los interruptores termomagneticos y electromagnéticos.

Se omite el calculo de corto circuito en las líneas aéreas, y en cuanto a los relevadores electromagnéticos solo en principal se ajusto su tiempo de corto circuito siendo de 0.5 segundos

Cabe señalar el interruptor masterpack que se eligió su capacidad interruptiva es de 65ka. Y todo se pidió con cierta holgura para aumento de capacidades futuras.

TABLA 7.1 VALORES DE LOS CONDUCTOS "VIAS"

AVG O MCM	COBRE Ducto magnético 3 conductores sencillos 60 volt y 5w blindado	5KV blindado y 15kv.	Ducto magnético 60 volts y 5w, no blindado	COBRE Ducto magnético 3 conductores sencillos 60 volt y 5w no blindado	Ducto magnético 60 volts 5w no blindado
12	617	-----	-----	-----	-----
10	982	-----	-----	-----	-----
8	1230	1230	1230	1230	1230
6	1940	1940	1950	1950	1950
4	3080	3040	3080	3080	3080
3	3880	3830	3880	3880	3880
2	4760	4670	4830	4830	4860
1	5880	5750	6020	6020	6100
10	7190	6930	7460	7410	7580
20	8700	8280	9080	9030	9350
30	10400	9870	11630	11100	11900
40	12300	10800	13400	13400	14000
250	13600	12300	14800	14800	15800
300	14800	13300	16700	16700	17800
350	16200	14700	18700	18600	20300
400	16600	15200	19200	19600	21100
450	17300	15900	20400	20700	22700
500	18100	16600	21600	21900	24000
600	18800	17200	22700	23300	25700
700	-----	-----	-----	-----	-----
750	20200	18300	24700	25800	28200
1000	-----	-----	-----	-----	-----

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 7.2 CORRIENTES DISPONIBLES DE CORTO CIRCUITO VARIAS CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES.

VOLTAJE Y FASES	KVA	AMP- PLENA CARGA	% IMPEDANCIA	AMP. CORTO CIRCUITO
120/240	25	104	1.6	10300
	37.5	158	1.6	15280
	50	209	1.7	19050
	75	313	1.6	29540
	100	417	1.6	38540
	167	695	1.8	54900
120/208 3 FASES	150	417	2	20850
	225	625	2	31250
	300	834	2	41700
	500	1388	2	69400
	750	2080	3.5	59428
	1000	2776	3.5	79310
	1500	4164	3.5	118965
	2000	5552	5	111040
277/480 3 FASES	2500	6950	5	139000
	112.5	135	1	13500
	150	181	1.2	15083
	225	271	1.2	22583
	300	361	1.2	30083
	500	601	1.3	46230
	750	902	3.5	25770
	1000	1203	3.5	34370
	1500	1804	3.5	51540
	2000	2406	5	48120
2500	3007	5	60140	

7.2.- CALCULOS DE SELECCIÓN DE PROTECCIONES Y CORTO CIRCUITO.

En FIGURA 7.1 SUBESTACION DURAZNO XII.

Datos del motor 350 HP, conectado a 480 volts, f.s. 1.15 f.p. 0.94% ,1800 rpm.

E instalar alumbrado 4 lámparas 250 watts y 3 contactos

- A. calcular el transformador.
- B. calcular cable del motor.
- C. arrancador.
- D. protección de sobrecarga sostenida.
- E. interruptor principal e interruptor del motor.
- F. cable de alta tensión , y fusibles de ácido bórico y eslabón fusible.
- G. falla de corto circuito.
- H. corriente inrush.

Solucion:

A).- CALCULAR TRANSFORMADOR.

$$I_{motor} = \frac{(746)(HP)}{(1.73)(E)(FP)} = \frac{(746)(350)}{(1.73)(480)(0.94)} = \frac{261,100}{780,576} = 335 AMP.$$

I del transformador de alumbrado 10 kva y 35 amp. Del alumbrado.

$$335 + 35 = 370 \text{ amp.}$$

KVA DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.

$$KVA = \frac{(I)(E)(1.73)}{1000} = \frac{(370)(480)(1.73)}{1000} = \frac{307,248}{1000} = 307 \text{ KVA}$$

SE INSTALÓ DE 500 KVA PARA FUTURO.

B).- SELECCIÓN DEL CABLE DEL TRANSFORMADOR.

I del motor 335 amp.

Se instalo cable 350 MCM (tabla 2.4,2.9)

El factor de corrección a temperatura ambiente 31-35°C = 0.96

El cable calibre 350 MCM conduce (350 amp.)(0.96) = 336 amp.

CABLE PUESTO A TIERRA.
IR= (336)(1.25)= 420 AMP.

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{420}{(0.80)(0.91)} = 576 \text{ AMP.} \quad \begin{array}{l} FA = \text{TABLA 2.15} \\ FT = \text{TABLA 2.12} \end{array}$$

CABLE DE PUESTO A TIERRA = IA – IR = 576- 420 = 156 AMP.

CABLE CALIBRE # 4 AWG (TABLA 2.5); FIGURA 2.5

C).- SELECCIÓN DE ARRANCADORES EN DIVERSOS MODELOS Y/O MARCAS.

1.- Arrancador magnetico squareD (TABLA 5.1); FIGURA 5.1

Tamaño # 6 catalogo SHG-2

2.- Arrancador allen bradley CATALOGO 100B400ND3 (TABLA 5.2;5.4)
 (FIGURA 5.2)

3.-Arrancador electrónico Solcon modelo RVS-DN390 (TABLA 5.4).
 (FIGURA 5.3); (FOTOGRAFIA 5.4,5.5).

D).- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS SOSTENIDAS.

1.- Elementos B2.10 Para arrancador squareD.

2.- ALLEN BRADLEY catalogo 193A4P6.

3.- MOTOR SAVER SE CALIBRA A LA CAPACIDAD DEL MOTOR

4.- ARRANCADOR ELECTRÓNICO Solcon SE CALIBRA.

5.- MOTOR SAVER SE CALIBRA A LA CORRIENTE DESEADA. (FIGURA 5.4)

E).- ELECCIÓN DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.

(336)(1.25) = 420 AMP. = 500 AMP. SERVICIO PESADO 600 AMP.

(TABLA 4.7; 4.10).

MODELO MAL36500.

Interruptor principal 800 amp. Ver nota...modelo MAL 36800

F.- CALCULO DE CABLE DE ALTA TENSIÓN, Y FUSIBLE DE ACIDO BORICO Y ESLABON FUSIBLE TIPO K

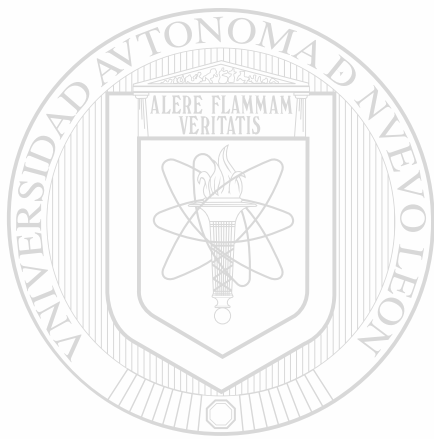
$$I = \frac{(KVA)(1000)}{(173)(E)} = \frac{(500)(1000)}{(173)(13800)} = \frac{500,000}{23874} = 20.94 \text{ AMP.}$$

CABLE DE ALTA TENSIÓN TIPO EPR CALIBRE 1/0 (TABLA 2.7), FIGURA 2.7

FUSIBLE DE ACIDO BORICO 40 AMP. (TABLA 3.4), FIGURA 3.12.3.13

FOTOGRAFIA (3.1)

ESLABON FUSIBLE 20 AMP. TIPO "K" (TABLA 3.3)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

G).- FALLA DE CORTO CIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR 480 VOLTS.

CALCULO DE CORRIENTES DE POTENCIA DURAZNO #12

Potencia = 500 KVA

MVA C.C. TRIF.=107.08 MVA.

MVA BASE = 100 MVA

%Z=4%

VOLTS NOMINAL 480/277 VOLTS.

$$X_S = \frac{MVABASE}{MVACCTRIF.} = \frac{100}{43.17} = 2.316$$

$$X_T = Z \left(\frac{MVABASE}{MVATRANSF.} \right) Y/O \frac{\%Z}{MVATRANSF.}$$

$$X_T = \frac{4}{0.50} = 8$$

$$X_S + X_T = 2.316 + 8.0 = 10.316$$

$$2X_S + 3X_T = (2)(2.316) + (3)(8.0) = 4.632 + 24 = 28.632$$

$$MVACCTRIF. = \frac{MVABASE}{X_S + X_T} = \frac{100}{10.316} = 9.69 \text{ MVA} \text{®}$$

$$MVACCMONOF. = \frac{300}{2X_S + 3X_T} = \frac{300}{28.632} = 10.477 \text{ MVA}$$

$$ICCTRIF.480VOLTS. = 11,660 \text{ AMP.}$$

$$ICCMONOF.480VOLTS = 12,603 \text{ AMP.}$$

El termomagnetico principal se eligio de 800 amp. Por un futuro ya sea de instalar otro motor para bombear cisterna de 20 hp...

H.- CORRIENTE INRUSH

$$IPC = \frac{KVA}{(1.73)(3)(0.480)} = \frac{500}{2.4912} = 200.76 AMP.$$

LA CAPACIDAD DE SOBRECARGA SE CALCULA

COMO: $FS = (FE)(FT)$

DONDE: FE= FACTOR ENFRIAMIENTO.

FT= FACTOR DE TEMPERATURA.

$$FE = 1$$

$$FT = 1.12$$

$$FT = 1.12$$

VER TABLA 3.10

LA CATEGORÍA DEL TRANSFORMADOR.

ES DE CATEGORÍA II 500 KVA TRIFÁSICO.

CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR DELTA-ESTRELLA.

F.A.= 0.58 TABLA 3.9

$$I_1 = \frac{(IPC)(FA)}{ZT} = \frac{(200.706)(0.58)}{0.04} = \frac{116.409}{0.04} = 2910.2 AMP.$$

$$T1 = 2 \text{ SEG.}$$

$$I_2 = \frac{(IP)(FA)(0.7)}{ZT} = \frac{(200.706)(0.58)(0.7)}{0.04} = \frac{81.486}{0.04} = 2037.16 AMP.$$

$$I3 = I2$$

$$I4 = (5)(IPC)(FA) = (5)(200.706)(0.58) = 582.04 AMP.$$

$$I1 = 2910 \text{ AMP.}$$

$$T1 = 2 \text{ SEG.}$$

$$I2 = 2037.16 \text{ AMP.}$$

$$T2 = 4.08 \text{ SEG.}$$

$$I3 = 2037.16 \text{ AMP.}$$

$$T3 = 6.37 \text{ SEG.}$$

$$I4 = 582.04 \text{ AMP.}$$

$$T4 = 50 \text{ SEG.}$$

CALCULO DE CORRIENTE MAGNETIZANTE

$$I \text{ INRUSH} = (IPC)(F \text{ INRUSH})$$

$$F \text{ INRUSH} = \text{FACTOR (TABLA 3.11)}$$

$$F \text{ INRUSH} = 8.0$$

$$I \text{ INRUSH} = (200.706)(8) = 1605.64 \text{ AMP. PARA } T = 0.1 \text{ SEG.}$$

$$I \text{ NEC PRIMARIO.} = (3)(IPC) = (3)(200.706) = 602.11 \text{ AMP. CON } T = 1000 \text{ SEG.}$$

NOTAS : El calculo del transformador de alumbrado se omite basándose en la experiencia y que los contactos no funcionan todo el dia con carga al igual el alumbrado.

El termomagnético principal se eligió de 800 amp. Por un futuro ya sea de instalar otro motor para bombear sistema de 20 hp...



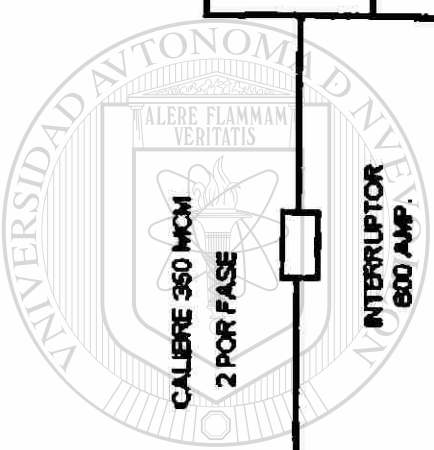
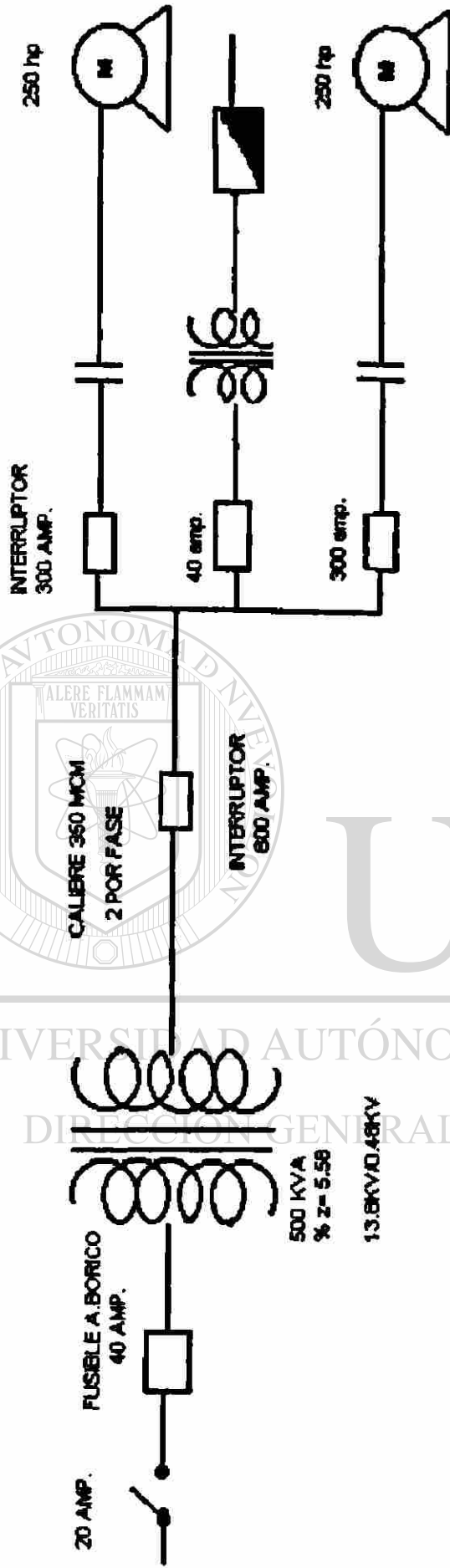
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 7.2 SUBESTACION; ESTACION #2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CALCULO #2**ESTACION DE BOMBEO #3**

REALIZAR EL ESTUDIO QUE TRANSFORMADOR DE POTENCIA ELEGIR PARA UNA CARGA DE 2 MOTORES DE 250 HP QUE SIEMPRE ESTEN FUNCIONANDO Y UNO SE QUEDA DE STOCK, ADEMÁS TOMAR EN CUENTA 30 AMP. PARA CONTACTOS Y ALUMBRADO, Y UN F.P. DE 0.94%

- A. Estudio del transformador.
- B. Selección de cable para cada motor, y el cable principal,
- C. Selección de interruptor para cada motor, y el principal.
- D. Selección de arrancador magnético.
- E. Selección de protección contra sobrecargas sostenidas.
- F. Selección de cable de alta tensión y fusibles tanto de ácido bórico como eslabón fusible.
- G. Estudio de corto circuito.
- H. Corriente magnetizante.

SOLUCION:**A.- ESTUDIO DE CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.**

HP TOTALES TRABAJANDO 500 + 30 AMP. DE ALUMBRADO

$$I_1 = \frac{(HP)(746)}{(1.73)(E)(FP)} = \frac{(500)(746)}{(1.73)(480)(0.94)} = \frac{373,000}{780.576} = 477.85 \text{ AMP.}$$

$$I_1 + I_2 = 477.85 + 30 = 507.85 \text{ AMP.}$$

$$KVA = \frac{(I)(E)(1.73)}{1000} = \frac{(507.85)(480)(1.73)}{1000} = \frac{421,718.64}{1000} = 421.7 \text{ KVA}$$

SE ELIGIO TRANSFORMADOR 500 KVA.

13.8KV/0.480KV, Z=5.58% , 65/85°C , TIPO DE ENFRIAMIENTO OA

B.- CALCULO PARA CABLE DE MOTOR Y CABLE ALIMENTADOR.

LA I DEL MOTOR ES DE 239 AMPERES.

DE LA TABLA 2.9 EL CABLE CALIBRE 4/0 TIENE LA CAPACIDAD DE CONDUCIR 260 AMP. EN TIPO DE CABLE RHW, THHW A 90°C

SE MULTIPLICA POR FACTOR DE CORRECCION A 31-35°C

$$(260)(0.96) = 250 \text{ AMP. FIGURA 2.2,2.4}$$

CABLE PUESTO A TIERRA:

$$IR = (1.25)(239) = 299 \text{ AMP.}$$

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{298}{(0.80)(0.91)} = 410.16 \text{ AMP.}$$

FT = TABLA 2.12 FA = TABLA 2.15

$$IA - IR = 410.16 - 298.6 = 115 \text{ AMP.}$$

EL CABLE DE TIERRA ES QUE RESISTA 115 AMP. CALIBRE #6

TABLA 2.5 , FIGURA 2.5

PARA EL CABLE PRINCIPAL

$$(239)(2) = 478 \text{ AMPERES.}$$

EL CALIBRE 700 MCM TIENE LA CAPACIDAD DE CONDUCIR 535 AMPERES.

AL MULTIPLICARLO POR EL FC=0.96

$$(535)(0.96) = 513.6 \text{ AMPERES}$$

O BIEN SE PUEDEN INSTALAR 2 CABLES POR FASE DE 350 MCM

PARA EL CABLE DE TIERRA

$$IR = (1.25)(478) = 597.5 \text{ AMP.}$$

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{597.5}{(0.80)(0.91)} = 820.7 \text{ AMP.}$$

$$IA - IR = 820.7 - 477.8 = 343 \text{ AMP.}$$

CALIBRE DE LA TIERRA 2/0 (TABLA 2.5 FIGURA 2.5)

C.- SELLECCION DE INTERRUPTOR DE CADA MOTOR

$$I = (239)(1.25) = 300 \text{ AMP.}$$

CATALOGO LAL36300 O SERVICIO PESADO LAL 36400 (TABLA 4.6,4.10)

$$(298)(1.25) + 298 = 671 \text{ AMP,}$$

$$671 \text{ AMP.} + 30 = 701 \text{ AMP.}$$

EL TERMOMAGNETICO PRINCIPAL A INSTALARSE CATALOGO MAL36800

TABLA 4.7, TABLA 4.10

D.-SELECCIÓN PARA ARRANCADORES MAGNETICOS.

1.- ARRANCADOR MAGNETICO SQUARED (TABLA 5.1, FIGURA 5.1)

CATALOGO SHA-2 NEMA 12 A PRUEBA DE POLVO.

2.- CATALOGO ALLEN BRADLEY (FIGURA 5.3, TABLA 5.2,5.3)

CATALOGO 100B300ND3

3.- ARRANCADOR ELECTRÓNICO (FIGURA 5.3, TABLA 5.4)

FOTOGRAFIA (5.4,5.5)

CATALOGO RVS-DV310

E.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS SOSTENIDAS.

1.- ELEMENTOS TERMICOS SQUARED B2.65 RANGO 284-310 AMP.

(TABLA 5.5)

2.- PROTECCIÓN ALLEN BRADLEY CATALOGO 193A4N6

(TABLA 5.7, 5.8)

3.- MOTOR SAVER (FIGURA 5.4) RANGO DE AJUSTE 310 AMP.

4.- EL ARRANCADOR ELECTRÓNICO SOLCON SE CALIBRA A LA CORRIENTE DESEADA.

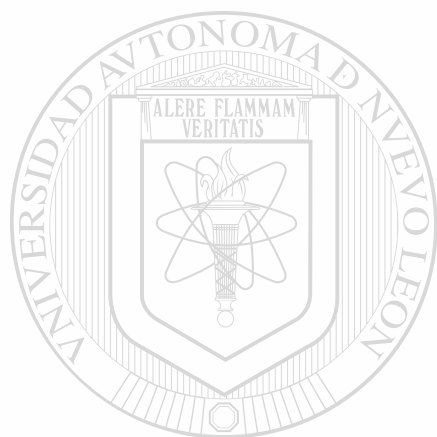
F).- CABLE DE ALTA TENSIÓN Y FUSIBLES.

$$I = \frac{(KVA)(1000)}{(1.73)(13800)} = \frac{(500)(1000)}{23874} = 20.94 \text{ AMP.}$$

CABLE TIPO EPR CALIBRE 1/0 (TABLA 2.7; FIGUA 2.7)

FUSIBLE ACIDO BORICO 40 AMP. (TABLA 3.4); (FIGUARA 3.12;3.13)

FUSIBLE ESLABON 20 AMP. TIPO K (TABLA 3.3).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

G.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR 480 VOLTS.

CALCULO DE CORRIENTES DE POTENCIA ESTACION # 3.

MVAC.C.TRIF.= 25.28

MVABASE = 100 MVA

KVA INSTALADOS = 500KVA

%Z = 5.58

VOLTS NOMINAL = 480/277 VOLTS.

$$X_S = \frac{MVABASE}{MVACCTRIF.} = \frac{100}{25.28} = 3.955$$

$$X_T = Z \left(\frac{MVABASE}{MVATRANSF.} \right) Y/O \frac{\%Z}{MVATRANSF.}$$

$$X_T = \frac{5.58}{0.50} = 11.16$$

$$X_S + X_T = 3.955 + 11.16 = 15.115$$

$$2X_S + 3X_T = (2)(3.955) + (3)(11.16) = 7.91 + 33.48 = 41.39$$

$$MVACCTRIF. = \frac{MVABASE}{X_S + X_T} = \frac{100}{15.115} = 6.615 MVA$$

$$MVACCMONOF. = \frac{300}{2X_S + 3X_T} = \frac{300}{41.39} = 7.248 MVA$$

$$ICCTRIF.480VOLTS. = 7,957 AMP.$$

$$ICCMONOF.480VOLTS = 8,718 AMP.$$

CORRIENTE INRUSH

$$IPC = \frac{KVA}{(1.73)(3)(0.480)} = \frac{500}{2.4912} = 200.76 AMP.$$

LA CAPACIDAD DE SOBRECARGA SE CALCULA

COMO: $FS = (FE)(FT)$

DONDE: FE= FACTOR ENFRIAMIENTO.

FT= FACTOR DE TEMPERATURA.

$$FE = 1$$

$$FT = 1.12 \quad \text{VER TABLA 3.10}$$

$$FT = 1.12$$

LA CATEGORÍA DEL TRANSFORMADOR.

ES DE CATEGORÍA II 500 KVA TRIFÁSICO.

CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR DELTA-ESTRELLA.

F.A. = 0.58 TABLA 3.9

$$I_1 = \frac{(IPC)(FA)}{ZT} = \frac{(200.706)(0.58)}{0.04} = \frac{116409}{0.04} = 29102 AMP.$$

T1= 2 SEG.

$$I_2 = \frac{(IP)(FA)(0.7)}{ZT} = \frac{(200.706)(0.58)(0.7)}{0.04} = \frac{81486}{0.04} = 2037.16 AMP.$$

$$I_3 = I_2$$

$$I_4 = (5)(IPC)(FA) = (5)(200.706)(0.58) = 582.04 AMP.$$

I1= 2910 AMP.

T1 = 2 SEG.

I2= 2037.16 AMP.

T2 = 4.08 SEG.

I3= 2037.16 AMP.

T3 = 6.37 SEG.

I4= 582.04 AMP.

T4 = 50 SEG.

CALCULO DE CORRIENTE MAGNETIZANTE

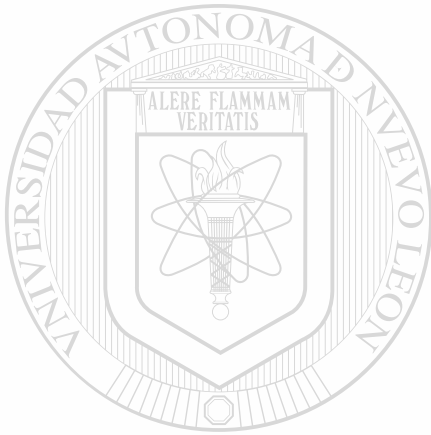
I INRUSH = (IPC)(F INRUSH)

F INRUSH = FACTOR (TABLA 3.11)

F INRUSH = 8.0

I INRUSH = (200.706)(8)= 1605.64 AMP. PARA T = 0.1 SEG.

I NEC PRIMARIO. = (3)(IPC)= (3)(200.706) = 602.11 AMP. CON T = 1000 SEG.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

REALIZAR EL ESTUDIO QUE TRANSFORMADOR DE POTENCIA ELEGIR PARA UNA CARGA DE 3 MOTORES DE 250 HP QUE SIEMPRE ESTEN FUNCIONANDO, ADEMÁS 2 MOTORES DE 500 HP, FUNCIONANDO Y UNO DE STOCK. TOMAR EN CUENTA 50 AMP. PARA CONTACTOS Y ALUMBRADO, Y UN F.P. DE 0.94%

- A. Estudio del transformador.
- B. Selección de cable para cada motor, y el cable principal,
- C. Selección de interruptor para cada motor, y el principal.
- D. Selección de arrancador magnético.
- E. Selección de protección contra sobrecargas sostenidas.
- F. Selección de cable de alta tensión y fusibles tanto de ácido bórico como eslabón fusible.
- G. Estudio de corto circuito.

A- ESTUDIO DEL TRANSFORMADOR.

HP TOTALES = 1755

$$I = \frac{(HP)(746)}{(173)(E)(FP)} = \frac{(1755)(746)}{(173)(480)(0.94)} = \frac{1309230}{780576} = 1677.2 \text{ AMP.}$$

$$I_1 + I_{\text{ALUMBRADO}} = 1677.2 + 50 = 1727.2 \text{ AMP.}$$

$$KVA = \frac{(I)(E)(173)}{1000} = \frac{(1727.2)(480)(173)}{1000} = \frac{1434266.8}{1000} = 1435 \text{ KVA}$$

SE INSTALO UN TRANSFORMADOR DE 2000 KVA ,13.8/0.48KV

Z= 6.3% , 65/85°C , TIPO DE ENFRIAMIENTO "OA".

**B.- SELECCIÓN PARA CABLE DE CADA MOTOR Y PRINCIPAL
PARA LOS MOTORES DE 250 HP.**

$$I = \frac{(HP)(746)}{(1.73)(E)(FP)} = \frac{(250)(746)}{(1.73)(480)(0.94)} = \frac{186500}{780.576} = 239 \text{ AMP.}$$

DE LA TABLA 2.9 EL CABLE CALIBRE 4/0 TIENE LA CAPACIDAD DE CONducIR 260 AMP. EN TIPO DE CABLE RHW, THHW A 90°C SE MULTIPLICA POR FACTOR DE CORRECCION A 31-35°C (260)(0.96)= 250 AMP. FIGURA 2.2,2.4

CABLE PUESTO A TIERRA:

$$IR = (1.25)(239) = 299 \text{ AMP.}$$

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{298}{(0.80)(0.91)} = 410.16 \text{ AMP.}$$

FA = TABLA 2.15

FT = TABLA 2.12

$$IA - IR = 410.16 - 298.6 = 115 \text{ AMP.}$$

EL CABLE DE TIERRA ES QUE RESISTA 115 AMP. CALIBRE #6

TABLA 2.5, FIGURA 2.5 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

PARA LOS MOTORES DE 500 HP.

$$I = \frac{(HP)(746)}{(1.73)(E)(FP)} = \frac{(500)(746)}{(1.73)(480)(0.94)} = \frac{373000}{780.576} = 478 \text{ AMP.}$$

EL CABLE SELECCIONADO ES 750 MCM O BIEN 2 CABLES POR FASE 350 MCM ESTE CABLE TIENE LA CAPACIDAD DE RESISTIR 513.6 AMP.

EL TIPO DE CABLE ES RHW, THHW A UNA TEMP. AMBIENTE DE 31-35°C VER TABLA 2.9 (535)(0.96)=513.6 AMP.

0.96 FACTOR DE CORRECCION.

CABLE DE TIERRA:

$$IR = (IMOTOR)(1.25) = (478)(1.25) = 597.5 \text{ AMP.}$$

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{597.5}{(0.80)(0.91)} = 820.74 \text{ AMP.}$$

$$IA - IR = 820.74 - 597.5 = 223 \text{ AMP.}$$

EN LA TABLA 2.15, 2.12 VIENE EL FA, FT.

EN TABLA 2.5, FIGURA 2.5 CALIBRE 1 PARA LA TIERRA.

PARA EL CABLE PRINCIPAL DE ALIMENTACION.

MOTORES DE 250 HP SON 3 = (239)(3)=717AMP.

MOTORES DE 500 HP SON 2 = (478)(2)=956 AMP.

ALUMBRADO 50 AMP.

MOTOR DE 5 HP VER (TABLA 5.9), (TABLA 4.10) = 6.94 AMP.

CABLE PARA MOTOR DE 5 HP CAL #14 AWG VER (TABLA 5.9)

TOTAL DE CORRIENTE = 717+956+50+6.94 = 1730 AMP.

EL CABLE 500 MCM TIENE LA CAPACIDAD DE CONducIR 430 AMPERES
EL FACTOR DE CORRECCION ES DE 0.96 YA QUE ESTA TOMADO A UNA
TEMP. 31-35°C VER (TABLA 2.9)

(430)(0.96)= 412.8 AMP. MULTILICANDOLO POR 5 CABLES =2064 AMP.

TODO ESTO VA SOBRE CHAROLA Y CLIMATISADO EL C.C.M.

PARA EL CABLE DE TIERRA

$$IR = (ITOTAL)(1.25) = (1730)(1.25) = 2162.5 \text{ AMP.}$$

$$IA = \frac{IR}{(FA)(FT)} = \frac{2162.5}{(0.80)(0.91)} = 2970.5 \text{ AMP.}$$

$$IA - IR = 2970.5 - 2162.5 = 808 \text{ AMP.}$$

SE INSTALO CABLE CALIBRE 500 MCM DESNUDO VER (TABLA 2.5, FIGURA 2.5).

C.- SELECCIÓN DE INTERRUPTOR DE CADA MOTOR Y EL PRINCIPAL PARA MOTORES DE 250 H.P.

$$I = (239)(1.25) = 300 \text{ AMP.}$$

CATALOGO LAL36300 SERVICIO PESADO LAL36400

(TABLA 4.6,4.10)

PARA MOTORES DE 500 H.P.

$(478)(1.25) = 597 \text{ AMP.}$ SE INSTALO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CATALOGO MAL36700 SERVICIO PESADO MAL 36800 VER (TABLA 4.7,4.10).

INTERRUPTOR PRINCIPAL :

$$(478)(1.25) = 597.5 + 478 + 298 + 298 + 298 = 1,969.5 \text{ AMP.}$$

SE INSTALO UN MASTERPACK DE 4000 AMPERES PARA INSTALACIONES FUTURAS CON CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE 65 K.A.

D.- SELECCIÓN DE ARRANCADORES :

PARA MOTORES DE 250 H.P.

1.- ARRANCADOR MAGNETICO SQUARED (TABLA 5.1, FIGURA 5.1) CATALOGO SHA-2NEMA 12 A PRUEBA DE POLVO.

2.- CATALOGO ALLEN BRADLEY (FIGURA 5.3, TABLA 5.2,5.3)

CATALOGO 100B300ND3.

3.- ARRANCADOR ELECTRÓNICO (FIGURA 5.3, TABLA 5.4)

FOTOGRAFIA (5.4,5.5). CATALOGO RVS-DV310

PARA MOTORES DE 500 H.P.

1.- ARRANCADOR MAGNETICO SQUARED TAMAÑO 7 CATALOGO JA-1 (TABLA 5.1) NEMA 12

2.-ARRANCADOR ALLEN BRADLEY CATALOGO 100B600ND3 (TABLA 5.2,5.3) (FIGURA 5.2)

3.- ARRANCADOR ELECTRÓNICO MODELO RVS-DN580 (TABLA 5.4)

(FIGURA 5.3),(FOTOGRAFIA 5.4,5.5).

E.- SELECCIÓN CONTRA SOBRE CARGAS SOSTENIDAS.

PARA MOTOR DE 250 HP

1.- ELEMENTOS TERMICOS SQUARED B2.65 RANGO 284-310 AMP.

(TABLA 5.5)

2.- PROTECCIÓN ALLEN BRADLEY CATALOGO 193A4N6

(TABLA 5.7, 5.8)

3.- MOTOR SAVER (FIGURA 5.4) RANGO DE AJUSTE 310 AMP.

4.- EL ARRANCADOR ELECTRÓNICO SOLCON SE CALIBRA A LA CORRIENTE DESEADA.

PARA MOTOR DE 500 HP.

1.- ELEMENTOS TERMICOS SQUARED B2.10 CON RANGO DE 467-522 AMP. (TABLA 5.5).

2.- EN PROTECCIÓN ALLEN BRADLEY CATALOGO 196A4R6

(TABLA 5.7, 5.8)

3.- MOTOR SAVER (FIGURA 5.4) SE CALIBRA AL AMPERAJE DESEADO.

F.- SELECCIÓN DE CABLE DE ALTA TENSION Y FUSIBLES DE ACIDO BORICO Y TIPO ESLABON FUSIBLE.

$$I = \frac{(KVA)(1000)}{(1.73)(E)} = \frac{(2000)(1000)}{(1.73)(480)} = \frac{2000000}{23874} = 83.77 \text{ AMP.}$$

CABLE TIPO EPR CALIBRE 2/0 VER (TABLA 2.7) Y (FIGURA 2.7)

FUSIBLE ESLABON TIPO "K" 100 AMP. (TABLA 3.3)

FUSIBLE DE ACIDO BORICO 160 AMP. (TABLA 3.4), (FIGURA 3.12, 3.13)

(FOTOGRAFIA 3.1).

G.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR 480 VOLTS.

CALCULO DE CORRIENTES DE POTENCIA POTRERO.

MVAC.C.TRIF.=21.20

MVA BASE = 100 MVA

KVA INSTALADOS 2000 KVA

% Z = 5.44

VOLTS NOMINAL 480/277 VOLTS.

$$X_S = \frac{MVABASE}{MVACCTRIF.} = \frac{100}{2120} = 4.716$$

$$X_T = Z \left(\frac{MVABASE}{MVATRANSF.} \right) Y/O \frac{\%Z}{MVATRANSF.}$$

$$X_T = \frac{5.44}{2.0} = 2.72$$

$$X_S + X_T = 4.716 + 2.72 = 7.436$$

$$2X_S + 3X_T = 2(4.716) + 3(2.72) = 9.432 + 8.16 = 17.592$$

$$MVAC.C.TRIF. = \frac{MVABASE}{X_S + X_T} = \frac{100}{7.436} = 13.44 MVA$$

$$MVAC.C.MONOF. = \frac{300}{2X_S + 3X_T} = \frac{300}{17.592} = 17.05 MVA$$

$$I.C.C. = TRIF.480VOLTS = 16,176 AMP.$$

$$I.C.C. = MONOF.480VOLTS = 20,512 AMP.$$

CALCULO # 4 ESTACION SAN JUAN

SE ANEXA SOLAMENTE CALCULO DE C.CIRCUITO YA QUE ES MISMA CAPACIDAD QUE CALCULO #1 DURAZNO XII.

CALCULO DE CORRIENTES DE POTENCIA SAN JUAN.

MVAC.C. TRIF.= 18.02MVA.

MVA BASE = 100 MVA

KVA INSTALADOS.= 500 KVA

%Z = 5.44

VOLTS NOMINAL 480-277 VOLTS.

$$X_S = \frac{MVABASE}{MVACCTRIF.} = \frac{100}{18.02} = 5.549$$

$$X_T = Z \left(\frac{MVABASE}{MVATRANSF.} \right) \text{Y/O} \frac{\%Z}{MVATRANSF.}$$

$$X_T = \frac{5.44}{0.50} = 10.88$$

$$X_S + X_T = 5.549 + 10.88 = 16.429$$

$$2X_S + 3X_T = 2(5.549) + 3(10.88) = 11.098 + 32.64 = 43.738$$

$$MVAC.C.TRIF. = \frac{MVABASE}{X_S + X_T} = \frac{100}{16.429} = 6.086 MVA$$

$$MVAC.C.MONOF. = \frac{300}{2X_S + 3X_T} = \frac{300}{43.738} = 6.859 MVA$$

$$I.C.C. = TRIF .480VOLTS = 7,320 AMP.$$

$$I.C.C. = MONOF .480VOLTS = 8,250 AMP.$$

CALCULO #5 ESTACION # 6 SOLAMENTE SE ANEXA CALCULO DE CORTO CIRCUITO YA QUE ES IGUAL QUE CALCULO #2 ESTACION #3.

CALCULO DE CORRIENTES DE POTENCIA ESTACION # 6.

MVA C.C.TRIF. = 19.986 MVA

MVA BASE = 100 MVA

KVA INSTALADOS = 500 KVA

%Z = 5.47

VOLTS NOMINAL 480/277 VOLTS.

$$X_S = \frac{MVABASE}{MVACCTRIF.} = \frac{100}{19.986} = 5.0035$$

$$X_T = Z \left(\frac{MVABASE}{MVATRANSF.} \right) Y/O \frac{\%Z}{MVATRANSF.}$$

$$X_T = \frac{5.47}{0.50} = 10.94$$

$$X_S + X_T = 5.0035 + 10.94 = 15.9435$$

$$2X_S + 3X_T = (2)(5.0035) + (3)(10.94) = 10.007 + 32.82 = 42.827$$

$$MVACCTRIF. = \frac{MVABASE}{X_S + X_T} = \frac{100}{15.943} = 6.272 MVA$$

$$MVACCMONOF. = \frac{300}{2X_S + 3X_T} = \frac{300}{42.82} = 7.004 MVA$$

$$ICCTRIF. 480VOLTS. = 7,544 AMP.$$

$$ICCMONOF. 480VOLTS = 8,425 AMP.$$

7.3.- Falla de corto circuito en línea 13.8 kv.sistema 3f,3h, conductor A.C.S.R. calibres No.4/0,

ZP.U./KM.TRI.= $(0.1932 + j 0.2509)$ Y ZP.U./KM.MON.= $(0.6731 + j 1.5117)$ Y No. 2, ZP.U./KM.TRI.= $(0.5517 + j 0.2778)$ Y ZP.U./KM. MON. = $(1.7483 + j 1.5933)$, VER PLANOS ELÉCTRICOS EN DIAGRAMA UNIFILAR.

TABLA 7.3 VALOR DE P.U. DE LA LINEA.

PUNTO	LÍNEA	KVA TOTAL	AMPERES TOTAL	DISTANCIA KM	P.U. TRIFÁSICO	P.U. MONOFÁSICO
1	1-2	6,500	272	0.750	$0.1449 + j 0.18817$	$0.5048 + j 1.1337$
2	2-3	5,500	230	0.400	$0.07728 + j 1.0036$	$0.2692 + j 0.60468$
3	3-4	5,000	209	0.700	$0.13524 + j 0.17963$	$0.47117 + j 1.05819$
4	4-5	4,000	167	5.900	$1.13968 + j 1.48031$	$3.97129 + j 8.9190$
5	5-8	3,500	148	2.800	$0.54098 + j 0.70252$	$1.88468 + j 4.2327$
6	6-7	2,500	104	2.250	$0.4347 + j 0.56452$	$1.5144 + j 3.4013$
7	7-8	500	21	1.800	$*0.99306 + j 0.50004$	$*0.31469 + j 0.28679$
8	7-13	2,000	83	0.500	$0.0966 + j 0.12545$	$0.33655 + j 0.75585$
9	2-9	1,000	42	0.500	$*0.27585 + j 0.1389$	$*0.06741 + j 0.07966$
10	9-10	500	21	2.300	$*1.26891 + j 0.63894$	$*0.4021 + j 0.36845$
11	6-11	1,000	42	0.200	$*0.11034 + j 0.05556$	$*0.0349 + j 0.03186$
12	11-12	500	21	1.900	$*1.04823 + j 0.52782$	$*0.33217 + j 0.30272$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FALLA TRIFÁSICA EN 13.8 K.V.**PUNTO No. 1.**

Bus de 13.8 kv.

$$0.0 + j0.6185$$

Total $0.6185 = 0.6185$ ángulo de 90° MVA C.C. TRIF. $100/0.6185 = 161.68$ MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF. = 6,764 A.**PUNTO No. 2.**

$$0.0 + J 0.6185$$

$$0.1449 + J 0.18817$$

TOTAL = $0.1449 + J 0.80667 = 0.8195$ ANG. 79° X/R = 5.56MVA C.C. TRIF. = $100/0.8195 = 122.01$ MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF. = 5,104 A**PUNTO No. 3.**

$$0.1449 + J 0.80667$$

$$0.07728 + j 0.10036$$

TOTAL = $0.22218 + j 0.90703 = 0.9338$ ANG. 76° X/R = 4.08MVA C.C. TRIF. = $100/0.9338 = 107.08$ MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF. 4,480 A.**PUNTO No. 4.**

$$0.22218 + J 0.90703$$

$$0.13524 + J 0.17563$$

TOTAL = $0.35742 + J 1.08266 = 1.14013$ ANG. 71° X/R = 3.02MVA C.C. TRIF. = $100/1.14013 = 87.70$ MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF = 3,699 A.**PUNTO No.5.**

$$0.35742 + J 1.08266$$

$$1.13988 + J 1.48031$$

TOTAL = $1.4973 + J 2.56297 = 2.9682$ ANG. 59° X/R = 1.71MVA C.C. TRIF. = $100/2.9682 = 33.68$ MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF. = 1,409 A.

PUNTO No. 6

$$1.4973 + j 2.56297$$

$$0.54096 + j 0.70252$$

$$\text{TOTAL} = 2.0382 + j 3.26549 = 3.8493 \quad \text{ANG. } 58^\circ \quad X/R = 1.602$$

$$\text{MVA C.C. TRIF.} = 100/3.8493 = 25.97 \quad \text{MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF.} = 1,086 \text{ A.}$$

PUNTO No.7

$$2.0382 + j 3.26549$$

$$0.4347 + j 0.56452$$

$$\text{TOTAL} = 2.4729 + j 3.83001 = 4.55897 \quad \text{ANG. } 57^\circ \quad X/R = 1.548$$

$$\text{MVAC.C. TRIF.} = 100/4.55897 = 21.93 \quad \text{MVAC.C. TRIF. I.C.C. TRIF.} = 918 \text{ A.}$$

PUNTO No. 8

$$2.4729 + j 3.83001$$

$$0.99306 + j 0.50004$$

$$\text{TOTAL} = 3.46596 + j 4.33005 = 5.5463 \quad \text{ANG. } 51^\circ \quad X/R = 1.24$$

$$\text{MVA C.C. TRIF.} = 100/5.5463 = 18.02 \quad \text{MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF.} = 754 \text{ A.}$$

PUNTO No. 13

$$2.4729 + j 3.83001$$

$$0.0966 + j 0.12545$$

$$\text{TOTAL} = 2.5695 + j 3.95546 = 4.7167 \quad \text{ANG. } 56^\circ \quad X/R = 1.53$$

$$\text{MVA C.C. TRIF.} = 100 / 4.7167 = 21.200 \quad \text{MVA C.C. TRIF. I.C.C. TRIF.} = 887 \text{ A.}$$

PUNTO No.9

$$0.1449 + j 0.80667$$

$$0.27585 + j 0.1389$$

$$\text{TOTAL} = 0.42075 + j 0.94557 = 1.03495 \quad \text{ANG. } 66^\circ \quad X/R = 2.247$$

$$\text{MVA C.C. TRIF.} = 100/1.03495 = 96.62 \quad \text{MVAC.C. TRIF. I.C.C. TRIF.} = 4,042 \text{ A.}$$

PUNTO No 10.

$$0.42075 + j 0.94557$$

$$1.26891 + j 0.1389$$

$$\text{Total} = 1.68966 + j 1.58451 \quad \text{ANG. } 43^\circ \quad \text{X/R} = 0.93$$

$$\text{MVAC.C. TRIF.} = 100/2.3163 = 43.17 \text{ MVAC.C. TRIF. IC.C. TRIF.} = 1,806 \text{ A.}$$

PUNTO No. 11.

$$2.0382 + J 3.26549$$

$$0.11034 + J 0.05556$$

$$\text{TOTAL} = 2.14854 + J 3.32105 \quad \text{ANG. } 57^\circ \quad \text{X/R} = 1.54$$

$$\text{MVAC.C. TRIF.} = 100/3.95545 = 25.28 \text{ MVAC.C. TRIF. IC.C. TRIF.} = 1,057 \text{ A.}$$

PUNTO No 12.

$$2.14854 + j 3.32105$$

$$1.04823 + j 0.52782$$

$$\text{TOTAL} = 3.19677 + J 3.84887 = 5.0033 \quad \text{ANG. } 50^\circ \quad \text{X/R} = 1.203$$

$$\text{MVAC.C. TRIF.} = 100/5.0033 = 19.986 \text{ MVAC.C. TRIF. IC.C. TRIF.} = 836 \text{ A.}$$

FALLA MONOFASICA EN 13.8 K.V.**PUNTO No. 1.****BUS DE 13.8K.V.**

$$0.0 + J 1.819$$

$$\text{TOTAL} = 1.819 = 1.819$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/1.819 = 164.92 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C MONOF.} = 6900 \text{ A.}$$

PUNTO No. 2.

$$0.0 + J 1.819$$

$$0.5048 + J 1.1337$$

$$\text{TOTAL} = 21.5098 + J 2.9527 = 21.7115$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/22.0591 = 13.59 \text{ MVAC.C MONOF. IC.C. MONOF.} = 578 \text{ A.}$$

PUNTO No. 3.

$$21.5098 + J 2.9$$

$$0.2692 + J 0.60468$$

$$\text{TOTAL} = 21.779 + J 3.50468$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/22.0591 = 13.59 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 568 \text{ A.}$$

PUNTO No. 4.

$$21.779 + J 3.504$$

$$0.47117 + J 0.5819$$

$$\text{TOTAL} = 22.2501 + J 4.5621 = 22.713$$

$$\text{MVA.C.C. MONOF.} = 300/23.713 = 22.713$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 552 \text{ AMP.}$$

PUNTO No.5.

$$22.2501 + J 4.5621$$

$$3.97129 + J 8.9190$$

$$\text{TOTAL} = 26.2213 + J 13.4811 = 29.483$$

$$\text{MVA C.C. MONOF.} = 300/29.483 = 10.175 \text{ MVA.C.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 425 \text{ A.}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PUNTO No. 6.

$$26.2213 + j 13.4811$$

$$1.88468 + j 4.2327$$

$$\text{TOTAL} = 28.1059 + J 17.7138 = 33.2222$$

$$\text{MVA C.C. MONOF.} = 300/33.2222 = 9.030 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 377 \text{ A.}$$

PUNTO No. 7.

$$28.1059 + j 17.7138$$

$$1.5144 + j 3.4013$$

$$\text{TOTAL} = 29.6203 + J 3.4013 = 36.3759$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/36.3759 = 8.247 \text{ MVA.C.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 345 \text{ A.}$$

PUNTO No. 8.

$$29.6203 + J 21.1151$$

$$0.31469 + J 0.28679$$

$$\text{TOTAL} = 29.9349 + J 21.4018$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} 300/36.798 = 8.152 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C.} = \text{MONOF.} = 341 \text{ A.}$$

PUNTO No. 13.

$$29.6203 + 21.1151$$

$$0.33655 + 0.75585$$

$$\text{TOTAL} = 29.9568 + J 21.8709 = 37.3847$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/37.3847 = 8.02 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 335 \text{ AMP.}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PUNTO No. 9.

$$21.5098 + J 2.9527$$

$$0.08741 + J 0.7966$$

$$\text{TOTAL} = 21.5972 + J 3.0323 = 21.809$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/21.809 = 13.75 \text{ MVA.C.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 575 \text{ A.}$$

PUNTO No. 10.

$$21.5972 + J 3.0323$$

$$0.4021 + J 0.36645$$

$$\text{TOTAL} = 21.9993 + J 3.39875 = 22.2602$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/22.2602 = 13.47 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 563 \text{ A.}$$

PUNTO No. 11.

$$28.1059 + J 17.7138$$

$$0.0349 + J 0.03186$$

$$\text{TOTAL} = 28.1408 + J 17.7456 = 33.2688$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/33.2688 = 9.017 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 377 \text{ A.}$$

PUNTO No. 12.

$$28.1408 + J 17.7456$$

$$0.33217 + J 0.30272$$

$$\text{TOTAL} = 28.4729 + 18.0483 = 33.7112$$

$$\text{MVAC.C. MONOF.} = 300/33.7112 = 8.899 \text{ MVAC.C. MONOF.}$$

$$\text{I.C.C. MONOF.} = 372 \text{ A.}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 7.4C.- COORDINACION DE PROTECCIONES 2000KVA.

TRANSFORMADOR DE POTENCIA MEDIA 2000 KVA.
 RELACION 13200/480 VOLTS. K=27.5
 CONEXION DELTA ESTRELLA SOLIDAMENTE
 ATERRIZADO.
 2.2=1.75 REFERENCIA 480 VOLTS.

100A 1000A 10000A 100000A 1000000A

2000A (10000/500)

L = 300A (1000/3.3)

S = 300A 5.3

I = 300A 12.7A

Q = 300A 300000.

(3000A / 1000000)

2000A (10000/500)

3000A (10000/3.3)

1000A 170000

2000A 340000

2000A 137,000

270 1.1 (300) = 300A

280 1.2 (300) = 300A

290 1.3 (300) = 300A

300 1.4 (300) = 300A

310 1.5 (300) = 300A

320 1.6 (300) = 300A

330 1.7 (300) = 300A

340 1.8 (300) = 300A

350 1.9 (300) = 300A

360 2.0 (300) = 300A

370 2.1 (300) = 300A

380 2.2 (300) = 300A

390 2.3 (300) = 300A

400 2.4 (300) = 300A

410 2.5 (300) = 300A

420 2.6 (300) = 300A

430 2.7 (300) = 300A

440 2.8 (300) = 300A

450 2.9 (300) = 300A

460 3.0 (300) = 300A

470 3.1 (300) = 300A

480 3.2 (300) = 300A

490 3.3 (300) = 300A

500 3.4 (300) = 300A

510 3.5 (300) = 300A

520 3.6 (300) = 300A

530 3.7 (300) = 300A

540 3.8 (300) = 300A

550 3.9 (300) = 300A

560 4.0 (300) = 300A

570 4.1 (300) = 300A

580 4.2 (300) = 300A

590 4.3 (300) = 300A

600 4.4 (300) = 300A

610 4.5 (300) = 300A

620 4.6 (300) = 300A

630 4.7 (300) = 300A

640 4.8 (300) = 300A

650 4.9 (300) = 300A

660 5.0 (300) = 300A

670 5.1 (300) = 300A

680 5.2 (300) = 300A

690 5.3 (300) = 300A

700 5.4 (300) = 300A

710 5.5 (300) = 300A

720 5.6 (300) = 300A

730 5.7 (300) = 300A

740 5.8 (300) = 300A

750 5.9 (300) = 300A

760 6.0 (300) = 300A

770 6.1 (300) = 300A

780 6.2 (300) = 300A

790 6.3 (300) = 300A

800 6.4 (300) = 300A

810 6.5 (300) = 300A

820 6.6 (300) = 300A

830 6.7 (300) = 300A

840 6.8 (300) = 300A

850 6.9 (300) = 300A

860 7.0 (300) = 300A

870 7.1 (300) = 300A

880 7.2 (300) = 300A

890 7.3 (300) = 300A

900 7.4 (300) = 300A

910 7.5 (300) = 300A

920 7.6 (300) = 300A

930 7.7 (300) = 300A

940 7.8 (300) = 300A

950 7.9 (300) = 300A

960 8.0 (300) = 300A

970 8.1 (300) = 300A

980 8.2 (300) = 300A

990 8.3 (300) = 300A

1000 8.4 (300) = 300A

1010 8.5 (300) = 300A

1020 8.6 (300) = 300A

1030 8.7 (300) = 300A

1040 8.8 (300) = 300A

1050 8.9 (300) = 300A

1060 9.0 (300) = 300A

1070 9.1 (300) = 300A

1080 9.2 (300) = 300A

1090 9.3 (300) = 300A

1100 9.4 (300) = 300A

1110 9.5 (300) = 300A

1120 9.6 (300) = 300A

1130 9.7 (300) = 300A

1140 9.8 (300) = 300A

1150 9.9 (300) = 300A

1160 10.0 (300) = 300A

1170 10.1 (300) = 300A

1180 10.2 (300) = 300A

1190 10.3 (300) = 300A

1200 10.4 (300) = 300A

1210 10.5 (300) = 300A

1220 10.6 (300) = 300A

1230 10.7 (300) = 300A

1240 10.8 (300) = 300A

1250 10.9 (300) = 300A

1260 11.0 (300) = 300A

1270 11.1 (300) = 300A

1280 11.2 (300) = 300A

1290 11.3 (300) = 300A

1300 11.4 (300) = 300A

1310 11.5 (300) = 300A

1320 11.6 (300) = 300A

1330 11.7 (300) = 300A

1340 11.8 (300) = 300A

1350 11.9 (300) = 300A

1360 12.0 (300) = 300A

1370 12.1 (300) = 300A

1380 12.2 (300) = 300A

1390 12.3 (300) = 300A

1400 12.4 (300) = 300A

1410 12.5 (300) = 300A

1420 12.6 (300) = 300A

1430 12.7 (300) = 300A

1440 12.8 (300) = 300A

1450 12.9 (300) = 300A

1460 13.0 (300) = 300A

1470 13.1 (300) = 300A

1480 13.2 (300) = 300A

1490 13.3 (300) = 300A

1500 13.4 (300) = 300A

1510 13.5 (300) = 300A

1520 13.6 (300) = 300A

1530 13.7 (300) = 300A

1540 13.8 (300) = 300A

1550 13.9 (300) = 300A

1560 14.0 (300) = 300A

1570 14.1 (300) = 300A

1580 14.2 (300) = 300A

1590 14.3 (300) = 300A

1600 14.4 (300) = 300A

1610 14.5 (300) = 300A

1620 14.6 (300) = 300A

1630 14.7 (300) = 300A

1640 14.8 (300) = 300A

1650 14.9 (300) = 300A

1660 15.0 (300) = 300A

1670 15.1 (300) = 300A

1680 15.2 (300) = 300A

1690 15.3 (300) = 300A

1700 15.4 (300) = 300A

1710 15.5 (300) = 300A

1720 15.6 (300) = 300A

1730 15.7 (300) = 300A

1740 15.8 (300) = 300A

1750 15.9 (300) = 300A

1760 16.0 (300) = 300A

1770 16.1 (300) = 300A

1780 16.2 (300) = 300A

1790 16.3 (300) = 300A

1800 16.4 (300) = 300A

1810 16.5 (300) = 300A

1820 16.6 (300) = 300A

1830 16.7 (300) = 300A

1840 16.8 (300) = 300A

1850 16.9 (300) = 300A

1860 17.0 (300) = 300A

1870 17.1 (300) = 300A

1880 17.2 (300) = 300A

1890 17.3 (300) = 300A

1900 17.4 (300) = 300A

1910 17.5 (300) = 300A

1920 17.6 (300) = 300A

1930 17.7 (300) = 300A

1940 17.8 (300) = 300A

1950 17.9 (300) = 300A

1960 18.0 (300) = 300A

1970 18.1 (300) = 300A

1980 18.2 (300) = 300A

1990 18.3 (300) = 300A

2000 18.4 (300) = 300A

2010 18.5 (300) = 300A

2020 18.6 (300) = 300A

2030 18.7 (300) = 300A

2040 18.8 (300) = 300A

2050 18.9 (300) = 300A

2060 19.0 (300) = 300A

2070 19.1 (300) = 300A

2080 19.2 (300) = 300A

2090 19.3 (300) = 300A

2100 19.4 (300) = 300A

2110 19.5 (300) = 300A

2120 19.6 (300) = 300A

2130 19.7 (300) = 300A

2140 19.8 (300) = 300A

2150 19.9 (300) = 300A

2160 20.0 (300) = 300A

2170 20.1 (300) = 300A

2180 20.2 (300) = 300A

2190 20.3 (300) = 300A

2200 20.4 (300) = 300A

2210 20.5 (300) = 300A

2220 20.6 (300) = 300A

2230 20.7 (300) = 300A

2240 20.8 (300) = 300A

2250 20.9 (300) = 300A

2260 21.0 (300) = 300A

2270 21.1 (300) = 300A

2280 21.2 (300) = 300A

2290 21.3 (300) = 300A

2300 21.4 (300) = 300A

2310 21.5 (300) = 300A

2320 21.6 (300) = 300A

2330 21.7 (300) = 300A

2340 21.8 (300) = 300A

2350 21.9 (300) = 300A

2360 22.0 (300) = 300A

2370 22.1 (300) = 300A

2380 22.2 (300) = 300A

2390 22.3 (300) = 300A

2400 22.4 (300) = 300A

2410 22.5 (300) = 300A

2420 22.6 (300) = 300A

2430 22.7 (300) = 300A

2440 22.8 (300) = 300A

2450 22.9 (300) = 300A

2460 23.0 (300) = 300A

2470 23.1 (300) = 300A

2480 23.2 (300) = 300A

2490 23.3 (300) = 300A

2500 23.4 (300) = 300A

2510 23.5 (300) = 300A

2520 23.6 (300) = 300A

2530 23.7 (300) = 300A

2540 23.8 (300) = 300A

2550 23.9 (300) = 300A

2560 24.0 (300) = 300A

2570 24.1 (300) = 300A

2580 24.2 (300) = 300A

2590 24.3 (300) = 300A

2600 24.4 (300) = 300A

2610 24.5 (300) = 300A

2620 24.6 (300) = 300A

2630 24.7 (300) = 300A

2640 24.8 (300) = 300A

2650 24.9 (300) = 300A

2660 25.0 (300) = 300A

2670 25.1 (300) = 300A

2680 25.2 (300) = 300A

2690 25.3 (300) = 300A

2700 25.4 (300) = 300A

2710 25.5 (300) = 300A

2720 25.6 (300) = 300A

2730 25.7 (300) = 300A

2740 25.8 (300) = 300A

2750 25.9 (300) = 300A

2760 26.0 (300) = 300A

2770 26.1 (300) = 300A

2780 26.2 (300) = 300A

2790 26.3 (300) = 300A

2800 26.4 (300) = 300A

2810 26.5 (300) = 300A

2820 26.6 (300) = 300A

2830 26.7 (300) = 300A

2840 26.8 (300) = 300A

2850 26.9 (300) = 300A

2860 27.0 (300) = 300A

2870 27.1 (300) = 300A

2880 27.2 (300) = 300A

2890 27.3 (300) = 300A

2900 27.4 (300) = 300A

2910 27.5 (300) = 300A

2920 27.6 (300) = 300A

2930 27.7 (300) = 300A

2940 27.8 (300) = 300A

2950 27.9 (300) = 300A

2960 28.0 (300) = 300A

2970 28.1 (300) = 300A

2980 28.2 (300) = 300A

2990 28.3 (300) = 300A

3000 28.4 (300) = 300A

3010 28.5 (300) = 300A

3020 28.6 (300) = 300A

3030 28.7 (300) = 300A

3040 28.8 (300) = 300A

3050 28.9 (300) = 300A

3060 29.0 (300) = 300A

3070 29.1 (300) = 300A

3080 29.2 (300) = 300A

3090 29.3 (300) = 300A

3100 29.4 (300) = 300A

3110 29.5 (300) = 300A

3120 29.6 (300) = 300A

3130 29.7 (300) = 300A

3140 29.8 (300) = 300A

3150 29.9 (300) = 300A

3160 30.0 (300) = 300A

3170 30.1 (300) = 300A

3180 30.2 (300) = 300A

3190 30.3 (300) = 300A

3200 30.4 (300) = 300A

3210 30.5 (300) = 300A

3220 30.6 (300) = 300A

3230 30.7 (300) = 300A

3240 30.8 (300) = 300A

3250 30.9 (300) = 300A

3260 31.0 (300) = 300A

3270 31.1 (300) = 300A

3280 31.2 (300) = 300A

3290 31.3 (300) = 300A

3300 31.4 (300) = 300A

3310 31.5 (300) = 300A

3320 31.6 (300) = 300A

3330 31.7 (300) = 300A

3340 31.8 (300) = 300A

3350 31.9 (300) = 300A

3360 32.0 (300) = 300A

3370 32.1 (300) = 300A

3380 32.2 (300) = 300A

3390 32.3 (300) = 300A

3400 32.4 (300) = 300A

3410 32.5 (300) = 300A

3420 32.6 (300) = 300A

3430 32.7 (300) = 300A

3440 32.8 (300) = 300A

3450 32.9 (300) = 300A

3460 33.0 (300) = 300A

3470 33.1 (300) = 300A

3480 33.2 (300) = 300A

3490 33.3 (300) = 300A

3500 33.4 (300) = 300A

3510 33.5 (300) = 300A

3520 33.6 (300) = 300A

3530 33.7 (300) = 300A

3540 33.8 (300) = 300A

3550 33.9 (300) = 300A

3560 34.0 (300) = 300A

3570 34.1 (300) = 300A

3580 34.2 (300) = 300A

3590 34.3 (300) = 300A

3600 34.4 (300) = 300A

3610 34.5 (300) = 300A

3620 34.6 (300) = 300A

3630 34.7 (300) = 300A

3640 34.8 (300) = 300A

3650 34.9 (300) = 300A

3660 35.0 (300) = 300A

3670 35.1 (300) = 300A

3680 35.2 (300) = 300A

3690 35.3 (300) = 300A

3700 35.4 (300) = 300A

3710 35.5 (300) = 300A

3720 35.6 (300) = 300A

3730 35.7 (300) = 300A

3740 35.8 (300) = 300A

3750 35.9 (300) = 300A

3760 36.0 (300) = 300A

3770 36.1 (300) = 300A

3780 36.2 (300) = 300A

3790 36.3 (300) = 300A

3800 36.4 (300) = 300A

3810 36.5 (300) = 300A

3820 36.6 (300) = 300A

3830 36.7 (300) = 300A

3840 36.8 (300) = 300A

3850 36.9 (300) = 300A

3860 37.0 (300) = 300A

3870 37.1 (300) = 300A

3880 37.2 (300) = 300A

3890 37.3 (300) = 300A

3900 37.4 (300) = 300A

3910 37.5 (300) = 300A

3920 37.6 (300) = 300A

3930 37.7 (300) = 300A

3940 37.8 (300) = 300A

3950 37.9 (300) = 300A

3960 38.0 (300) = 300A

3970 38.1 (300) = 300A

3980 38.2 (300) = 300A

3990 38.3 (300) = 300A

4000 38.4 (300) = 300A

4010 38.5 (300) = 300A

4020 38.6 (300) = 300A

4030 38.7 (300) = 300A

4040 38.8 (300) = 300A

4050 38.9 (300) = 300A

4060 39.0 (300) = 300A

4070 39.1 (300) = 300A

4080 39.2 (300) = 300A

4090 39.3 (300) = 300A

4100 39.4 (300) = 300A

4110 39.5 (300) = 300A

4120 39.6 (300) = 300A

4130 39.7 (300) = 300A

4140 39.8 (300) = 300A

4150 39.9 (300) = 300A

4160 40.0 (300) = 300A

4170 40.1 (300) = 300A

4180 40.2 (300) = 300A

4190 40.3 (300) = 300A

4200 40.4 (300) = 300A

4210 40.5 (300) = 300A

4220 40.6 (300) = 300A

4230 40.7 (300) = 300A

4240 40.8 (300) = 300A

4250 40.9 (300) = 300A

4260 41.0 (300) = 300A

4270 41.1 (300) = 300A

4280 41.2 (300) = 300A

4290 41.3 (300) = 300A

4300 41.4 (300) = 300A

4310 41.5 (300) = 300A

4320 41.6 (300) = 300A

4330 41.7 (300) = 300A

4340 41.8 (300) = 300A

4350 41.9 (300) = 300A

4360 42.0 (300) = 300A

4370 42.1 (300) = 300A

4380 42.2 (300) = 300A

4390 42.3 (300) = 300A

4400 42.4 (300) = 300A

4410 42.5 (300) = 300A

4420 42.6 (300) = 300A

4430 42.7 (300) = 300A

4440 42.8 (300) = 300A

4450 42.9 (300) = 300A

4460 43.0 (300) = 300A

4470 43.1 (300) = 300A

4480 43.2 (300) = 300A

4490 43.3 (300) = 300A

4500 43.4 (300) = 300A

4510 43.5 (300) = 300A

4520 43.6 (300) = 300A

4530 43.7 (300) = 300A

4540 4

FIGURA 7.1d: COORDINACIÓN

4120.- DICALI - ALUMBRADO

II TIENE UN NIVEL DE REFERENCIA MEDIO

Enchufe. 110/220V.

Relación. 13200/420V. $K = 27.5$

CONEXIÓN DELTA (Δ) / ESTRELLA SOLAMENTE SENSIBLES. (Y)

$\phi/L = 4.5$ S.O. REFERENCIAS A 480 Volts.

X100

debe

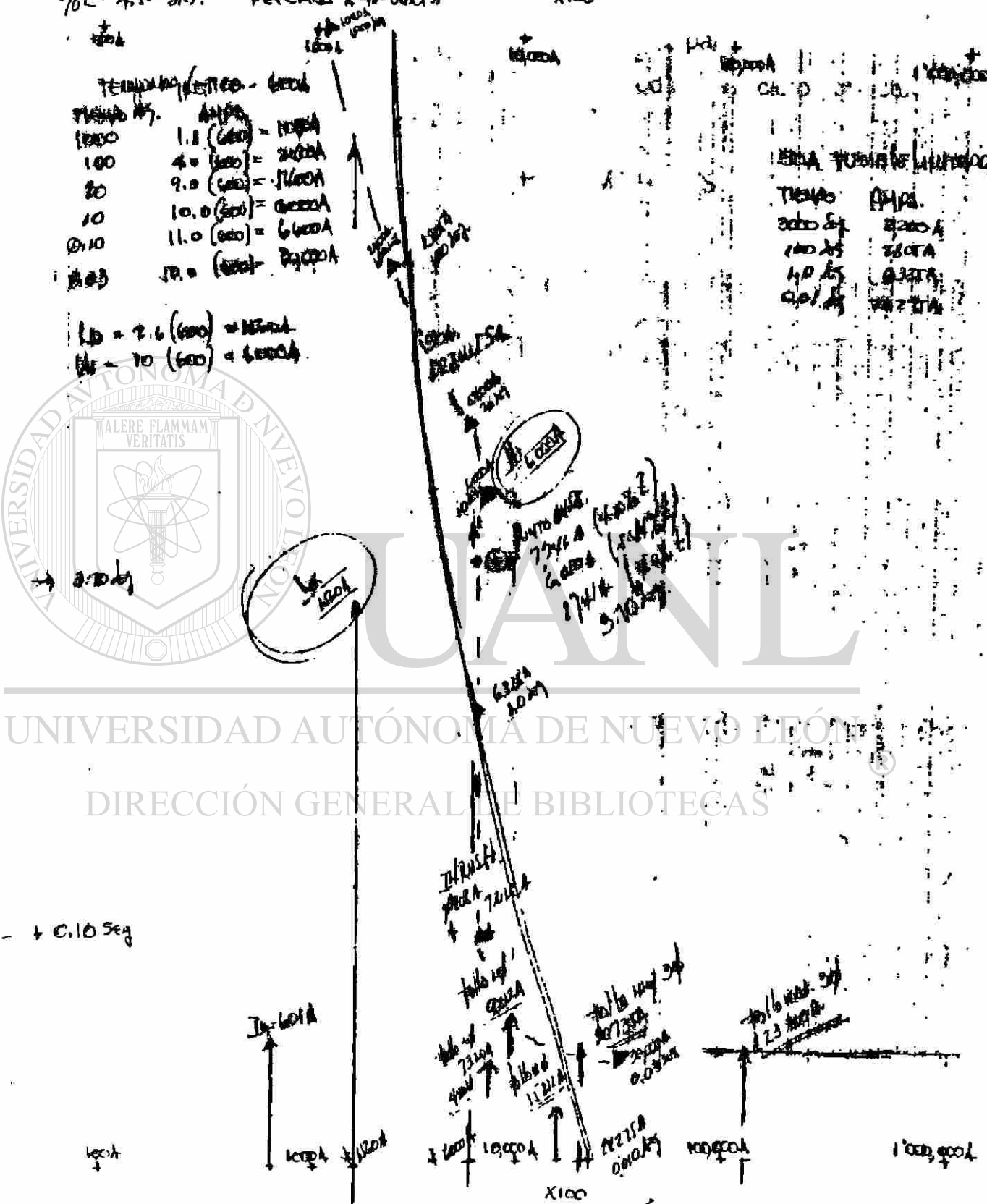
TEORÍA DE LOS CABLES - CABLES

TIEMPO (ms)	AMPERE	NOTA
1000	1.8 (600)	1000A
100	4.0 (600)	2000A
30	9.0 (600)	4500A
10	10.0 (600)	6000A
0.10	11.0 (600)	6000A
0.03	12.0 (600)	24000A

$L_D = 2.6 (600) = 1560A$
 $L_R = 10 (600) = 6000A$

Tabla de datos de cable

TIEMPO	AMPERE
1000 ms	2200 A
100 ms	2800 A
10 ms	4300 A
0.1 ms	4700 A

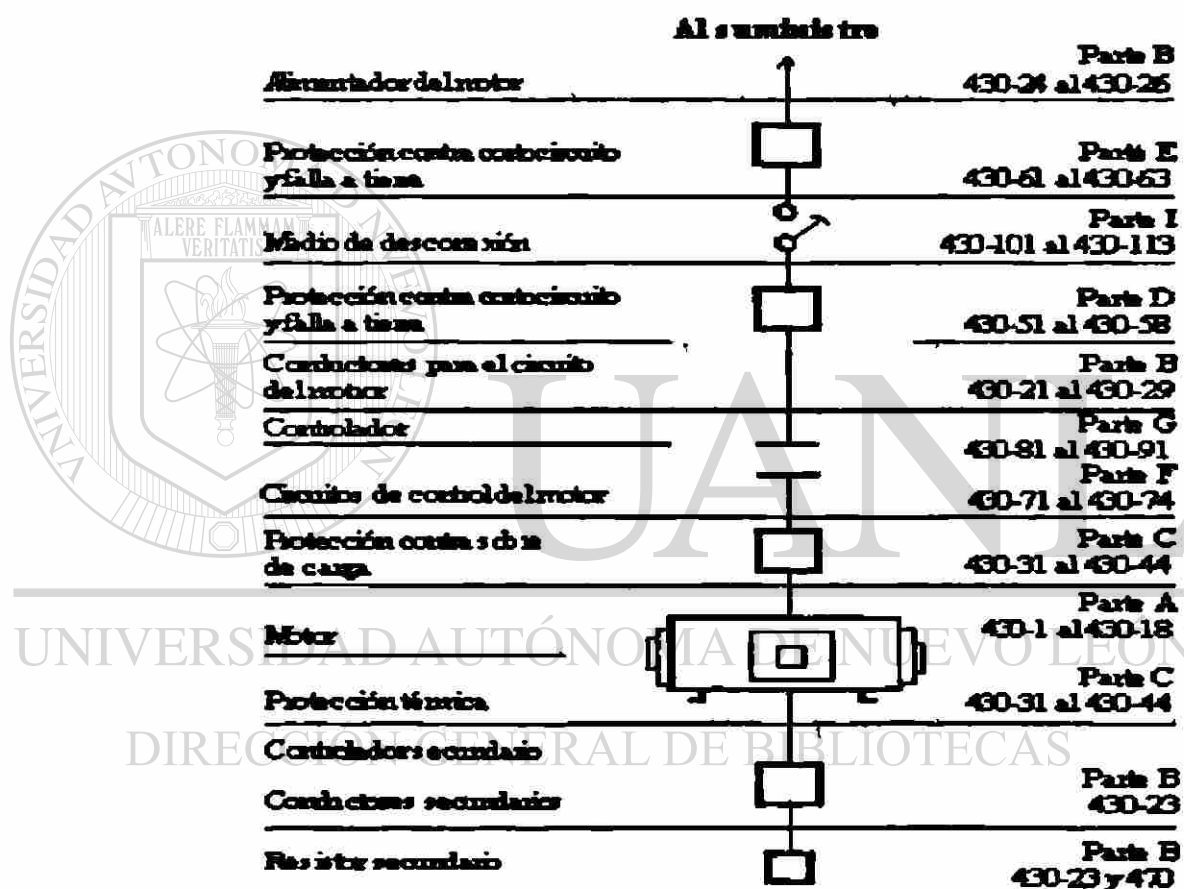


- + C.10 Seg

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.4.- Protección de los equipos por falla a tierra. Se debe proteger a los equipos contra fallas a tierra de acuerdo con lo establecido en 230-95 para instalaciones eléctricas sólidamente conectadas a tierra y en estrella, de más de 150 V a tierra pero que no superen 600 V entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio de desconexión a la red del edificio o estructura que sea de 1000 A nominales o más.

FIGURA 7.5 NORMAS PARA MOTORES



430-52. Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor

a) General. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

b) Todos los motores. La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) Debe usarse un dispositivo de protección, con un rango o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

Excepción 1: Cuando los valores determinados por la Tabla 430-152 para los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla de tierra no correspondan a los tamaños o capacidades nominales de los fusibles, interruptores automáticos no-ajustables o dispositivos térmicos de protección, o posibles ajustes de interruptores automáticos, se permite el tamaño, capacidad o ajuste inmediato superior.

Excepción 2: Cuando los valores especificados por la Tabla 430-152 no son suficientes para la corriente eléctrica de arranque de motor.

a. La capacidad nominal de un fusible del tipo sin retardo y no-mayor de 600 A puede aumentarse, pero en ningún caso debe exceder 400% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b. La capacidad nominal de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder de 225% de la corriente eléctrica a plena carga.

c. El ajuste de un interruptor automático de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso debe excederse (1) 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de 100 A o menos, o (2) 300% para corriente eléctrica a plena carga de 100 A o mayor.

d. La capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 A puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder el 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

NOTA: Véase 240-6 para capacidades nominales de fusibles o interruptores automáticos.

2) Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección de un circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra esté indicada en una tabla de protecciones contra sobrecarga de un fabricante, para ser usada con un controlador de motor o esté marcada en el equipo, estos valores de capacidad no deben ser excedidos, aun cuando sean permitidos mayores valores en las disposiciones anteriores.

3) Sólo se permite utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor, y si el valor de disparo se ajusta para que no supere lo especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente eléctrica supere 1300% de la nominal a plena carga. Se permite usar un dispositivo de protección contra cortocircuitos del motor en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 430-152, si forma parte de una combinación protector-controlador aprobada y listada, que tenga en cada conductor activo, protección coordinada contra sobrecarga del motor, protección contra falla a tierra y contra cortocircuito y si va a operar a no-más de 1300% de la corriente eléctrica del motor a carga plena. Un interruptor automático de disparo instantáneo o fusible protector de motor debe usarse sólo como parte de un controlador tipo de combinación que provea protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.

NOTA: Para los fines de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio para permitir la corriente transitoria del motor, para evitar los inconvenientes del disparo del interruptor automático.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor

a) General. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

b) Todos los motores. La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.

430-63. Capacidad o ajuste - Cargas de fuerza y alumbrado.

Cuando un alimentador suministra energía a cargas de motores y además a cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección del alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficientes para soportar las cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, determinada de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210 y 220, más, para el caso de un solo motor, la capacidad permitida en 430-52 y para dos o más motores, la capacidad permitida en 430-62.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

H. Centros de control de motores (CCM)

430-92. Disposiciones generales. La Parte H se refiere a los centros de control de motores (CCM) instalados para controlar motores, sistemas de alumbrado y alimentadores a otros dispositivos eléctricos.

Un CCM es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que están formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los CCM deben contar con una protección de sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, basado en la capacidad total de las barras comunes de alimentación a todas las secciones. Esta protección se debe proveer ya sea por: (1) un dispositivo de protección localizado fuera del CCM en el punto de suministro, o (2) un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado dentro del CCM.

Tabla 430 – 150 Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V, y 550 V hasta 600 V.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)						Motor sincrónico, con factor de potencia unitario (A)				
		V										
		115	200	208	230	460	575	230 0	230	460	575	230 0
0,3 73	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,5 60	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,7 46	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,1 19	1-1/2	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,4 9	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,2 3	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,7 3	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,6 6,4	7-1/2		25,3	24,2	22	11	9					
6	10		32,2	30,8	28	14	11					
11, 19	15		48,3	46,2	42	21	17					
14, 92	20		62,1	59,4	54	27	22					
18, 65	25		78,2	74,8	68	34	27	53	26	21		
22, 38	30		92	88	80	40	32	63	32	26		
29, 84	40		120	114	104	52	41	83	41	33		
37, 3	50		150	143	130	65	52	104	52	42		
44, 76	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
55, 95	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
74, 60	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93, 25	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
119	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
,9	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40

149 ,2												
186 ,5 223 ,8 261 ,1	250 300 350					302 361 414	242 289 336	60 72 83				
298 ,4 335 ,7 373	400 450 500					477 515 590	382 412 472	95 103 118				

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25 respectivamente.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 430 – 152. Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1100	250
Diseño E				
Motores síncronos +	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

*Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no-ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

**Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc. que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor a 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo:

Transformador: La palabra "transformador" se entiende como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado por una sola placa de datos a menos que se identifique de otra forma en este Artículo.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir con lo indicado en (a), (b) o (c) descritos a continuación. Se permite que el dispositivo de protección en el secundario con-sista de no más de seis interruptores automáticos o no más de seis juegos de fusibles agrupados en un solo lugar. Cuando se usen varios dispositivos contra sobrecorriente, el valor total de todas las capacidades o

ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se instalan tanto interruptores automáticos como fusibles, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para fusibles. Como se usa en esta Sección, la palabra "transformador" significa un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que operen como una unidad.

NOTA 1: Véanse 240-3, 240-21, 240-100 para la protección contra sobrecorriente de los conductores.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden incrementar la temperatura en el transformador, sin que su protección de sobrecorriente opere.

a) Transformadores de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

1) Primario y secundario. Cada transformador de más de 600 V nominales debe tener dispositivos de protección para el primario y para el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no-más de los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(1). Los fusibles que actúen electrónicamente y que puedan ajustarse para abrir con una corriente eléctrica específica, deben ajustarse de acuerdo con el valor de ajuste para los interruptores automáticos.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no corresponda a la capacidad o ajuste normalizado, se permite usar el valor o ajuste normalizado próximo más alto.

Excepción 2: Como se especifica en (a) (2) a continuación.

Tabla 450 – 3 (a)(1). Transformadores de más de 600V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600V			Más de 600V		600V ó menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no Más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%

2) Instalaciones supervisadas. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado proporcionará servicio y controlará la instalación del transformador, se permite que la protección de sobrecorriente sea como se especifica en (a)(2)a.

a. Primario. Cada transformador de más de 600 V nominales debe estar protegido por un dispositivo individual de sobrecorriente en el lado del primario. Cuando se usen fusibles, su corriente eléctrica nominal continua no debe exceder 250% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usen interruptores automáticos o fusibles con actuadores electrónicos, deben ajustarse a no-más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no correspondan a la capacidad o ajuste normalizado, se permite la capacidad o ajuste normalizado próximo superior.

Excepción 2: No se requiere un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción 3: Como se indica en (a) (2) b siguientes.

b. Primario y secundario. Un transformador con tensión eléctrica nominal mayor a 600 V, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste para abrir no-mayor que los valores indicados en la Tabla 450-3(a)(2)b, o un transformador equipado con una protección térmica coordinada contra sobrecarga proporcionada por el fabricante, no requiere tener un dispositivo de sobrecorriente individual en la conexión del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador tenga la capacidad o esté calibrado para abrir a un valor de corriente eléctrica no-mayor a los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(2)b.

Tabla 450 – 3 (a)(2)(b). Transformadores de más de 600V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600V			Más de 600V	600V ó menos	
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más de 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Más de 6% y no Más de 10%	400%	300%	250%	225%	250%

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 INTRODUCCION.

Este trabajo sobre la coordinación de protecciones en sistemas eléctricos representa los temas fundamentales y abarca los principios generales de las diferentes protecciones, su principal objetivo es exponer en forma clara y simplificada los conceptos fundamentales.

Los temas se presentan en forma clara y comprensible, dé tal manera que lo puede utilizar gente familiarizada con el área de protecciones, cómo gente que inicie su estudio en esta área así mismo, estudiantes de licenciatura y post – grado.

La coordinación entre los dispositivos de sobrecorriente que aparecen en las instalaciones eléctricas industriales es esencialmente un conjunto de consideraciones y técnicas que hacen énfasis en la coordinación de los dispositivos de protección representados por las curvas tiempo-corriente de cables, interruptores, fusibles, y relevadores que se aplican en la protección de transformadores, motores y cables de potencia. Los requerimientos para el estudio son:

- Datos de carga ya sean en Kw. , Corriente, o hp a instalarse
- Datos de los transformadores, voltaje en primario, voltaje en secundario, impedancia, tipo de enfriamiento, y sobrecarga admisible.
- Datos de los motores, potencia en hp, o Kw. , Corriente a plena carga, factor de servicio tipo de arranque.
- Datos de los interruptores en baja y alta tensión (termomagnéticos y electromagnéticos), tipo y marca, marco, capacidad interruptiva nominal, tensión nominal, rango de ajuste tiempo largo y corto, rango de ajuste instantáneo y de falla a tierra.
- Datos de los relevadores de sobrecorriente, tipo y fabricante, rango de ajuste del tap (corriente), rango de ajuste instantáneo.
- Datos de los fusibles, tensión nominal, capacidad nominal, tipo y fabricante, curvas de corriente de corto circuito.
- Datos de los conductores, amperacidad, tipo de aislamiento, número de conductores de fase, indicar si va al aire libre o en canalización.

8.2 Recomendaciones.

En los capítulos anteriores se ven tablas prácticas para la selección adecuada de los equipos a proteger y sus respectivas gráficas para hacer en un papel LOG-LOG sus correspondientes curvas de disparo de cada elemento de cable, de fusibles, de interruptores, y de los relevadores electromecánicos. Cabe señalar que en instalaciones de motores eléctricos se usa una tabla usando arrancadores squared y allen bradley además se muestran arrancadores electrónicos en su mayoría se obtiene por los últimos dos ya que el tiempo de respuesta de una protección de sobrecorriente para contactor allen bradley tiene la cualidad falla de fase y tiempo de respuesta contra atascos o sobrecorriente de 0.4 seg. a 2 seg. Y en los arrancadores electrónicos usados para motores de gran capacidad tiene la ventaja de programar la corriente de arranque así como el tipo de curva de arranque, y el tiempo de respuesta de una falla a tierra o de rotor bloqueado ya que es casi

instantánea 0.1 a 0.3 seg. El tiempo de respuesta, sin dejar atrás a la protección MOTOR SAVER en el cual té despliega en grafica corrientes kw. FP. , Y amplios rangos de fallas; todo lo mostrado es dependiendo el presupuesto en cada industria pero acordémonos que la ventaja de los arrancadores electrónicos es no usan contactores como la tensión reducida y que ahorran energía al programarlos el tiempo de arranque ya que eliminan la cresta en la curva de arranque.

Es de gran importancia para el ingeniero electricista seleccionar lo adecuado y que este bien protegido tus instalaciones ya que una coordinación selectiva adecuada es de gran ayuda y menos perdidas de producción

8.3 CONCLUSIONES.

Se ha mencionado antes que la función de los dispositivos de protección es la detección de las condiciones de falla y aislamiento del problema, tan rápido como sea posible. La aplicación correcta de estos dispositivos de protección depende de varios factores que involucran estudios y experiencia en la protección de sistemas.

Un sistema eléctrico potencia industrial ideal, debe ser un sistema selectivo. Para cumplir con el requisito de ser selectivo los dispositivos de protección de ser dimensionados y coordinados con otros de tal manera que, opera primero solo el dispositivo de protección que se encuentre más cercano a la falla; si por alguna razón no funciona, entonces debe operar el siguiente; viendo el arreglo de la fuente hacia la falla y así sucesivamente.

Para lograr una operación selectiva; se debe tener cuidado en seleccionar los dispositivos de protección con las características interruptivas apropiadas y el conocimiento de sus curvas tiempo – corriente.

El proceso de coordinación de protecciones se inicia con la elaboración de un diagrama unifilar del sistema por coordinar, en este se deben indicar los datos principales de los equipos, como son: niveles de voltaje en cada barra, potencia e impedancia de los transformadores de potencia longitud y calibre de los conductores, potencia y voltaje de motores, localización y potencia de centros de control de motores, datos generales de los transformadores de corriente y de potencial.

El estudio de corto circuito representa un punto de partida para la coordinación de protecciones, y para este estudio se debe de disponer del diagrama unifilar para la elaboración de diagrama de impedancia. Se debe disponer de las curvas tiempo – corriente para cada uno de los dispositivos de protección.

En los que intervienen (fusibles, relevadores, interruptores, etc.) estos datos son los que directamente se ven en el estudio.

Algunas limitantes para el proceso de coordinación de protecciones son:

- Las corrientes de arranque de los motores eléctricos.
- Las corrientes de carga.
- Los límites térmicos de los equipos.
- Las curvas de daño de transformadores.

Grado de protección requerida en sistemas industriales.

Para cada circuito se debe estudiar la protección requerida según la norma **NOM-0001-SEMP** y/o el **NEC/ANSI**, o las requeridas por las características de la carga alimentada, como son:

- La curva ANSI para transformadores.
- La corriente de magnetización de los transformadores.
- La curva de daño de los conductores de fuerza.
- La curva o perfil de la operación normal de cada motor.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- H. Altuve Ferrer. Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia. CENASE CFE. 1ª Edición 1992.
- 2.- Donal Beeman Industrial Power Systems. Handbook MC Graw – Hill Company Inc. New York 1955.
- 3.- Gilberto Enríquez Harper. Fundamentos de Protección en Sistemas Eléctricos por Relevadores. LIMUSA 1ª Edición 1981.
- 4.- C. Russell Mason. El Arte y la Ciencia de la Protección por Relevadores. CECSA. Decimosegunda Impresión. Noviembre 1986.
- 5.- Código Nacional Eléctrico (N.E.C.) 1996.
- 6.- Manual allen bradley industrial Septiembre 1998.
- 7.- Manual arrancador solcon Noviembre 2000.
- 8.- Manual Cables Viakon Conductores Monterrey Noviembre 1998.
- 9.- Manual de Fusibles Limitadores de Corriente Drivisa, y Wittjohann. Septiembre 1988.
- 10.- Manual de Fusibles Littelfuse 1999.
- 11.- Manual de Interruptores Bticino Enero 1998.
- 12.- Manual de Motor Saver Enero 2000
- 13.- Manual de Squared # 17,19,23. 1987
- 14.- Norma Oficial Mexicana. NOM-001-SEMP-1999.
- 15.- <http://www.deusa.com.mx/productos.htm>
- 16.- <http://www.cambre.com.ar/manual>

LISTADO DE TABLAS

CAPITULO 2 TIPOS DE CABLES ELÉCTRICOS Y DESCRIPCIÓN DE USOS.

TABLA 2.1. – Cable de alta densidad tipo THW/THHW.	16
TABLA 2.2. – Cable RHW/RHH XLPE.....	17
TABLA 2.3. – Alambres tipo intemperie.....	26
TABLA 2.4. – Alambres y cables XHHW.....	27
TABLA 2.5. – Cable de cobre desnudo.....	28
TABLA 2.6. – Cable de aluminio desnudo con alma de acero.....	29
TABLA 2.7. – Cable de alta tensión tipo EPR. De 5-35kv.....	30
TABLA 2.8. – Selección de tablas para conductores.....	31
TABLA 2.9. – Capacidad de corriente en amperes para conductores.....	32
TABLA 2.10. – Capacidad de corriente en amperes a; cables monoconductores.....	33
TABLA 2.11. - Factores de caída de tensión.....	34
TABLA 2.12. - Factores de corrección por temperatura ambiente.....	35
TABLA 2.13. - Factores de corrección por temperatura ambiente en ductos subterráneos.....	35
TABLA 2.14. - Cables instalados en aire.....	35
TABLA 2.15. - Factores de agrupamiento para cables en tubería conduit.....	35
TABLA 2.16. - Datos del conductor.....	36
TABLA 2.17. - Multiplicador de conductor para temperaturas mayores a 30°.....	36

CAPITULO 3 ESTUDIO DE PROTECCIONES POR MEDIO DE FUSIBLES.

TABLA 3.1. - Fusibles	61
TABLA 3.2. - Rangos de interrupción de los fusibles.....	72
TABLA 3.3. - Capacidad de corriente continua de EEI-NEMA para Elementos fusibles.....	75
TABLA 3.4. - Selección fusible drivisa.....	77

TABLA 3.5. - Limites NEC.....	84
TABLA 3.6. - Categoría de los transformadores.....	85
TABLA 3.7. - Puntos de la curva ANSI.....	86
TABLA 3.8. - Impedancias mínimas.....	87
TABLA 3.9. - Factor ANSI.....	87
TABLA 3.10.- Capacidad de sobrecarga.....	87
TABLA 3.11. – Múltiplos de corriente de magnetización.....	88

CAPITULO 4.- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS.

TABLA 4.1. - Selección de fusibles para motores.....	92
TABLA 4.2. - Selección de fusibles para motores.....	93
TABLA 4.3. - Lógica de asignación de numero de catalogo.....	111
TABLA 4.4. - Interruptor termomagnético tipo FA.....	112
TABLA 4.5. - Interruptor termomagnético tipo KA.....	114
TABLA 4.6. - Interruptor termomagnético tipo LA.....	116
TABLA 4.7. - Interruptor termomagnético tipo MA.....	118
TABLA 4.8. - Interruptor termomagnético tipo PA.....	120
TABLA 4.9. - Interruptor termomagnético de disparo magnético Instantáneo.....	122
TABLA 4.10. – Selección de protecciones para motores incluyendo Fusible; termomagnético; cable y tubería.....	124

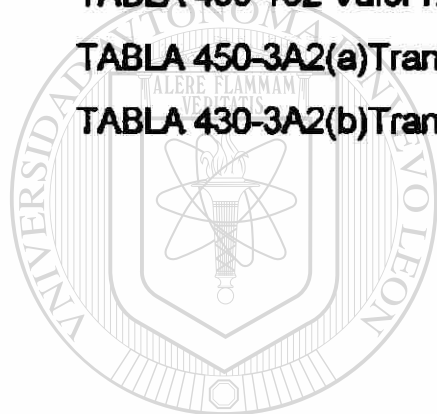
CAPITULO.- 5 PROTECCIONES A MOTORES.

TABLA 5.1. - Selección de elementos térmicos para arrancador SquareD.....	134
TABLA 5.2. - Arrancador magnéticos squareD clase 8536.....	135
TABLA 5.3. - Selección de elementos térmicos.....	136
TABLA 5.4. - Selección de arrancador allen bradley.....	137
TABLA 5.5. - Selección de bobina de el arrancador	140

TABLA 5.7. - Rele de sobrecarga con reset automático y manual.....	142
TABLA 5.8. - Clasificación de arrancador Solcon	143
TABLA 5.9. - Selección de protección de motores varios arrancadores.....	144

CAPITULO 7 ANALISIS DE COORDINACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRICO

TABLA 7.1. - Valores de los conductos vías.....	193
TABLA 7.2. - Capacidades de corriente disponible de corto circuito en varias capacidades de transformadores.....	194
TABLA 7.3. - Valores en p.u. en la línea.....	219
TABLA 430-150 Corriente electrica a plena carga de motores trifasicos.....	234
TABLA 430-152 Valor nominal de ajuste para protección contra c.circuito...	237
TABLA 450-3A2(a)Transformadores mas de 600 volts	239
TABLA 430-3A2(b)Transformadores mas de 600 volts supervisados.....	240



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTADO DE FIGURAS

CAPITULO 2.- TIPOS DE CABLES ELÉCTRICOS Y DESCRIPCIÓN DE USOS

FIGURA 2.1. – Alambres y cable tipo THW/THHW.....	6
FIGURA 2.2. - Cable tipo RHW/RHH;XLPE.....	8
FIGURA 2.3. - Alambre y cable tipo intemperie.....	9
FIGURA 2.4. - Alambre y cable tipo XHHW.....	10
FIGURA 2.5. - Cable desnudo de cobre.....	11
FIGURA 2.6. - Cable de aluminio desnudo	12
FIGURA 2.7. - Cables de media tensión tipo EPR de 5-35 kv.....	14
FIGURA 2.8. - Estructura de un conductor.....	19
FIGURA 2.9. - Tipos de cable.....	20
FIGURA 2.10.- Configuración del campo próximo del conductor.....	23
FIGURA 2.11.- Corriente máxima de corto circuito para conductores de cobre.....	25

CAPITULO 3.- ESTUDIO DE PROTECCIONES POR MEDIO DE FUSIBLES.

FIGURA 3.1. - Curva típica para fusible con tiempo.....	50
FIGURA 3.2. - Grafica comparativa entre fusibles.....	51
FIGURA 3.3. - Efecto de limite de corriente de fusibles.....	52
FIGURA 3.4. - Características de pico de corriente.....	53
FIGURA 3.5. - Características de pico de corriente para fusibles RK1.....	55
FIGURA 3.6. - Coordinación entre fusibles.....	56
FIGURA 3.7. - Coordinación de fusibles limitador de corriente.....	57
FIGURA 3.8. - Sistema selecto de protecciones.....	58
FIGURA 3.9. - Grafica de C.C.M. 800 Amperes.....	65
FIGURA 3.10.- Aplicación de fusibles para aplicación de circuitos Con interruptores.....	66
FIGURA 3.11.- Protección de un motor eléctrico.....	68
FIGURA 3.12.- Observación de un fusible ácido bórico.....	78

FIGURA 3.13.- Observación de un fusible ácido bórico.....	78
FIGURA 3.14.- Grafica de corriente.....	79
FIGURA 3.15.- Grafica de corriente.....	80
FIGURA 3.16.- Curva de máxima capacidad ANSI.....	85

CAPITULO 4.- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS.

FIGURA 4.1. - Interruptor termomagnetico bticino.....	108
FIGURA 4.2. - Interruptor termomagnetico bticino visto por dentro.....	109
FIGURA 4.3. - Partes de un interruptor bticino	110
FIGURA 4.4. - Curva de disparo de interruptor termomagnetico FA.....	113
FIGURA 4.5. - Curva de disparo de interruptor termomagnetico KA.....	115
FIGURA 4.6. - Curva de disparo de interruptor termomagnetico LA.....	117
FIGURA 4.7. - Curva de disparo de interruptor termomagnetico MA.....	119
FIGURA 4.8. - Curva de disparo de interruptor termomagnetico PA.....	121
FIGURA 4.9. - Curva de disparo de interruptor magnetico instantáneo.....	123

CAPITULO 5.- PROTECCIÓN A MOTORES.

FIGURA 5.1. - Arrancador a tensión completa squareeD.....	132
FIGURA 5.2. - Diversos tipos de contactores allen bradley.....	133
FIGURA 5.3. - Arrancador de estado sólido Solcon.....	136
FIGURA 5.4. - Protección por medio de MOTOR SAVER.....	145

CAPÍTULO 6.- PROTECCIÓN A TRANSFORMADORES DE POTENCIA POR MEDIO DE RELEVADORES.

FIGURA 6.1.- Limites de sobrecarga.....	151
FIGURA 6.2. - Diagrama de flujo de sistema de protección.....	153
FIGURA 6.3. - Lógica de un esquema de protección elemental.....	155
FIGURA 6.4. - Esquema de un transformador de corriente.....	156

FIGURA 6.5. - Sistema típico y su zona de protección.....	161
FIGURA 6.6. - Conexiones típicas de C.A. de reles protectores.....	164
FIGURA 6.7. - Circuito típico de control de disparo.....	165
FIGURA 6.8. - Rele de tipo de apertura del circuito.....	166
FIGURA 6.9. - Esquema de un circuito de control para un interruptor.....	167
FIGURA 6.10.- Partes de un relevador.....	170
FIGURA 6.11.- Placa de material de aluminio con fuerzas de atracción.....	171
FIGURA 6.12.- Esquema de un circuito de inducción con bobina magnética	173
FIGURA 6.13.- Esquema de un relevador de sobrecorriente.....	174
FIGURA 6.14.- Esquema de un relevador de dos bobinas.....	175
FIGURA 6.15.- Diagrama de un sistema de cascada.....	181
FIGURA 6.16.- Diagrama de conexiones de una protección de sobrecorriente.....	185
FIGURA 6.17.- Diagrama elemental del relevador de sobrecorriente.....	186
FIGURA 6.18a.-Swich de control.....	186
FIGURA 6.18b.-Swich de control de interruptor.....	187
FIGURA 6.18c.-Diagrama de un conmutador de fases.....	188
FIGURA 6.19d.-Posición de contactos del amperímetro modelo 16SB1-CA7.....	188

CAPITULO 7 ANALISIS DE COORDINACIÓN EN UN SISTEMA ELECTRICO.

FIGURA 7.1.- Subestación Durazno XII.....	195
FIGURA 7.2.- Subestación Estación No. 3.....	202
FIGURA 7.3.- Subestación Potrero.....	210
FIGURA 7.4A.- Aumento de Alimentación.....	226
FIGURA 7.4B.- Circuito Alimentador aéreo 13.8 k.v.....	227
FIGURA 7.4C.- Grafica de Coordinación de protecciones en papel log-log.	228
FIGURA 7.4D.- Grafica de Coordinación de protecciones en papel log-log..	229
FIGURA 7.5.- Normas para Motores.....	230

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

CAPITULO 3 ESTUDIO DE PROTECCIONES POR MEDIO DE FUSIBLES.

FOTOGRAFIA 3.1. – Observacion de interruptor tipo driechers y fusibles de Acido borico.....	81
FOTOGRAFIA 3.2. - Desconectador tipo driechers.....	82
FOTOGRAFIA 3.3. - Protección de fusibles a un banco de capacitores.....	83

CAPITULO 4 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y ELECTROMAGNETICOS

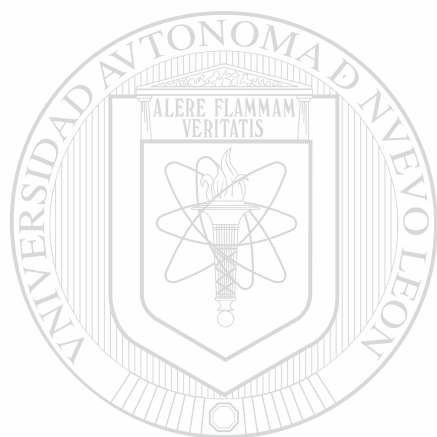
FOTOGRAFIA 4.1. – Diferencia entre swich de cuchillas y termomagneticos.....	91
FOTOGRAFIA 4.2. – Diferencia de swich de cuchillas en alto y bajo voltaje.....	94
FOTOGRAFIA 4.3. – Tipos de interruptores.....	96
FOTOGRAFIA 4.4. – Tipos de interruptores ajuste instantaneo.....	100
FOTOGRAFIA 4.5. – Interruptor bipolar para usarse en alumbrado.....	105
FOTOGRAFIA 4.6. – Interruptores para motores y alumbrado.....	105
FOTOGRAFIA 4.7. – Interruptores electromagneticos.....	125
FOTOGRAFIA 4.8. – Unidades de control master pack.....	126
FOTOGRAFIA 4.9. – Unidades de mando electrico.....	127
FOTOGRAFIA 4.10. – Proteccion para operación master pack.....	128

CAPITULO 5 PROTECCION A MOTORES.

FOTOGRAFIA 5.1. – C.C.M.	130
FOTOGRAFIA 5.2. – Gabeta de un motor que va en un c.c.m.....	130
FOTOGRAFIA 5.3. – Distribucion de un c.c.m.	131
FOTOGRAFIA 5.4. - Conexión de arrancador electrónico Solcon.....	138
FOTOGRAFIA 5.5. - Instalación de un arrancador.....	139

CAPITULO 6 PROTECCION A TRANSFORMADORES DE POTENCIA POR MEDIO DE RELEVADORES.

FOTOGRAFIA 6.1. - Subestación de 2000 kva.....	189
FOTOGRAFIA 6.2. - Vista de subestaciones.....	190
FOTOGRAFIA 6.3. - Protecciones en tableros.....	191



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

GLOSARIO**NOM**

Norma oficial mexicana.

MM2

Milímetros cuadrados.

°c

Grados centígrados.

AWG

Designación de Cable.

KCM

kilo Circular Mil.

MCM

Mil Circular Mil.

(ASCR)

Acero cobre.

Kv.

Kilo volts.

NEC

Código nacional eléctrico.

Amp.

Amperes.

NEMA

National Electric Manufactures Association.

Asociación de Manufactura Nacional Eléctrica.

ANSI

American National estándar Institute.

Instituto Nacional Estándar Americano.

NFPA

National Prevention Association.

Asociación Preventiva Nacional.

TIME DELAY

Tiempo de retraso

 Ω **OHMS.****A**

Amperes.

V

volts.

I

Corriente.

Z

impedancia.

CD.

Corriente Directa.

KA

Kilo Amper.

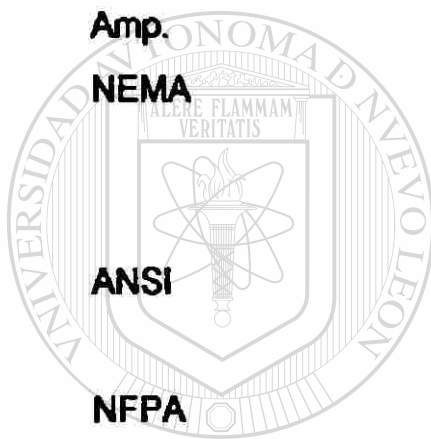
UL

Underwrites Laboratories

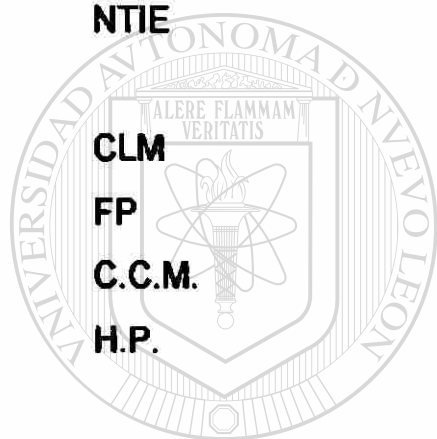
Unión de Laboratorios.

RMS

Corriente asimétrica.



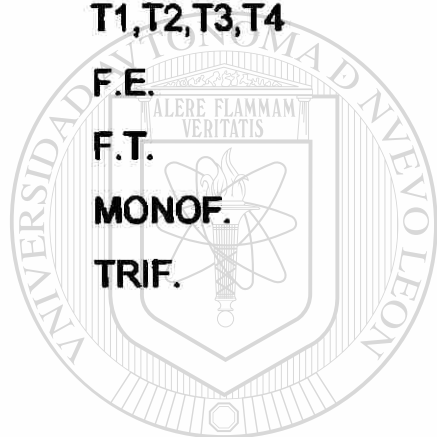
ART	Artículo.
SEG.	Segundo.
KVA	Kilo Volt Amper.
R	Resistencia.
L	Inductancia
C	Capacitancia.
OA	Enfriamiento Aire Aceite.
ON	Dentro.
OF	Fuera.
NMX	Normas Mexicanas.
NTIE	Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.
CLM	Modulo de Corriente Limitador.
FP	Factor de Potencia.
C.C.M.	Centro de Control de Motores.
H.P.	Horse Power
	Caballos de potencia.
CNE	Corriente Nominal del Equipo.
CNM	Corriente Nominal del Motor.
C.A.	Corriente Alterna.
TC	Transformador de corriente.
TP	Transformador de potencial.
52ª	Contacto Auxiliar del interruptor.
52x	Bobina Auxiliar del interruptor.
52y	Bobina de anti-bombeo auxiliar del interruptor.
52cc	Bobina de cierre del interruptor.
BUS	Barras Colectoras .
Wt	Frecuencia.
Taps	Derivación de la bobina.



UNANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

Reley**V.P.****V.S.****KVA Transf.****% Z****L****XS****XT****MVA****I.C.C.****T1,T2,T3,T4****F.E.****F.T.****MONOF.****TRIF.****Relevador.****Voltaje en el Primario.****Voltaje en el Secundario.****Valor del transformador en K.V.A.****Por ciento en la impedancia.****Longitud.****Impedancia thevenin.****Impedancia tipo R****Mega Volts Ampers.****Corriente de Corto Circuito.****Tiempo en segundos.****Factor de Enfriamiento.****Factor de Temperatura.****Monofásico.****Trifásico.**

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Ernesto Sanmiguel Garza.

**Candidato para el grado de
Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica con Especialidad en
Potencia Eléctrica.**

**Tesis: Coordinación de Protecciones en Sistemas Eléctricos de Potencia en
Industria del Álcali S.A. de C.V.**

Campo de estudio : En la industria Mediana y Macro.

**Biografía: Nacido en Monterrey Nuevo León, el 22 de Octubre de 1969, hijo de
Jorge Sanmiguel Donovan y Josefina Garza Garza.**

Formación académica: Técnico Electricista en I.T.E.S.M.

Ingeniero Electricista Universidad del Norte.

**Experiencia Profesional: En Industria del Álcali S.A. de C.V. de 1988 a 1996
labore como Técnico electricista, en 1997 a la fecha
me desarrollo como supervisor de mantenimiento
eléctrico plantas Adyacentes en Industria del Álcali**

