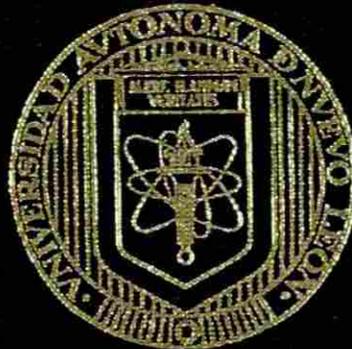


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"PROTECCION EN SISTEMAS ELECTRICOS"

POR

ING. JUAN RAFAEL CERVANTES VEGA

TESIS

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

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 2000

J.R.C.V.

"PROTECCION EN SISTEMAS ELECTRICOS"

10000

TM
25853
MAR 20 1980
C 20 MAR 20 1980



1020133300



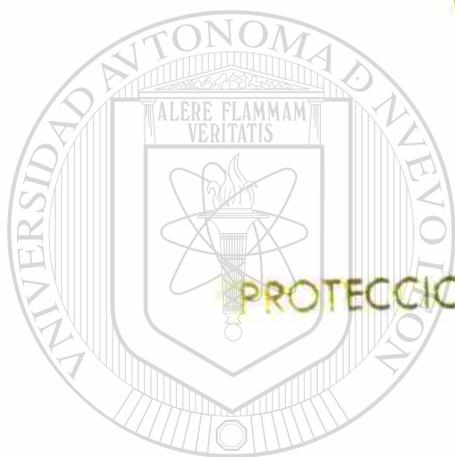
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



PROTECCION EN SISTEMAS ELECTRICOS

POR

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ING. JUAN RAFAEL CERVANTES VEGA

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
TESIS

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

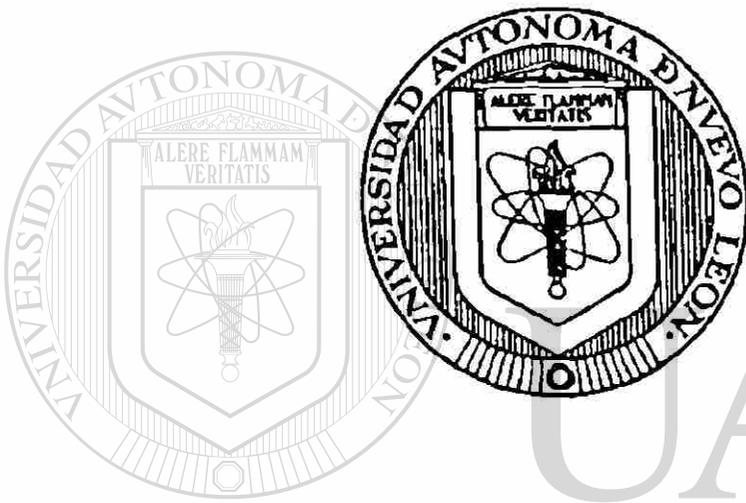
SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



UANL

" PROTECCIÓN EN SISTEMAS ELECTRICOS."

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
POR

ING. JUAN RAFAEL CERVANTES VEGA

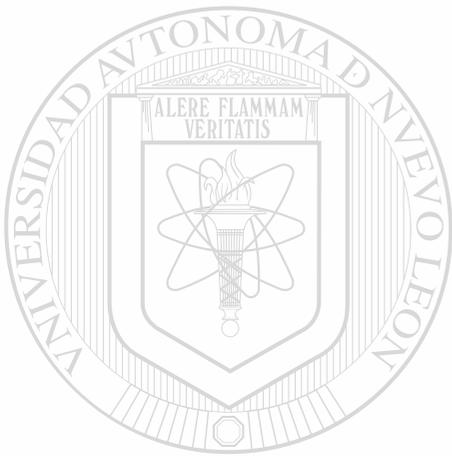
TESIS

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

SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L. JUNIO DE 2000

TH
Z5853
oM2
FIME
2000
e4

0138-41660



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



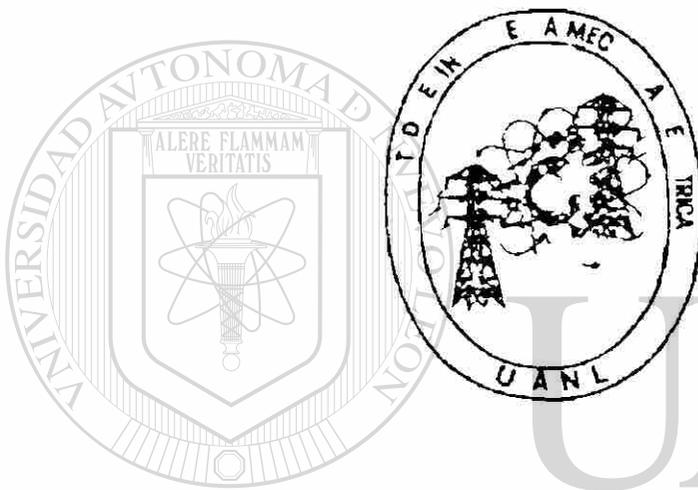
**FONDO
TESIS**

®

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"PROTECCIÓN EN SISTEMAS ELECTRICOS"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POR

ING. JUAN RAFAEL CERVANTES VEGA

TESIS

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

SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L. JUNIO DE 2000

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis:
"PROTECCION EN SISTEMAS ELECTRICOS" Realizada por el alumno
Ing. Juan Rafael Cervantes Vega Matricula 0051175 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. Vicente Cantú Gutiérrez

M.C. Evelio P. González Flores

Coasesor

M.C. Juan de Dios Altos Barríos

Coasesor

V. B.

M.C. Roberto Villarreal Garza
División de estudios de post-grado

San Nicolás de los Garza N.L. Junio del 2000

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis se elaboró con la intención de mostrar el cariño y agradecimiento a todos mis familiares amigos y maestros pero principalmente en memoria de mi madre y de mis abuelos

No puedo dejar de mencionar a mi padre Rafael Cervantes Castañeda a mi esposa Rodhe Yamira a mis hijos Juan Rafael y Ana Gabriela A mis hermanos Humberto Alicia Esther Angelina, Joel Irma Sergio Silvia y Rubén

Así mismo a mis cuñadas y cuñados, sobrinos y sobrinas ya que de una manera u otra todos me ayudaron y me animaron a ser la persona y profesionalista que ahora soy

Agradezco igualmente a todas las personas que de alguna forma contribuyeron a que culminara con éxito este proyecto

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



PROLOGO

El presente trabajo esta encausado hacer un material didáctico auxiliar para maestros y alumnos de las materias del área eléctrica especialmente a los relacionados con la protección de sistemas eléctricos

Se trataran temas como

Fusibles,

Relevadores,

Interruptores,

Apartarrayos,

Cuchillas etc

En forma general este escrito va dirigido a que se conozcan los equipos para la coordinación de protecciones eléctricas

El autor trabaja en el área de potencia eléctrica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica desempeñándose como catedrático de las siguientes materias

Conversion de energía electromecánica

Ingeniería Eléctrica

Máquinas Eléctricas III

Y sus respectivos laboratorios

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La recopilación de este material es con la idea de facilitar la comprensión de la protección eléctrica

El autor espera que les sea útil este material y que les ayude no nada mas en estas materias sino también en la vida profesional

INDICE

1 Introducción	4
1 1 Planteamiento del problema a resolver	4
1 2 Objetivo de la tesis	4
1 3 Hipotesis	4
1 4 Justificación del trabajo	4
1 5 Limitaciones del estudio	5
1 6 Metodología	5
1 7 Revisión Bibliográfica	6
2 Filosofía de la Protección por Relevadores	7
2 1 Protección de Sistemas de Alta tensión	7
2 2 Protección por Relevadores	7
2 2 1 ¿Que Es Protección?	7
2 2 2 ¿Cómo evita Fallas la Protección	9
2 3 Protección con Relevadores Eléctricos	9
2 4 Prescripción General de Relevadores Eléctricos	9
2 4 1 Atracción Electromecánico	10
2 4 2 Características	14
3 Descripción de los Sistemas de Distribución Eléctrica.	16
3 1 Conceptos Básicos	16
3 2 Definición de los Elementos de Distribución	17
3 2 1 Líneas de los Elementos de Distribución	17
3 2 2 Subestación de Distribución	17
3 2 3 Circuitos de Tensión Media	17
3 2 4 Transformadores de Distribución	17
3 2 5 Circuitos de Baja Tensión	17
3 2 6 Acometida	17
3 3 Naturaleza de las Fallas	18
3 3 1 Fallas de Naturaleza Transitoria	18
3 3 2 Fallas de Naturaleza Permanente	18
3 4 Tipo de Fallas	19
3 4 1 Tipos de Fallas y sus Causas	20
4 Elementos de los Sistemas de Distribución	22
4 1 Pantas Generatoras	22
4 2 Subestaciones Eléctricas	22
4 2 1 Clasificación de las Subestaciones	23
4 2 1 1 Por su Operación	23

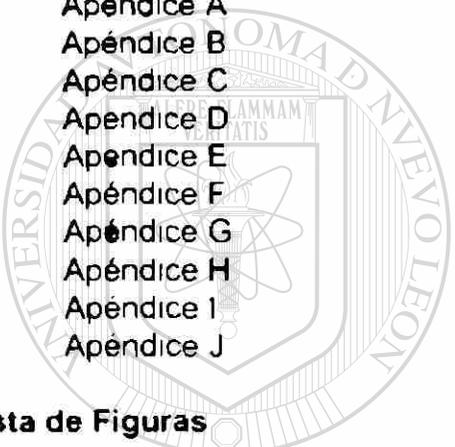
4 2 1 2	Por su Construcción	23
4 2 1 3	Por su Servicio	23
4 2 2	Conexiones de Subestaciones	24
4 2 2 1	Conexión Directa a Barras	24
4 2 2 2	Conexión Bloque o Unidad	24
4 2 2 3	Conexión para Alimentar dos Tensiones	24
4 2 2 4	Conexión para Alimentar dos Tensiones Mayores	25
4 2 2 5	Conexión con Bus Seccionado	25
4 2 2 6	Conexión con Doble Barra O Bus	25
4 2 2 7	Conexión con Doble Barra y con Interruptor de Amarre	25
4 3	Elementos de una Subestación Eléctrica	26
4 4	El Transformador	27
4 4 1	El Transformador	27
4 4 2	Selección del Transformador	27
4 4 2 1	Elevación de la Temperatura	28
4 4 2 2	Altura de Operación	29
4 4 2 3	Impedancia	29
4 4 2 4	Derivaciones	29
4 4 3	Elementos que Conforman un Transformador	30
4 4 4	Clasificación de los Transformadores	30
4 4 5	Tipos de Conexiones en Transformadores	30
4 4 5 1	Conexión Delta – Delta	30
4 4 5 2	Conexión Delta – Estrella	32
4 4 5 3	Conexión Estrella – Estrella	32
4 4 5 4	Conexión Estrella – Delta	33
4 4 5 5	Conexión Delta Abierta – Delta Abierta	33
4 4 5 6	Conexión de Transformadores en Bancos Trifásicos	34
4 4 6	Transformadores Conectados en Paralelo	34
4 4 6 1	Razones para la Operación de Transf en Paralelo	34
4 4 6 2	Condiciones de Emparalelamiento de los Transformadores	35
4 4 7	Marcas de Polaridad	35
4 4 8	Tipos de Enfriamiento más Empleados	37
4 4 8 1	Tipo OA	37
4 4 8 2	Tipo OA / FA	37
4 4 8 3	Tipo OA / FA / FOA	38
4 4 8 4	Tipo FOA	38
4 4 8 5	Tipo OW	38
4 4 8 6	Tipo AA	39
4 4 8 7	Tipo AFA	39
4 4 9	Control de Transformador	39
4 4 9 1	Control de Temperatura del Transformador	39
4 4 9 2	La Presion de los Transformadores	40

4 4 9 3	El Nivel del Aceite o Líquido	40
4 4 9 4	La Rigidez dieléctrica del Aceite	40
4 4.10	Especificaciones de los Transformadores	40
4 4 11	Devanados	42
4 4 12	Transformadores para Instrumento	43
4 4 12 1	Transformadores para Instrumento	43
4 4 12 2	Clasificación de los Transformadores para Instrumentos	44
4 4 12 3	Transformador de Corriente	44
4 4 12 4	Transformador de Potencial	45
4 4 13	Especificaciones para Transformadores de Instrumento	46
4 4 13 1	Transformadores de Corriente	46
4 4 13 2	Transformadores de Potencial	47
5	Elementos de Protección	48
5 1	Fusibles	48
5 1 1	La Función de la Protección por Fusibles	49
5 1 2	Sensibilidad	49
5 1 3	Selectividad	49
5 1 4	Velocidad	49
5 1 5	Confiabilidad	49
5 2	Definiciones de Fusibles	50
5 2 1	Capacidad Interruptiva	50
5 2 2	Corriente Nominal	50
5 2 3	Corriente Nominal de Conducción Continua	50
5 2 4	Elemento Fusible	50
5 2 5	Eslabón Fusible	50
5 2 6	Eslabón Fusible Universal	51
5 2 7	Eslabón Fusible Tipo Fraccionario AI (Alto Impulso)	51
5 2 8	Eslabón Fusible Tipo K (Rápido)	51
5 2 9	Eslabón Fusible Tipos (Estándar)	51
5 2 10	Eslabón Fusible Tipos T (Lento)	51
5 2 11	Pruebas de Aceptación	51
5 2 12	Pruebas de Diseño	52
5 2 13	Relación de Velocidad Fusión	52
5 2 14	Tensión Nominal	52
5 2 15	Tiempo de Arqueo	52
5 2 16	Tiempo Máximo de Interrupción Total	52
5 2 17	Tiempo Mínimo de Fusión	52
5 2 18	Valores Nominales	52
5 3	Clasificación de Fusibles	53
5 3 1	Fusibles de Tapón	53
5 3 2	Fusibles no Renovables	54

5 3 3	Fusibles de Cartucho	54
5 4	Construcción de Fusibles	54
5 4 1	Los Fusibles de Tapón Roscado	54
5 4 2	Los Fusibles de Cartucho	55
5 4 3	Fusible no Renovable del Tipo de Doble Elemento y de Casquillos	55
5 5	Elementos de un Fusible	55
5 5 1	Elemento de Corto Circuito	55
5 5 2	Elemento de Sobre Carga	55
5 5 3	Polvo de Relleno	56
5 5 4	Tubo de Fibra	56
5 5 5	Arandela de Reten	56
5 6	Reglas para el Uso de Fusibles	56
5 7	Los Apartarrayos	58
5 7 1	Función	59
5 7 2	La Forma del Apartarrayos Es	63
5 7 3	Tipos de Apartarrayos	64
5 7 4	El Apartarrayos de Tipo Autovalvular	69
5 7 5	El Apartarrayos de Resistencia Variable	69
5 8	Interruptores	70
5 8 1	Cuchillas	70
5 8 1 1	Clasificación de las Cuchillas	71
5 8 1 2	Cuchilla Fusible	71
5 8 1 3	Especificaciones	74
5 8 1 4	Cuchillas Desconectadoras	75
5 8 2	Un Interruptor	76
5 8 2 1	Tipos De Interruptores de Potencia	76
5 8 2 2	Clasificación de los Interruptores de Aceite	77
5 8 2 2 1	Interruptores de Gran Volumen de Aceite	77
5 8 2 2 2	Interruptores de Gran Volumen de Aceite con cámara de extinción	78
5 8 3	Proceso de Interrupción	79
5 8 4	Partes Funcionales de un Interruptor	79
5 8 4 1	Partes y Soportes Aislados Bajo Tensión	79
5 8 4 2	Mecanismos de Operación	79
5 8 4 3	Contactos	79
5 8 4 4	Medio Extintor	79
5 8 5	Capacidad interruptiva	80
5 8 6	Pruebas a Interruptores	80
5 8 6 1	Pruebas de Prestación	80
5 8 6 2	Pruebas de Aislamiento	80
5 8 6 3	Pruebas de Sobrecarga	80
5 8 6 4	Prueba Mecánica	81

5 8 6 5	Prueba de Presión	81
5 8 6 6	Prueba de Temperatura	81
5 8 6 7	Prueba de Funcionamiento	81
5 8 7	Recomendaciones para Interruptores	81
5 8 8	Prestaciones para Interruptores	83
5 8 9	Interruptor Neumatico	83
5 8 9 1	Ventajas del Interruptor Neumatico Sobre los Interruptores de Aceite	84
5 8 10	Interruptores de Expansión	84
5 8 10 1	Especificaciones para Interruptores de Potencia	84
5 9	Restauradores	85
5 9 1	El Restaurador	85
5 9 2	Operación de un Restaurador	85
6	Criterios de la Coordinación de Protección	87
6 1	El uso de la hoja de calculo como herramienta para estudios de coordinación de protecciones	87
6 1 1	La Hoja Electrónica	90
6 1 2	Configuración de la gráfica	95
6 2	Coordinación y ajuste de protecciones de distancia empleando la computadora digital	97
6 2 1	Ajuste de relevadores de distancia	99
6 2 2	Ajuste de la Zona I	99
6 2 3	Ajuste de la Zona II	100
6 2 4	Ajuste de la Zona III	103
6 3	Ajustes obtenidos para el sistema de ejemplo	106
6 4	Coordinación de protecciones de sobrecorriente usando hoja electrónica	107
6 4 1	Comportamiento de relevadores de sobrecorriente	108
6 4 2	Coordinación fases y tierra	110
6 5	Determinación de pares de relevadores primario respaldo	112
6 5 1	Metodo Heuristico para determinar los pares de relevadores	114
7	Ajuste de relevadores de sobrecorriente	116
7 1	Clasificación de relevadores	116
7 2	El principio de la protección de relevadores	118
7 3	Características principales de los relevadores de protección	120
7 4	Política de relevadores	121
7 5	Protección por relevadores contra sobrecorriente	122
7 6	Coordinación por ajuste de corriente	122
7 7	Coordinación por ajuste de tiempo	124
7 8	Relevadores de sobrecorriente de tipo instantaneo	125
7 9	Relevadores direccionales	126

7 10 Relevadores de sobrecorriente a tierra	127
7 11 Relevadores de distancia	128
7 12 Relevador diferencial	130
8 Problemática en la Protección	132
9 Conclusiones y Recomendaciones	146
9 1 Conclusiones	146
9 2 Recomendaciones	147
Apéndices	148
Apéndice A	149
Apéndice B	152
Apéndice C	157
Apéndice D	163
Apéndice E	191
Apéndice F	198
Apéndice G	201
Apéndice H	206
Apéndice I	210
Apéndice J	214
Lista de Figuras	218
Bibliografía	222
Resumen Autobiográfico	225



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SINTESIS

El objetivo de este trabajo es que sea material didáctico para las clases de ingeniería eléctrica y sistemas de protección eléctrica y temas de otras materias como plantas generadoras de energía eléctrica etc

Una vez definido el tema de interés recopilar la información clasificarla y ordenarla con un sentido práctico fue el principal obstáculo encontrado

Al tratar de realizar un trabajo práctico y objetivo que pueda servir como manual para los alumnos del área eléctrica y que a la vez pudiera ser un buen auxiliar didáctico para los catedráticos del área ya mencionada en teoría resulta perfecto pero ya en el campo práctico la realidad es que nos encontramos con una infinidad de información sin parámetros definidos es muy frecuente caer en repetición de algún tema o concepto que en algún capítulo pudiera estar relacionado con más de un tema previamente tratado

En el capítulo dos muestra la idea de que es indispensable la protección de los sistemas eléctricos se explica que hay mas de una manera de proteger a dichos sistemas y que la protección puede ser por Fusibles aparta rayos, aislamientos sistemas de tierra hilos de guarda y por relevadores, se muestran algunas figuras para explicar el funcionamiento de los relevadores

En el capítulo tres se explica que los tipos de sistemas eléctricos se dividen en generación transmisión y distribución, en el sistema de distribución los parámetros a cuidar son

Tens on

Frecuenc a

Cont nu dad

Forma de onda

Secuencia de fase

Que las fallas que se presentan pueden ser

Fallas de aislamiento

Fallas eléctricas

Fallas mecánicas

Fallas térmicas

También las podemos clasificar como

Fallas monofásicas

Fallas bifásicas

Fallas trifásicas

Las fallas monofásicas es una línea a tierra

La bifásica puede ser entre dos líneas ó dos líneas a tierra

En la falla trifásica es entre tres líneas.

Otra forma de clasificar las fallas puede ser:

Fallas permanentes,

Fallas transitorias

En el capítulo cuatro se muestran algunas figuras de las plantas generadoras donde lo que se quiere resaltar es que la parte principal de estas es el generador no se hace énfasis en explicar cada una de dichas plantas

Se mencionan también las subestaciones, sus clasificaciones sus piezas, sus conexiones, se hace énfasis en el transformador sus partes sus formas de clasificar, los tipos de enfriamiento las conexiones, las marcas de polaridad transformadores de instrumento corriente potencial de potencia

En el capítulo cinco se menciona el fusible sus características sus definiciones los tipos las clasificaciones y las reglas para usarlos

En el mismo capítulo se describen los aparta rayos su función los tipos su clasificación también se ven interruptores tipos de cuchillas clasificación las pruebas que se le hacen a los interruptores relevadores

En el capítulo seis se describen los criterios de la coordinación de protecciones donde el criterio conservador prefiere interrumpir la señal antes de dañar las instalaciones ó el equipo que protege mientras que el criterio liberal intenta conservar la conexión bajo corto circuito en periodos de falla transitoria ó desconectar tiempos pequeños y programar dos o tres cierres antes de desconectar en forma definitiva

En el capítulo siete se mencionan desde la clasificación de los relevadores pasando por principios de operación características principales de los diversos tipos de relevadores de protección

En el capítulo ocho se mencionan los problemas que se presenta en la protección que hacer cuando se presentan picos de tensión, distorsión armónica ruido eléctrico sobre voltaje bajo voltaje, depresión de voltaje transitorios, interrupciones y un pequeño glosario de términos de campo

En los apéndices se describen temas que por su importancia y relación con los temas de este proyecto se agregan al escrito dichos temas son

Diseño y coordinación de aislamientos

Nomenclatura para designación de equipo

Artículo 100 de la NOM001

Glosario de fusibles

El autor espera que les sean útiles

1. - INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema a Resolver

Se ha encontrado como un problema en la impartición de clases de las materias de eléctrica el material disperso para consultar, en tablas, gráficas manuales, reglamentos, normas y planos, hecho que provoca que el estudiante pierda interés al consultar información en diferentes formatos o versiones

1.2 Objetivo de la Tesis

Recopilar la información técnica necesaria en el tópico eléctrico dentro del área de especialización de la protección eléctrica

Que este escrito sirva como una guía de aplicación a la industria, tanto a los Ingenieros, como a los estudiantes la utilicen de consulta

En el campo de las protecciones eléctricas es muy amplia la información y el objetivo de esta tesis es reducir la información que se recopilará para facilitar al Ingeniero y al alumno el escoger el material o equipo para una buena coordinación de las protecciones en los sistemas de distribución eléctrica

1.3- Hipótesis

Se supone que los interesados vean en este escrito el manual que les ayude a escoger los elementos de protección necesarios para solucionar sus problemas relacionados con circuitos eléctricos, sistemas de distribución, fallas monofásicas fallas trifasicas instalaciones eléctricas, instalaciones industriales

1.4- Justificación del Trabajo de la Tesis

A través de la experiencia de mas de 20 años como docente se ha encontrado que el principal problema al que se enfrentan los alumnos que estudian el área de eléctrica es tener que consultar una gran cantidad de

información que se encuentra dispersa en manuales reglamentos catálogos tablas y gráficas relacionadas con el equipo de protección para la coordinación de las protecciones en sistemas eléctricos de potencia perdiendo interés la consulta

Se pretende que el alumno encuentre dicha información con mayor facilidad requiriendo menos tiempo al consultar este escrito como un manual para la clase de relevación y protección especialmente en los temas

Protección eléctrica por relevadores

Protección de sistemas de potencia

Coordinación de protecciones

1.5- Limitaciones del estudio

Las limitaciones que se tienen en este proyecto es de que es totalmente teórica ya que no se cuenta con los laboratorios apropiados para realizar pruebas a los elementos de protección de los que aquí se habla se supone que los datos que nos citan los libros, manuales, folletos son confiables en un mínimo de un noventa por ciento o cien por ciento y que estos datos se pueden usar libremente sin que por cuestión de marca, material de fabricación o reglamentación mexicana o extranjera

1.6- Metodología

1.6.1- Primer paso se recopiló y clasificó la información para este escrito de manera que sea fácil su consulta

1.6.2- Segundo paso se integro puntos de vista conceptos criterios normas reglamentos material y equipo relacionado con la coordinación de las protecciones eléctricas

1.6.3- Tercer paso se extienden sugerencias de conocedores y expertos en la materia

1.6.4- Cuarto paso se citan tablas gráficos apéndices para localización rápida de datos

1.6.5- Quinto paso se recomiendan aplicaciones prácticas y demostraciones sencillas y eficaces para ahorrar tiempo y trabajo siguiendo los ejemplos que aquí se exponen

1.7- Revisión Bibliográfica

Del libro de Enriquez Harper Gilberto Fundamentos de INSTALACIONES ELÉCTRICAS de mediana y alta tensión se citan figuras dibujos y tablas

Del libro de B Ravindrananth PROTECCIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA E INTERRUPTORES se citan figuras

Del libro de VELASCO SOLÍS JESUS FUSIBLES Análisis de operación y selección se citan la información de fusibles

Del libro de Russell Mason c EL ARTE Y LA CIENCIA DE LA PROTECCIÓN POR RELEVADORES se mencionan los conceptos básicos de los relevadores y la protección

Del libro de Camarena M Pedro INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES se citan algunas tablas y figuras

Del libro de Goner Turan ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM ENGINEERING se reproducen las figuras de los interruptores y relevadores

De las normas publicadas por el INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SE REPRODUCEN GRÁFICAS Y CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RELEVADORES

De la NOM-001-SEMP-1994 NORMA OFICIAL MEXICANA utilice el artículo 100 para sus definiciones

2. - FILOSOFÍA DE LA PROTECCIÓN POR RELEVACIÓN

2.1 PROTECCION DE SISTEMAS DE ALTA TENSION

Generalidades sobre protección de sistemas de potencia

Formas generales de protección

- 1 Fusibles
- 2 Aparta rayos
- 3 Hios de guarda
- 4 Aislamientos
- 5 Ventilación
- 6 Sistemas de tierra
- 7 Protección física

2.2 PROTECCIÓN POR RELEVADORES.

2.2.1 ¿QUÉ ES PROTECCIÓN?

Un sistema de protección tiene como finalidad proveer a la humanidad [®] de energía eléctrica mediante un grupo de aparatos o máquinas que convierten esta energía en movimiento luz calor etc , indispensables en la vida moderna

Todo sistema eléctrico está formado por partes creadas por el hombre y por tanto está sujeta a fallas

El conjunto de aparatos y sistemas puestos al servicio del sistema eléctrico que vigilan que se cumpla adecuadamente el propósito para el que fue creado es lo que se conoce como protección eléctrica

La protección evita fallas y disminuye los efectos de las altas y bajas de voltaje

2.2.2- ¿Cómo evita fallas la protección?

Con aislamientos adecuados se mantiene en operación correcta el sistema evitando que agentes externos intervengan y puedan alterar su buen funcionamiento, dando distancias y capacidades apropiadas se pueden evitar fallas debidas a agentes internos

Dotando de un sistema de ventilación efectivo al sistema eléctrico, se expulsa la energía térmica nociva acumulada conexiones de partes metálicas al sistema de tierras, así como señales y herramientas adecuadas, evitan fallas y accidentes

Los pararrayos son aparatos que disminuyen los efectos de sobretensiones creadas en el sistema interior por agentes externos e interno desviando sus efectos hacia la tierra

Los hilos de guarda y mástiles son sistemas de protección con finalidad semejante

Los interruptores y fusibles llevan en sí cierta capacidad interruptiva, por lo que pueden desligar una parte del sistema que ha sido afectada por una falla

Debido a su elemento térmico los fusibles se funden al ocurrir una falla y en esta forma se aísla la falla En cambio los interruptores deberán recibir la

señal de apertura de relevadores que detecten la falla y por esta razón un interruptor sin relevadores no es más que un aparato para abrir o cerrar con carga

Como se verá el uso de relevadores es sólo uno de tantos sistemas de protección

2.3 PROTECCIÓN CON RELEVADORES ELÉCTRICOS.

Todo sistema eléctrico debe estar protegido mediante uno o varios sistemas que sean prácticos

Para que un sistema fuera protegido en forma perfecta tendrían que usarse protecciones de protecciones ya que el sistema de protección puede fallar también. A medida que se descubren métodos más seguros se abandonan los que resultan ser más complicados y costosos.

Las características esenciales de un sistema eléctrico son voltaje, corriente, frecuencia, fase, polaridad, potencia, factor de potencia, etc., las cuales se alteran al suceder una falla en el sistema.

Los relevadores tienen conocimiento de una o varias características y están arregladas para mantenerse inactivos mientras estas no varían. Al ocurrir una falla, el relevador detecta y selecciona la característica del sistema que le conviene y actúa sobre otro sistema aparte cerrando o abriendo algún contacto que pertenezca al sistema de apertura o cierre del interruptor que corresponda para el aislamiento de la falla de la parte del sistema donde se creó.

Hay un elemento intermedio entre los relevadores y el sistema por proteger. Se trata de los transformadores de instrumentos que son de dos clases:

Transformadores de corriente y

Transformadores de potencial.

La existencia de este eslabón es necesaria debido a las elevadas corrientes y los altos voltajes de los sistemas que hay que proteger y que no sería práctico que los relevadores fueran diseñados para soportar esos voltajes y corrientes. Se ha llegado poco a poco a un voltaje de 120 volt para los elementos de potencial y 5 amperes para los elementos de corriente de esos aparatos protectores.

2.4 PRESCRIPCIÓN GENERAL DE RELEVADORES ELÉCTRICOS.

Un relevador eléctrico es un dispositivo que, colocado en un circuito eléctrico produce cambios en otro o en su propio circuito. Un relevador del tipo sencillo consta de una bobina y un contacto conectados en la forma siguiente

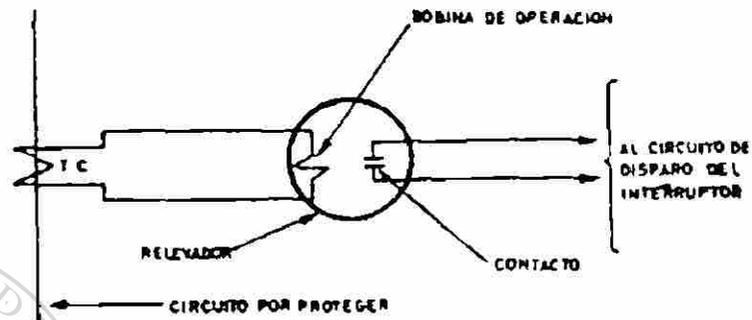


FIGURA 1 RELEVADOR

En donde se ve, el circuito por proteger se reciben las señales que pueden ser por una sobre corriente, y el relevador hace cerrar el contacto que pertenece a un circuito distinto el cual se utiliza para abrir el interruptor que se encuentra en la entrada de la línea

Principios en los que se basa los relevadores

Hay dos principios fundamentales en los que se basa la operación de los relevadores

2.4.1- Atracción electromagnética. Inducción electromagnética

El primero consiste en un vástago dentro de un solenoide o una pieza magnética atraída por un electroimán

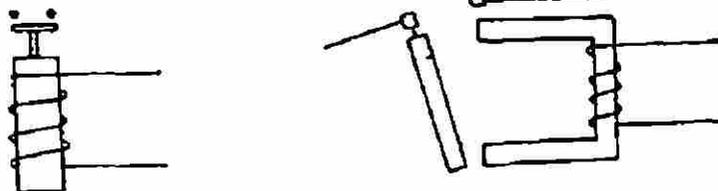


FIGURA 2 SELENOIDE Y ELECTROIMÁN

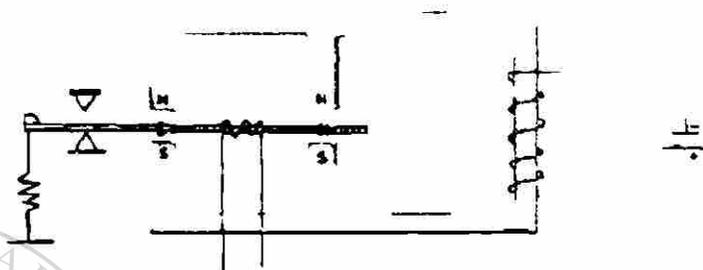


FIGURA 3 RELEVADOR DE DISCO TIPO WATTHORIMETRO

El segundo opera según el principio del motor de inducción en los discos de un wathhorimetro, que se basa en él ultimo término en la acción de dos fuerzas magnéticas desfasadas que se explican a continuación

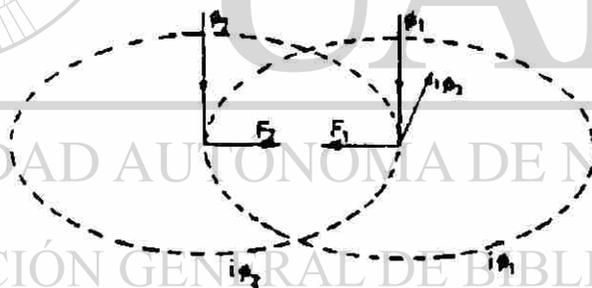


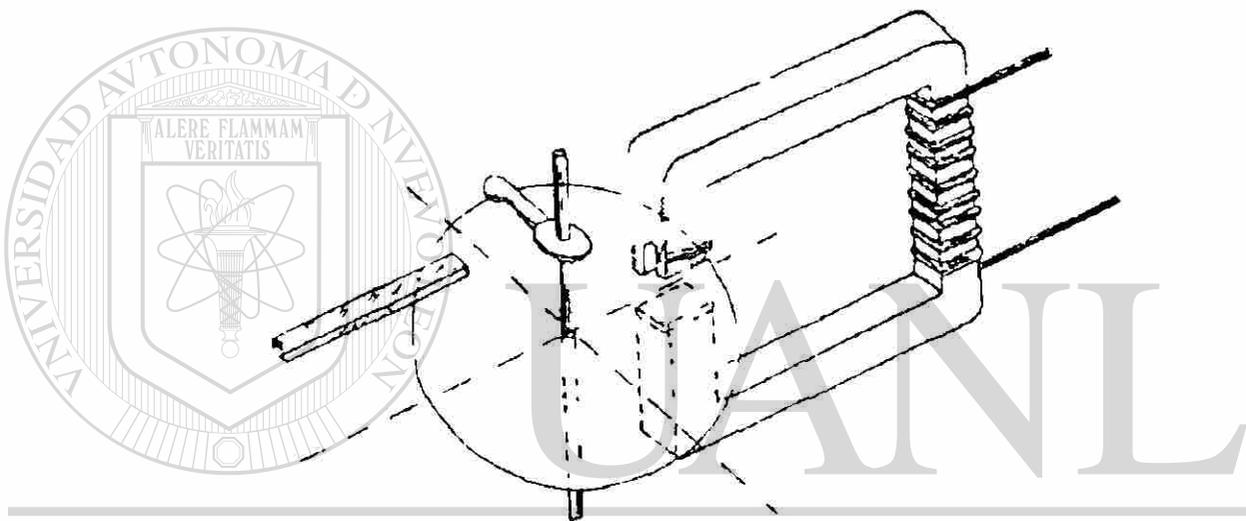
FIGURA 4 FUERZAS MAGNETICAS

La figura 4 muestra una placa del material conductor sobre la cual inciden dos campos magnéticos variables, los que inducen en las placas electromotrices alrededor de ellos que se traducen en corrientes y que producen un flujo que reacciona con los primarios. Las corrientes producidas por uno de los flujos al reaccionar con el otro producen fuerzas que tienen el sentido marcado en la figura y que en último término actúan sobre el rotor

Los relevadores del tipo de inducción aprovechan este principio produciendo dos flujos sobre un disco que se mueve actuado por la fuerza que resulta y que es máxima cuando los flujos tienen un ángulo de fase entre sí de 90°

Apoyándose en este principio de inducción se han construido dos clases originales de relevadores eléctricos:

- 1 Los que actúan debido a una sola fuente de señales.
- 2 Los que lo hacen debido a dos o más fuentes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIGURA 5 RELEVADOR DE 1 FUENTE DE SEÑALES

Un ejemplo de los primeros se describe a continuación.

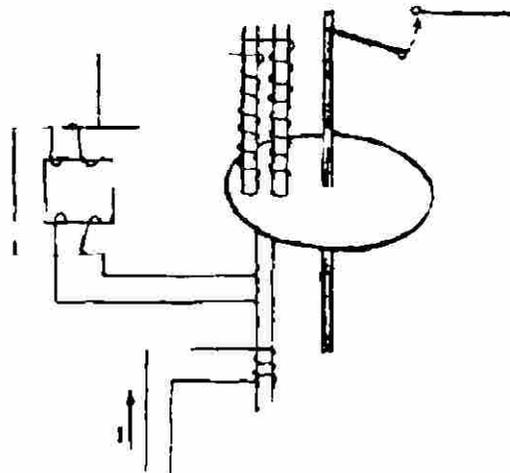


FIGURA 6 RELEVADOR DE 2 O MÁS FUENTES DE SEÑALES

Es un disco de inducción sobre el cual cierra un circuito magnético con una sola bobina

El núcleo está dividido en dos regiones

Una por la que circula el flujo resultante de la corriente de la bobina y otra donde se ha devanado y puesto en corto circuito un embobinado o una sola espira que desfasa una parte del flujo que atraviesa el entrehierro. De esta manera una sola señal hace actuar al disco en determinadas condiciones

Otro ejemplo es el de un relevador de sobrecorriente con características de tiempo inverso es el de la figura número 7

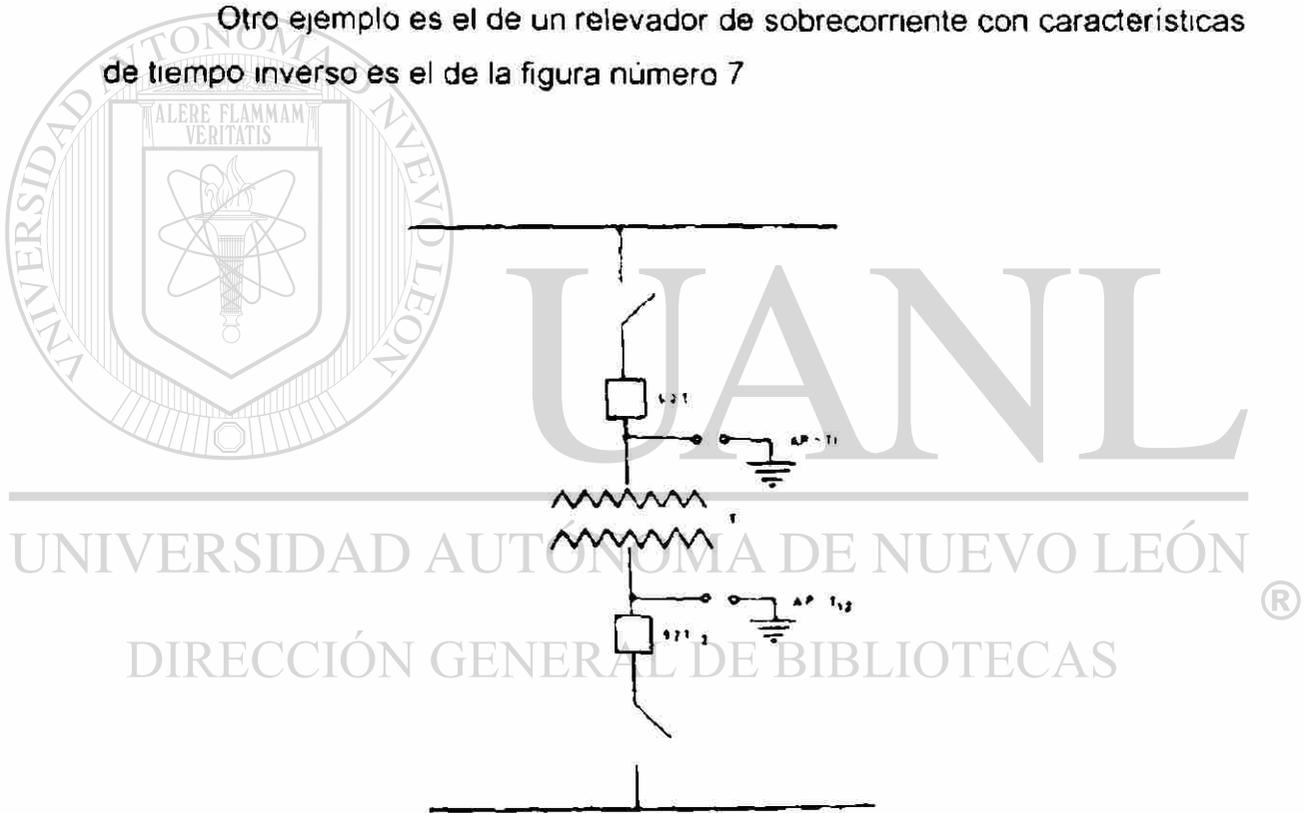


FIGURA 7 RELEVADOR DE SOBRE CORRIENTE

Lleva una bobina sobre el núcleo interior que es la única fuente de señales y esta corriente crea otra por medio de un acoplamiento magnético

sobre las bobinas del núcleo superior, lo cual produce una fuerza actuante en el disco debido al desfaseamiento final de los flujos

La segunda clase de relevadores es la que pone en juego dos bobinas sobre un solo núcleo o sobre dos nodos separados como por ejemplo el ya conocido como núcleo de un waththorimetro

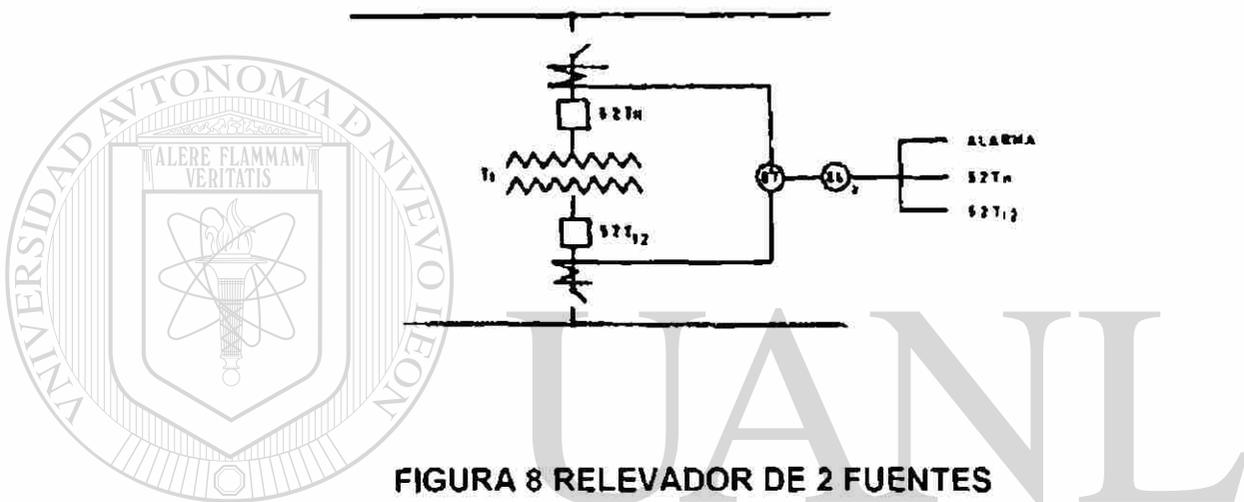


FIGURA 8 RELEVADOR DE 2 FUENTES

Sobre una bobina se pueden mandar las señales de corriente producidas por un transformador de corriente y sobre la segunda las señales de corriente tomadas desde un transformador de potencial

2.4.2- Características.

Es conveniente tener un conocimiento de sus propiedades generales y particulares con el fin de aprovecharlas en la solución de los problemas que implica 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 propiedades que más han contribuido al desarrollo tan amplio de la protección con relevadores ya que se puede lograr una coordinación perfecta en tiempo de apertura de los interruptores, de tal

manera que aislan las regiones afectadas por fallas o las que convengan para la mejor operación

A) La sensibilidad de un relevador es la propiedad que tiene de reconocer las fallas que puedan dañara la buena operación del sistema. Puede aparecer un grupo de señales en el relevador y éste solo debe responder a la que conviene al sistema

B) Seguridad. En su operación ésta es una característica puesto que no puede permitirse que el relevador falle en el momento preciso Para ello es necesario que sean suficientemente robustos sus contactos y que sus bobinas sean capaces de llevar las corrientes que por ellos puedan circular. Algunos relevadores y equipos de protección operan raras veces, quizá 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

Se puede decir que los relevadores no son para evitar fallas en el sistema, sino para hacer operar mecanismos que hagan disminuir los efectos de las fallas cuando éstas aparezcan

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



3. - Descripción de los sistemas de distribución eléctrica.

3.1-Descripción de los Sistemas de Distribución.

Conceptos básicos

Los sistemas eléctricos de potencia están constituidos básicamente por tres grandes grupos

- A) sistemas de generación
- B) sistemas de transmisión
- C) sistemas de distribución

Los sistemas de distribución a diferencia de los otros sistemas, interactúan en forma directa con la mayoría de los usuarios de energía eléctrica, los cuales esperan un servicio que satisfaga sus necesidades en todos los aspectos.

Los sistemas de distribución como eslabón principal del suministro de energía eléctrica, tienen como función principal transportar la energía eléctrica de las subestaciones de potencia o en algunos casos fuentes de generación a los lugares de utilización, este suministro de energía eléctrica deben de darse

bajo parámetros de calidad bien definidos, como son

Tensión

Frecuencia

Forma de onda

Secuencia de fase

Continuidad

Los sistemas eléctricos de distribución en nuestro país comprenden principalmente seis partes

- a) líneas de subtransmisión
- b) subestaciones de distribución
- c) circuitos de mediana tensión

- d) transformadores de distribución
- e) circuitos de baja tensión
- f) acometidas

3.2- Definición de los Elementos de Distribución

3.2.1 Líneas de subtransmisión - circuitos de conducción masiva de energía eléctrica a distancia que alimenta e interconecta las subestaciones de distribución los niveles de tensión utilizados en nuestro país son 138 115, 85 y 69 kv

3.2.2 Subestación de distribución - conjunto de equipos eléctricos necesarios para la conversión y seccionamiento de energía eléctrica recibida en bloques y distribuida en diferentes trayectorias a través de los circuitos de distribución

3.2.3 Circuitos de tensión media - circuitos eléctricos que parten de las subestaciones de distribución y proporcionan la potencia eléctrica a los transformadores de distribución los niveles de tensión utilizados en nuestro país van desde 2 4 hasta 34 5 kv

3.2.4 Transformadores de distribución - equipo eléctrico que reduce la tensión de los circuitos de media tensión a la utilización de los usuarios

3.2.5 Circuitos de baja tensión - circuitos que emanan de los transformadores de distribución y proporcionan el camino a la potencia eléctrica que será entregada a los usuarios

3.2.6 Acometida - circuitos que ínter conectan al usuario con los sistemas de distribución

3.3- Naturaleza de las Fallas

En los sistemas de distribución pueden presentarse principalmente dos tipos de fallas según su naturaleza

3.3.1- Fallas de Naturaleza Transitoria.

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento de los elementos del sistema sometidos a tensión eléctrica es momentánea es decir, que se trata de aislamientos tipo recuperable. Algunos tipos de fallas transitorias incluyen contactos momentáneos con ramas de los árboles, flameo por contaminación o arcos del sistema de descargas atmosféricas mezclándose en este ultimo caso las ondas de sobretensión de forma no sostenida con la corriente de frecuencia nominal.

Dado el corto tiempo de presencia de este fenómeno, incluso en algunas ocasiones los dispositivos de protección contra sobre corriente no llegan a operar dependiendo de la capacidad de autorecuperación del aislamiento, por lo que podría establecerse una auto-liberación de la falla sin la acción de una protección.

Otro tipo de fallas de las cuales resultan corrientes de frecuencia nominal puede ser de naturaleza transitoria si la tensión del elemento fallado es interrumpida rápidamente por la acción de un dispositivo de protección y luego restablecida después de que el aislamiento ha recuperado su capacidad dieléctrica. Tales fallas pueden resultar de descargas atmosféricas con flameo del aislamiento, contacto de aves o animales, movimiento de conductores cercanos etc.

3.3.2- Fallas de Naturaleza Permanente.

Son aquellas donde la pérdida de aislamiento del elemento fallado es permanente al tratarse tanto de aislamientos de tipo no recuperable, como de aislamientos recuperables en donde su capacidad dieléctrica es drásticamente reducida. Las fallas permanentes son aquellas que requieren reparación, mantenimiento o reparación del equipo antes de que la tensión eléctrica pueda ser restablecida en el punto de la falla.

Su ocurrencia generalmente origina una pérdida irreversible del aislamiento cuando éste es del tipo no recuperable. Si se trata de aislamientos del tipo recuperable tales como el aire, la pérdida del aislamiento es debida al contacto de elementos conductores ya sea entre ellos o a tierra, provocados normalmente como consecuencia de falla mecánica o estructurales.

3.4- Tipo de Fallas

Un sistema eléctrico a prueba de fallas no es práctico ni económico. Los sistemas eléctricos modernos que como práctica son construidos con altos niveles de aislamiento, tienen suficiente flexibilidad para que uno o más de sus componentes puedan estar fuera de su operación afectando en forma mínima la continuidad del servicio. Adicionalmente a las diferencias de aislamiento, las fallas pueden ser resultado de problemas eléctricos, mecánicos y térmicos o de cualquier cambio de estos.

3.4.1- Tipos de Fallas y sus Causas.

Para asegurar una adecuada protección las condiciones existentes en un sistema durante la ocurrencia de diversos tipos de fallas devén ser comprendidas claramente. Estas condiciones anormales proporcionan los medios de discriminación para la operación de los dispositivos de protección.

Tipo	Causa
Aislamiento	Defectos o errores de diseño fabricación inadecuada, instalación inadecuada aislamiento envejecido contaminación
Eléctrico	Descargas atmosféricas, sobretensiones transitorias por maniobra, sobretensiones dinámicas
Mecánicas	Esfuerzos por sobrecorriente, sismo, impactos por objetos ajenos, nieve o viento
Térmicas	Falla de enfriamiento sobrecorriente sobretensión, temperatura ambiente

TABLA 1 PRINCIPALES TIPOS Y CAUSAS DE FALLA

Los dispositivos de protección deben operar para los siguientes tipos de fallas conocidas como fallas paralelo (shunt) las cuales tienen la probabilidad de ocurrencia indicada en tabla1, para sistemas redistribución aérea con conductor desnudo

TABLA 2
PRINCIPALES TIPOS DE FALLAS Y SU PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

TIPO	PROBABILIDAD
MONOFASICAS (fase a tierra)	85%
BIFASICAS A TIERRA (dos fases a tierra)	8%
BIFASICAS (entre dos fases)	5%
TRIFASICAS (entre las tres fases)	2%

A menos que sean precedidos o causados por una falla, los circuitos abiertos (fallas serie) en sistemas eléctricos no ocurren con frecuencia. Consecuentemente, muy pocos dispositivos de protección (Relevadores fundamentalmente) son diseñados específicamente para proporcionar protección contra circuito abierto.

Una excepción es posible encontrar en las áreas de media tensión donde un fusible puede estar abierto. Otro caso particular se encuentra en los sistemas de extra alta tensión donde los interruptores están equipados con mecanismos independientes de manera monopolar.

Para fallas simultáneas en dos partes de un sistema, generalmente es imposible para un dispositivo de protección el operar adecuadamente bajo todas las condiciones. Si ambas fallas simultáneas están dentro de la zona de operación de la protección, al menos uno de los elementos de detección de la misma operación adecuadamente, con la subsecuente operación secuencial de todas las protecciones que están viviendo las fallas.

Cuando ambas fallas aparecen simultáneamente dentro y fuera de la zona de cobertura de protección, algunos equipos presentan una dificultad para determinar si deben actuar o no. Afortunadamente las fallas simultáneas no ocurren con frecuencia y no representa un caso significativo de operación incorrecta.

4. - ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

4.1 PLANTAS GENERADORAS DE ENERGIA:

Las principales plantas generadoras son las termoeléctricas, hidráulicas, nucleoelectricas, geotérmicas eólicas, maremotrices etc

4.2 Subestación Eléctrica

Es un conjunto de equipos, elementos o dispositivos que tienen el propósito de cambiar las características de la energía eléctrica como lo son el voltaje la corriente, la frecuencia etc de tipo de C A o de C C o bien conservándolas dentro de ciertas características en un local o nave, con una demanda grande de energía para obtener iluminación calefacción, fuerza, así como otros servicios



FIGURA 1 SUBESTACIÓN ELECTRICA

4.2.1- Clasificación de las subestaciones

4.2.1.1- Por su operación

- a) Subestaciones de Corriente Alterna
- b) Subestaciones de Corriente Continua

4.2.1.2- Por su construcción

- a) Subestaciones de intemperie
- b) Subestaciones de interior
- c) Subestaciones blindadas

4.2.1.3- Por su servicio

a) Subestaciones Primarias

- 1) Subestaciones Elevadoras
- 2) Subestaciones Receptoras
- 3) Subestaciones De distribución ó enlace
- 4) Subestaciones De switcheo ó de maniobra
- 5) Subestaciones Convertidoras
- 6) Subestaciones Rectificadoras

b) Subestaciones Secundarias

- 1) Subestaciones receptoras
- 2) Subestaciones reductoras
- 3) Subestaciones elevadoras
- 4) Subestaciones distribuidoras
- 5) Subestaciones de enlace
- 6) Subestaciones Convertidoras o rectificadoras

4.2.2- Conexiones de subestaciones

Las conexiones más usuales para uso en la subestación se pueden dividir en dos grupos

- I) Conexiones para subestaciones elevadoras (grupo generadora subestación)
- II) Conexión para subestaciones receptoras o de enlace

Conexión para subestaciones elevadoras - Se puede mencionar las siguientes

4.2.2.1- Conexión directa a barras.-

En esta se encuentran conectados directamente al bus los generadores por medio de interruptores y se emplea para distribución urbana se debe de utilizar con capacidades no mayores de 10 MVA.

4.2.2.2- Conexión bloque o unidad.-

Es cuando los generadores se encuentran conectados al Bus directamente por medio de un transformador es una de las más empleadas, se usa en aquellos casos en que la tensión de transmisión es mayor que el de generación y con ella se logra tener mayor protección contra las corrientes de corto circuito

4.2.2.3. - Conexión para alimentar dos tensiones; una para transmisión y la otra distribución urbana.-

En algunos casos el lugar donde se encuentra instalada la central operadora es un sitio donde se requiere de servicio eléctrico la tensión en que se opera en las terminales debe de estar de acuerdo con la tensión que opera la distribución urbana se emplea en termoeléctricas que operan a baja capacidad y que entregue la energía a corta distancia

4.2.2.4. - Conexión para alimentar a 2 tensiones mayores que las de generación.-

En estos casos se recomienda transformadores con devanados terciarios, este tipo de conexión requiere de menor equipo auxiliar, en capacidades relativamente alta y que requieran continuidad en el servicio, es recomendable emplear 2 o más transformadores en paralelo con el objetivo de dividir la carga

4.2.2.5. - Conexión con Bus seccionado.-

En los casos en que la potencia de los generadores es grande el bus de acoplamiento de los generadores se secciona en 2 o más partes con el propósito de que puedan hacer intercambios de energía y en ciertos casos de que se puedan interconectar con interruptores de amarre, que normalmente están abiertos

4.2.2.6. - Conexión con doble barra.-

El sistema de doble barra permite que se alimente por una de ellas y se tenga a otra por los casos de emergencia o de mantenimiento de aisladores de la barra principal, (transferencia) también permite dividir la corriente cuando se tienen varios transformadores conectados en paralelo, ya que algunos pueden operar sobre la barra de transferencia y otros sobre la de reserva

4.2.2.7. - Conexión con doble barra (doble Bus) y con interruptor de amarre.-

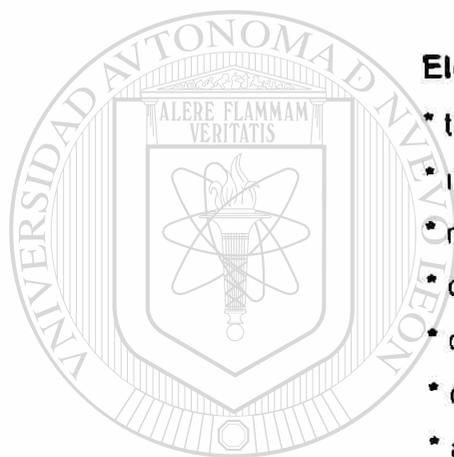
En los casos en que se tenga que pasar de una barra a otra sin interrumpir el servicio o alimentar por cualesquiera de las líneas de salida sin

interruptores, al sistema de doble barra se le conecta un interruptor de amarre entre las dos barras

Las conexiones para las receptoras y para las elevadoras son las mismas

4.3- Elementos de una subestación eléctrica

Los elementos que conforman una subestación eléctrica se dividen básicamente en dos elementos principales y elementos secundarios



Elementos principales

- * transformador
- * interruptor de potencia
- * restaurador
- * cuchilla fusible
- * cuchillas desconectoras
- * cuchillas de prueba
- * apartarrayos
- * tableros dúplex de control
- * condensadores
- * transformadores de instrumento

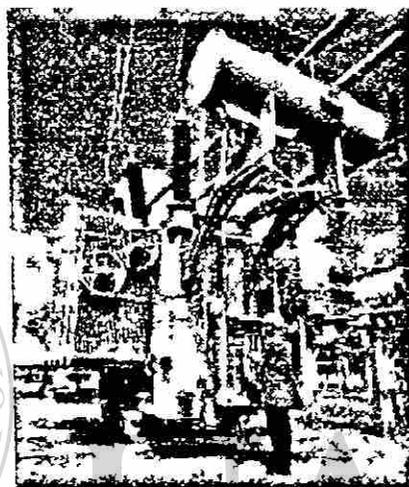
Elementos secundarios

- * cables de potencia
- * cables de control
- * alumbrado
- * estructura
- * herrajes
- * equipo contra incendio
- * equipo de filtrado de aceites
- * sistema de tierra

- * carrier
- * intercomunicador
- * trincheras ductos etc

4.4 EL TRANSFORMADOR

FIGURA 2 TRANSFORMADOR DE POTENCIA



4.4.1- El transformador

Es un aparato o dispositivo estático que es capaz de transferir energía o de elevar o reducir una tensión de un circuito eléctrico de C.A. mediante el principio de inducción electromagnética, pudiendo hacer una transformación entre circuitos sin necesidad de haber contacto eléctrico entre ellos.

Consiste básicamente en dos arrollamientos de conductores aislados, independientemente arrollados sobre un núcleo de acero laminar, en este caso se denomina transformador de núcleo metálico y de núcleo de aire cuando no tiene tal

El arrollamiento de alto voltaje o de alta tensión es el que tiene el mayor número de vueltas y conductor más delgado el arrollamiento de bajo voltaje o

de baja tensión es el que tiene el menor número de vueltas y el conductor más grueso

Un transformador es elevador cuando su arrollamiento de baja tensión es su primario, es decir se conecta a la línea y es reductor cuando su arrollamiento de alta tensión es el primario

La relación de transformación es la razón del número de vueltas del primario al secundario, la tensión inducida en el secundario dependerá de la relación de transformación y de la tensión aplicada al primario

4.4.2- Partes principales del transformador:

- a) Devanado de alta tensión
- b) Devanado de baja tensión
- c) Núcleo

4.4.2.1. - Elevación de la temperatura.-

Todos los aislamientos del transformador deben de operar de manera continua a una temperatura de 65°C sobre 40°C de temperatura ambiente y la elevación de la temperatura del punto más caliente no debe de exceder los 80°C con un incremento de capacidad del 12 % sobre los KVA nominales a 55°C sin reducir la vida normal del transformador la elevación de la temperatura de los devanados a tensión normal y 112% de los KVA nominales no debe de exceder los 65°C la vida esperada del transformador cuando opera a 65°C no debe de ser menor que cuando opera a 55°C

4.2.2.2. - Altura de operación.-

Todos los transformadores se diseñan para operar a 1000 m s n m en caso contrario se debe de especificar en los datos del fabricante

4.4.2.3. - Impedancia.-

Este se deberá de especificar o solicitar garantizada, solamente se necesita si el transformador requerido se va a emparejar con otro transformador

4.4.2.4. - Derivaciones.-

Normalmente se construyen con derivaciones de 2.5% de la tensión nominal en el devanado de alta tensión a nosotros nos corresponde decidir si queremos 2 arriba o 2 abajo, ó 1 arriba y 3 abajo, ó 3 arriba y 1 abajo de la tensión nominal En caso que se necesitara un cambiador de derivaciones se necesitara lo siguiente

- 1 - Todas las derivaciones deben de ser a carga plena,
- 2 - El número de derivaciones conveniente que sea de 10 arriba y de 10 abajo de la tensión nominal de un valor cada uno de 1% de la misma
- 3 - La banda de regulación total debe de ser del 10% de la tensión nominal
- 4 - Las derivaciones deben de estar sobre el devanado de alta tensión

4.4.3- Elementos que conforman a un transformador

Partes esenciales del transformador :

- 1.- Tanques
- 2 - Tubos radiadores
- 3.- Nucleo (circuitos magnéticos)
- 4.- Devanados
- 5.- Tanque conservador
- 6.- Indicador de nivel de aceite
- 7.- Rule de protección (Bulchholz)
- 8.- Tubo de escape
- 9 - Y 10 boquillas o aisladores de porcelana
- 10.- Tornillos opresores
- 11 - Conexión de los tubos radiadores
- 12.- Termómetro
- 13.- Bases de rolar
- 14 - Refrigerante

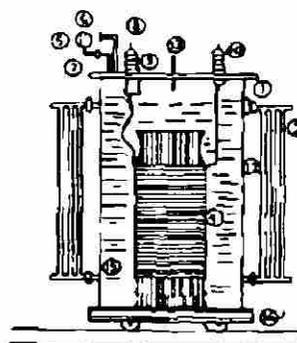


FIGURA 3 PARTES DE UN TRANSFORMADOR

Además se pueden visualizar los siguientes elementos

- * Aislamientos
- * Aislantes
- * Boquillas
- * Ganchos de sujeción
- * Válvula de carga de aceite
- * Válvula de drenaje
- * Placa de tierra
- * Placa de características
- * Manómetro
- * Tap's

4.4.4- Clasificación de los transformadores

1 - Por la forma del núcleo

- a) tipo columna
- b) tipo acorazado
- c) tipo envolvente
- d) tipo radial

5 - Por el medio refrigerante

- a) aire (W)
- b) aceite (O)
- c) líquido inerte

2 - Por el número de devanadas

- a) dos devanadas
- b) tres devanadas

3. - Por la regulación

- a) fija
- b) variable con carga
- c) variable sin carga

4 - Por la operación

- a) de potencia
- b) de distribución
- c) de medición

6 - Por el tipo de enfriamiento

- a) OA
- b) FA
- c) FOA
- d) OW
- e) OW/A
- f) OA/AF
- g) OA/FA
- h) FOA
- i) OA/FA/FOA
- j) FOW
- k) AA/FA

4.4.5- Tipos de conexiones en transformadores

4.4.5.1. - Conexión delta - delta:

Se utiliza comúnmente en lugares donde existen tensiones relativamente bajas. En sistemas de distribución se utiliza para alimentar cargas trifásicas a 3 hilos. Presenta la desventaja de no tener hilo de retorno, en cambio tiene la ventaja de poder conectar los devanados primario y secundario sin desfaseamiento.

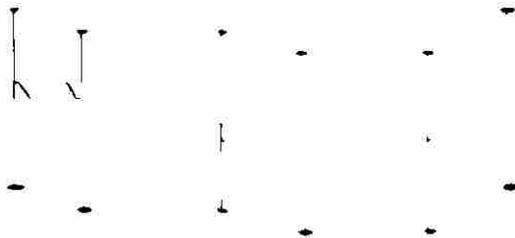


FIGURA 4 CONEXIÓN DELTA-DELTA

4.4.5.2. - Conexión delta - estrella:

Se emplea en aquellos sistemas de transmisión en que es necesario elevar voltajes de generación en sistemas de distribución conviene por que se pueden tener 2 voltajes diferentes



FIGURA 5 CONEXIÓN DELTA ESTRELLA

4.4.5.3. - Conexión estrella - estrella:

Se emplea en tensiones muy elevadas ya que se disminuye la cantidad de aislamiento puede conectarse a un hilo de retorno

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FIGURA 6 CONEXIÓN ESTRELLA- ESTRELLA

4.4.5.4. - Conexión estrella - delta:

Se utiliza en los sistemas de transmisión de las subestaciones receptoras cuya función es la de disminuir el voltaje generalmente es usada en la distribución rural.

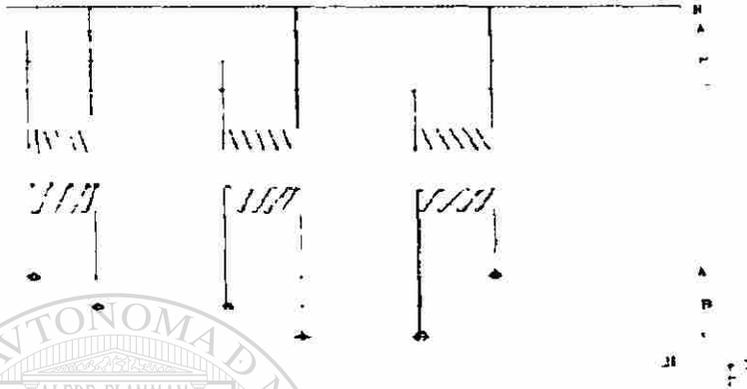


FIGURA 7 CONEXIÓN ESTRELLA-DELTA

4.4.5.5. - Conexión delta abierta - delta abierta:

Esta puede considerarse como una conexión de emergencia en transformadores Trifásicos, ya que si un transformador se quema o sufre de averías en sus fases, se puede seguir alimentando carga trifásica operando el transformador en 2 fases, solo que su capacidad disminuye a un 5.8% aproximadamente, los transformadores Trifásicos en este tipo de conexión se emplean en sistemas de baja capacidad.

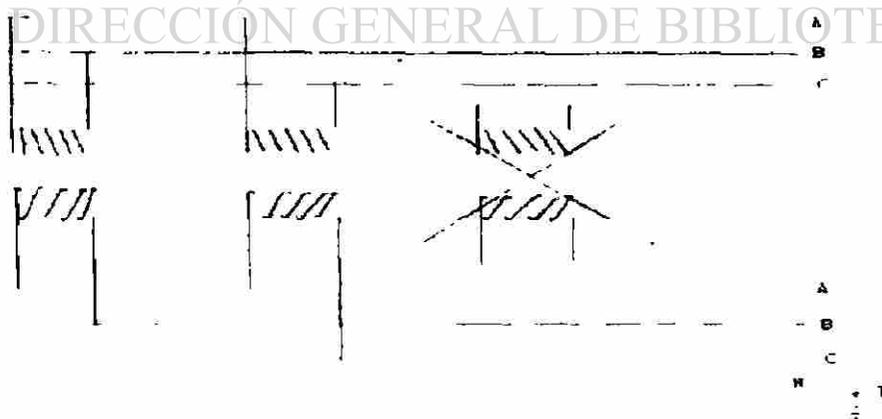


FIGURA 8 CONEXIÓN DELTA ABIERTO DELTA-ABIERTA

4.4.5.6. - Conexión de transformadores en bancos Trifásicos:

Los monofásicos básicamente se conectan en 2 tipos de circuitos de muy alto voltaje y los que requieren de continuidad en el servicio Normalmente son 3 transformadores en operación y un transformador en reserva. Las conexiones se hacen en transformadores monofásicos para lograr bancos trifásicos

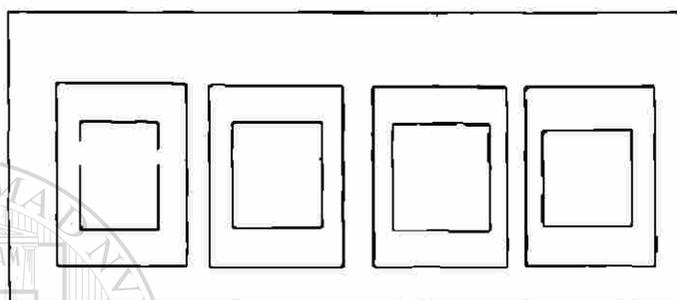


FIGURA 9 BANCO DE TRANSFORMADORES

4.4.6. - Transformadores conectados en paralelo

Se entiende que están conectados en paralelo aquellos transformadores cuyos primarios están conectados a una misma fuente y cuyos secundarios están conectados a la misma carga

4.4.6.1. - Razones para la operación de transformadores en paralelo.

- ✱ Cuando las capacidades de generación son muy grandes y no se fabrican de esa capacidad o bien si se quiere repartir la carga
- ✱ Se aumenta la capacidad de una industria o sistema ya que resulta más conveniente emparalelar otro transformador que comprar e instalar un transformador de la capacidad total.

- * Se desea continuidad en el servicio en una instalación donde la carga se divide en 2 o más transformadores en paralelo de tal forma que el servicio no quede interrumpido por alguna falla o reparación

4.4.6.2. - Condiciones de Emparalelamiento de los transformadores.

- * Igual relación de voltaje
- * La impedancia debe de ser la misma (en tanto por ciento).
- * Igual relación de potencia a resistencia (x / R)
- * Igual polaridad
- * Misma secuencia

4.4.7. - Marcas de polaridad

La ASA Americana Standard Asociación elabora un sistema patrón para marcar las terminales de los transformadores, las de alto voltaje se marcan H1 y H2, las de bajo voltaje se marcan X1 y X2, la terminal H1 esta situado en la parte izquierda cuando el transformador se ve del lado de bajo voltaje, cuando H1 es instantáneamente positivo, X1 es también instantáneamente positivo. Los de polaridad sustractiva son aquellos en los que las marcas H1 y X1 están directamente opuestas, los de polaridad aditiva son los en los que se encuentran diagonalmente entre si

Las terminales de los transformadores están marcados generalmente por etiquetas o por letreros pero estos pueden perderse por lo que se he elaborado un sistema de pruebas para identificar las terminales en los transformadores

Generalmente se utiliza un voltaje bajo para la prueba de 240 volt, debido a que es muy fácil encontrarlo en los laboratorios de pruebas, con este voltaje aplicado al devanado de 2400 volt se inducen 24 volt en el secundario porque la

relación de transformación en este caso es de 10 1, el voltaje conectarlo de $H2$ a la terminal de baja tensión $X1$ dará como resultado el valor de 240 volt \pm 24. El voltímetro de la terminal de alto voltaje $H2$ a la de bajo voltaje que está directamente enfrente de ella indica la suma de los voltajes primarios y secundarios, un transformador con este tipo de marcas tiene polaridad aditiva. La figura arriba muestra la prueba de un transformador de polaridad sustractiva, los 240 volt inducidos en el secundario se operen a los 2400 volt que entran a $X1$ desde la conexión hecha en el puente temporal, Por lo tanto el voltímetro conectado en $H2$ a la terminal de bajo voltaje $X2$ indicará un valor de 2400-240 volt o sea 2160 volt

La ASA y la NEMA (*National Electric Manufacturers Association*) han elaborado las normas siguientes sobre la polaridad de los transformadores. la polaridad aditiva será normal para todos los transformadores monofásicos hasta el de 200 KVA y que tenga voltajes que no excedan de 9000 volt. La polaridad sustractiva será normal para todos los transformadores monofásicos hasta el de 200 KVA cualquiera que sea su voltaje la polaridad sustractiva será normal para todos los transformadores monofásicos hasta el de 200 KVA y menores que tengan voltajes superiores a 9000 volt

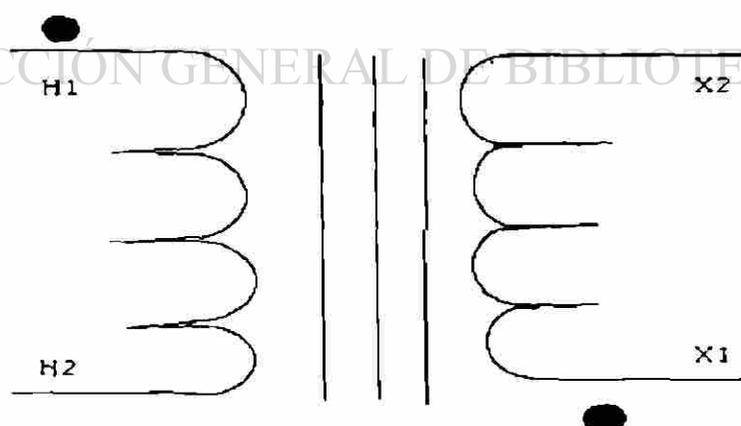


FIGURA 10 TRANSFORMADOR CON POLARIDAD ADITIVA

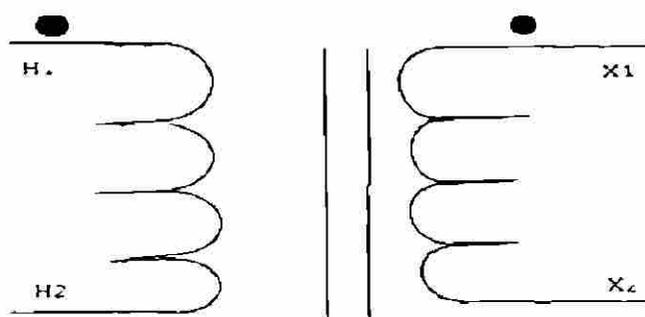
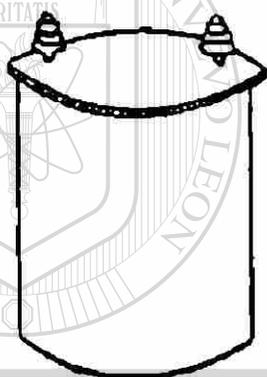


FIGURA 11 TRANSFORMADOR POLARIDAD SUSTRACTIVA

4.4.8. - Tipos de enfriamiento más empleados

4.4.8.1. - Tipo OA:

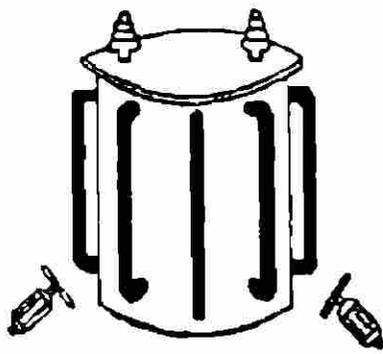


OA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio.- Por lo general en transformadores de más de 50 KVA se usan tubos radiadores o tanques corrugados. Para disminuir las pérdidas en capacidades mayores de 3000 KVA se usan radiadores de tipo desmontables. Este tipo de transformadores con voltajes de 46 KV. O menos puede tener como medio de enfriamiento liquido inerte en lugar de aceite

FIGURA 12 TRANSFORMADOR TIPO OA

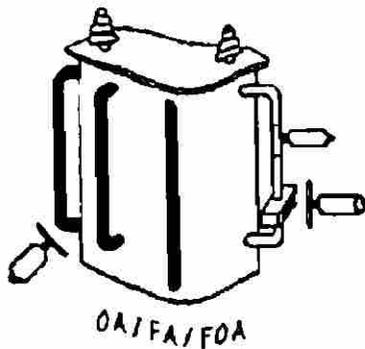
4.4.8.2. - Tipo OA/FA:



OA/FA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio por medio de aire forzado - Este es como un transformador OA con ventiladores para disipar calor (aire forzado) FA

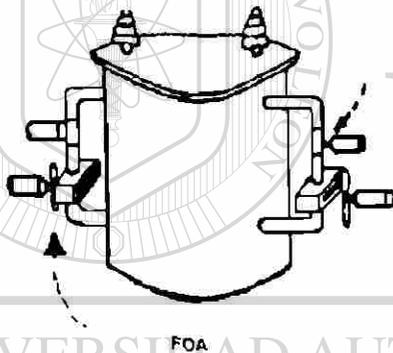
FIGURA 13 TRANSFORMADOR TIPO OA/FA



4.4.8.3. - Tipo OA/FA/FOA:

Sumergido en aceite con enfriamiento propio basándose en aire forzado y aceite forzado. Este es básicamente un transformador OA con adición de ventiladores y bombas para circulación de aceite.

FIGURA 14 TRANSFORMADOR TIPO OA/FA/FOA

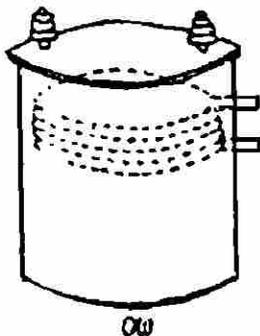


4.4.8.4. - Tipo FOA:

Sumergido en aceite con enfriamiento con aceite forzado y con enfriamiento de aire forzado. Este tipo de transformador se usa únicamente donde se desea que operen al mismo tiempo las bombas de aceite y los ventiladores.

FIGURA 15 TRANSFORMADOR TIPO FOA

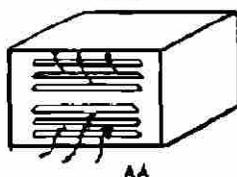
4.4.8.5. - Tipo OW:



Sumergido en aceite y enfriamiento con agua. En este tipo de enfriamiento el agua es conducida por serpentines los cuales están en contacto con el aceite aislante del transformador. El aceite circula alrededor de los serpentines por convección natural.

FIGURA 16 TRANSFORMADOR TIPO OW

TRANSFORMADORES TIPO SECO



4.4.8.6. - Tipo AA:
 Tipo seco con enfriamiento propio - No contiene aceite ni otros líquidos para enfriamiento usados en voltaje nominales menores de 15 KVA, en pequeñas capacidades.

FIGURA 17 TRANSFORMADOR TIPO AA



4.4.8.7. - Tipo AFA:

Tipo seco enfriado con aire forzado - Estos transformadores tienen una capacidad simple basada en la circulación de aire forzado por ventiladores o sopladores

FIGURA 18 TRANSFORMADOR TIPO AFA

4.4.9. - Control del transformador

- 1 - Temperatura del transformador
- 2 - Presión del transformador
- 3 - Nivel de aceite o líquido
- 4 - Rigidez dieléctrica del aceite

4.4.9.1. - Control de temperatura del transformador:

La temperatura de un transformador se lee por medio de termómetros de mercurio, y en algunos casos por medio de termopares colocados en los devanados que alimentan a milivoltímetros calibrados en centígrados. Existen varios métodos para controlar la temperatura.

Los más avanzados son el control de temperatura por medio del dispositivo de imagen térmica con relevador T R O. Se basa en que cualquier

falla dentro del transformador se manifiesta como una variación de corriente y la protección por el revelador Buchholz. Se emplea en transformadores que emplean tanque conservador. Su principio se basa en que toda falla interna va acompañada de una producción de gases.

4.4.9.2. - La presión de los transformador:

Se controla normalmente por medio de manómetros que pueden tener accionamiento automático.

4.4.9.3. - El nivel de aceite o líquido:

Se puede controlar por medio de indicadores de nivel que así mismo se pueden controlar automáticamente.

4.4.9.4. - La rigidez dieléctrica del aceite:

Se controla tomando muestras periódicas del aceite del transformador por medio de la válvula de muestra que se encuentra colocada por lo general en la parte inferior del transformador.

4.4.10. - Especificaciones para transformadores

1) Objeto

2) Información general

3) Datos para el diseño del transformador

- * Tipo de transformador
- * Número de unidades
- * Frecuencia de operación
- * Refacciones
- * Número de devanados

- * Relación de transformadores
- * Clase a que corresponde de acuerdo a normas
- * Derivaciones a plena carga en el lado de alto voltaje
- * Derivaciones a plena carga en el lado de bajo voltaje
- * Conexiones entre fases para alto voltaje y bajo voltaje
- * Sistema de enfriamiento
- * Cambiar de derivaciones con carga y sin carga
- * Accesorios (ganchos de sujeción, termómetro)
- * Boquillas del lado de alto voltaje bajo voltaje y neutro
- * Equipo requerido para el control
- * Tipo de base con el riel
- * Tipo de control manual o automático
- * Desplazamiento angular
- * Altura de sitio de instalación
- * Clase de aislamiento de los devanados generalmente de clase A
- * Capacidad continua con una elevación de temperatura en el cobre de 55° C por aumento de resistencia sobre una temperatura ambiente de 40° C

4) Planos e instructivo

5) Eficiencia

6) Pena por eficiencia

7) Tipos de anticipo

8) Lugar y fecha de concurso

9) Inspección y aceptación del equipo usado en la fabricación

10) Garantía de cumplimiento del tiempo de entrega

11) Garantía de calidad

12) Fianzas

4.4.11. - Devanados

Los devanados secundarios de los transformadores de corrientes deben de tener los medios para poner en corto circuito, conectar a tierra simultáneamente y aislar los transformadores del equipo normalmente conectado al circuito alimentador

Los circuitos secundarios de los transformadores de potencial deben estar provistos de algún medio de desconexión segura que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios en el lado del primario debe de colocarse fusibles

Para protección de los transformadores contra sobrecorriente debe de cumplirse con los siguientes requisitos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En los transformadores de más de 600 volt cuando se emplean fusibles su capacidad nominal no debe exceder el 250 por ciento de la corriente nominal primaria del transformador en caso de emplear un interruptor automático su ajuste de disparo no debe de exceder el 300 por ciento de la capacidad de dicha corriente del transformador

Cuando el 250 por ciento nos da un valor de capacidad del fusible que no está comercializado se podrá usar la capacidad siguiente superior y también se

podrá usar un solo fusible para dos o más transformadores tomando en cuenta el transformador de más baja capacidad

Cada transformador de 600 volt o menos en su lado del primario debe estar protegido por un dispositivo cuya capacidad nominal o ajuste no exceda el 125 por ciento de la corriente nominal del mismo lado del transformador, cuando la corriente nominal del lado primario del transformador sea de 9 amperes o más y el 125 por ciento de esta corriente no corresponde a una capacidad ajustada de fusible, se podrá usar la capacidad siguiente superior, cuando la corriente nominal del lado primario del transformador sea de 9 amperes puede usarse un dispositivo cuya capacidad nominal o ajuste no exceda el 165 por ciento de la corriente en caso que la corriente nominal del lado del primario del transformador sea de 2 amperes puede usarse un dispositivo con capacidad nominal o ajuste hasta el 300 por ciento de la misma corriente del Transformador

Un transformador de 600 volt o menos que tenga en el lado secundario un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuya capacidad nominal o ajuste no exceda del 125 por ciento de la corriente nominal de dicho lado, no requiere de un dispositivo individual de sobre corriente en el lado primario, si el dispositivo de sobrecorriente del circuito que alimenta al transformador tiene una capacidad nominal o ajuste mayor del 250 por ciento de la corriente nominal primaria del transformador

4.4.12. - Transformadores para instrumento

4.4.12.1. - Transformadores para instrumentos

Se le denomina a aquellos que se emplean para alimentar a equipos de medición, control o protección

4.4.12.2. - Clasificación de los transformadores para instrumentos

- 1 - Transformadores de corriente
- 2 - Transformadores de potencial

4.4.12.3. - Transformadores de corriente:

Se conoce con este nombre a aquel que tiene como función principal el cambiar el valor de la corriente de uno más o menos elevado a otro el cuál puede alimentar instrumentos de protección o control, medición, como amperímetros wattmetros, instrumentos registradores, relevadores de sobrecorriente etc

La capacidad de estos instrumentos es muy baja, se determina sumando la capacidad de todos los instrumentos que va a alimentar y pueden ser de 15, 30, 50, 60 y 70 KVA

La relación de transformación son diferentes valores pero la corriente en el devanado secundario normalmente es de 5 amperes

Como estos transformadores van a estar conectados a sistemas Trifásicos, las conexiones que pueden hacerse con ellos son las mismas que con los transformadores normales

Hay transformadores de corriente que operan con corrientes muy bajas estos transformadores pueden construirse sin el devanado primario ya que lo constituye la línea a la que va a conectarse y se le denomina tipo dona.

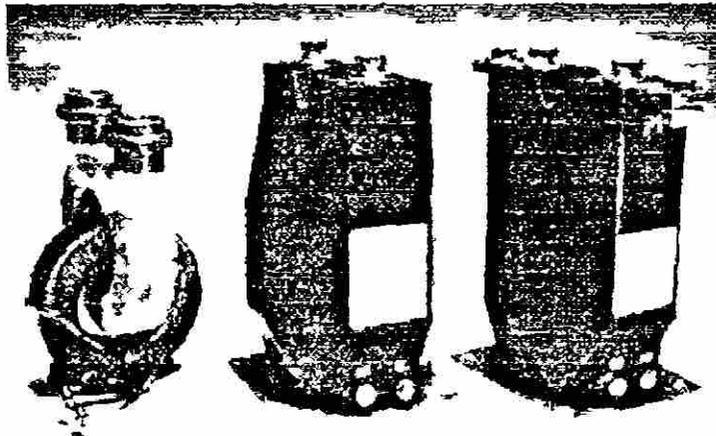


FIGURA 19 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

4.4.12.4. - Transformadores de potencial:

Se les denomina así a los transformadores cuya función principal es la de cambiar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente, estos transformadores sirven para alimentar instrumentos de medición, control o protección que requieren de una señal de voltaje.

Su capacidad es baja ya que se determina sumando la capacidad de los instrumentos a los que va a alimentar y varia de 16 a 60 VA, se construyen para diferentes relaciones de transformación pero el voltaje en el devanado secundario es normalmente de 115 volt.

Los aislamientos usados son de muy buena calidad y son generalmente los mismos que se usan para los transformadores de corriente (pyranol, clorextol, etc). Los transformadores para instrumentos tienen diferentes tipos de precisión de acuerdo con el empleo que se le dé, a esta precisión se le denomina clase de precisión y se selecciona de acuerdo a

- A) Son generalmente transformador patrones que son empleados en laboratorios para calibración por contrastación

- B) Estos pueden emplearse como transformadores patrones, o para alimentar instrumentos que requieren de mucha precisión
- C) Estos se emplean para alimentar instrumentos de medición normal y para alimentar instrumentos de protección



FIGURA 20 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

4.4.13. - Especificaciones para transformadores de instrumentos®

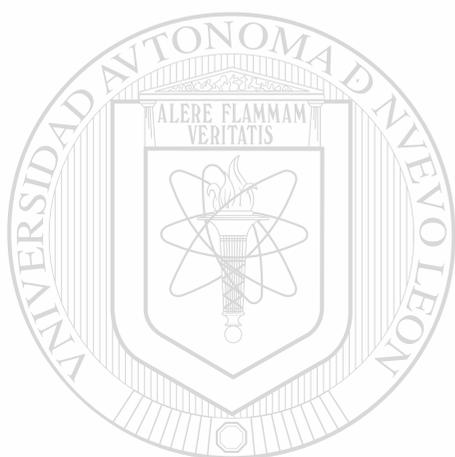
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.4.13.1. - Transformador de corriente

- a) función a desempeñar
- b) relación de transformación (corriente primaria)
- C) tensión de operación
- D) clase de precisión y tolerancia

4.4.13.2. - Transformador de potencia

- a) función a desempeñar
- b) relación de transformación (voltaje primaria)
- c) colocación de boquillas (en caso de subestación a la intemperie)
- d) clase de precisión y tolerancia



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5. - ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

5.1- FUSIBLES

Los fusibles abren circuitos antes de que las altas corrientes causadas por cortos circuitos puedan hacer daño alguno

La corriente máxima que puede soportar un fusible antes de que se funda y abra el circuito, se llama capacidad del fusible

Los fusibles normalmente están clasificados en amperes. Los fusibles abren los circuitos para evitar que las corrientes altas causadas por los cortos circuitos causen daño

Un fusible debe hacer tres cosas

- 1) "saber", o sentir cuando existe un corto circuito
- 2) abrir el circuito antes de que haya sufrido daño
- 3) No debe tener efecto en el circuito durante la operación normal

Básicamente, la mayor parte de los fusibles son tramos de conductores o elementos de metal suave, contenidos dentro de algún recipiente. El fusible está conectado a un circuito de manera que el fusible está en serie con las cargas y la fuente de energía. Esto significa que toda la corriente del circuito fluye a través del fusible, este presenta muy poca resistencia de manera que prácticamente no tiene efecto sobre el circuito en condiciones normales

Cuando ocurre un corto circuito, la corriente que pasa a través del fusible aumenta gradualmente lo cual produce un aumento de calentamiento. En dicho fusible este tiene un punto de fusión bajo lo cual significa que se funde a una temperatura más baja que los conductores comunes de alambre. Cuando el calor causado por la corriente del corto circuito llega al punto de fusión del fusible, este se funde y abre el circuito

5.1.1- LA FUNCIÓN DE LA PROTECCIÓN POR FUSIBLES

La función de la protección es retirar rápidamente del servicio un elemento cuando sufre una falla esta puede ser un corto circuito una sobrecorriente un funcionamiento anormal que pueda causar daño al personal el equipo y a la instalación

El equipo de protección trabaja interrumpiendo y desconectando el elemento con **falla, sobrecarga, sobrecorriente o cortocircuito**, separándolo del resto del sistema de distribución

Las características de un equipo de protección son

sensibilidad
selectividad
velocidad
confiabilidad

U A N L

5.1.2- Sensibilidad

Que sea lo suficientemente sensible, para funcionar en forma segura cuando se necesite

5.1.3- Selectividad.

Seleccionar entre un funcionamiento rápido o un funcionamiento con acción retardada

5.1.4- Velocidad.

Debe de funcionar a la velocidad apropiada

5.1.5- Confiabilidad

Tenemos que tener la certeza de que si funcionen y con seguridad

Los fusibles son los elementos de protección más simples y antiguos

Son sensores e interruptores a la vez, se instalan en serie con el circuito que protegen y por lo general van montados en la caja de los interruptores

5.2- Definiciones de Fusibles

Definiciones

5.2.1. - Capacidad Interruptiva.

Es el valor eficaz de la corriente de cortocircuito máxima prevista, que el dispositivo debe interrumpir satisfactoriamente

5.2.2. - Corriente Nominal.

Es el valor de designación al que se refieren las características técnicas de diseño de un determinado tipo de eslabón fusible

5.2.3. - Corriente Nominal de Conducción Continua.

Es el valor de corriente igual a 1.5 veces el valor de la corriente nominal que puede conducir continuamente el eslabón fusible, sin que se cambien sus características de diseño

5.2.4. - Elemento Fusible.

Parte de un eslabón fusible diseñado para fundirse cuando las características corriente - tiempo de fusión alcanzan un valor determinado

5.2.5. - Eslabón Fusible.

Parte reemplazable que se monta en la porta fusible de los cortocircuitos que incluye el elemento o elementos fusibles

5.2.6. - Eslabón Fusible Universal.

Es aquel que para cada valor de corriente nominal, garantiza intercambiabilidad eléctrica y mecánica dentro de límites de corriente - tiempo especificados e intercambiabilidad mecánica para fines de montaje

5.2.7. - Eslabón Fusible Tipo Fraccionario AI (Alto Impulso).

Son los eslabones fusibles con relaciones de velocidad de fusión que varían desde 67 para la capacidad nominal de 1/3 de Amper hasta 19 para la capacidad nominal de 15 Amper

5.2.8. - Eslabón Fusible Tipo K (Rápido).

Se denomina así a aquellos eslabones fusibles con relaciones de velocidad de fusión que varían desde 6 para la capacidad nominal de 6 Amper Hasta 8 para la capacidad nominal de 200 Amper

5.2.9. - Eslabón Fusible Tipos (Estándar).

Se denomina así a aquellos eslabones fusibles con relación de velocidad de fusión que varía desde 6,89 para la capacidad nominal de 5 Amper Hasta 7,67 para la capacidad nominal de 200 Amper

5.2.10. - Eslabón Fusible Tipo T (Lento).

Se denomina así a aquellos fusibles con relación de velocidad de fusión que varían desde 10 para la capacidad nominal de 6 Amper. Hasta 13 para la capacidad nominal de 200 Amper

5.2.11. - Pruebas de Aceptación.

Son pruebas que se efectúan en presencia de un representante del usuario para verificar la conformidad del producto, con las especificaciones

En las pruebas de diseño están comprendidas las de aceptación

Los más avanzados son el control de temperatura por medio del dispositivo de imagen térmica con relevador TRO . Se basa en que cualquier falla dentro del transformador se manifiesta como una variación de corriente y la protección por el revelador Buchholz, Se emplea en transformadores que emplean tanque conservador. Su principio se basa en que toda falla interna va acompañada de una producción de gases.

4.4.9.2. - La presión de los transformador:

Se controla normalmente por medio de manómetros que pueden tener accionamiento automático.

4.4.9.3. - El nivel de aceite o líquido:

Se puede controlar por medio de indicadores de nivel que así mismo se pueden controlar automáticamente.

4.4.9.4. - La rigidez dieléctrica del aceite:

Se controla tomando muestras periódicas del aceite del transformador por medio de la válvula de muestra que se encuentra colocada por lo general en la parte inferior del transformador.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.4.10. - Especificaciones para transformadores

- 1) Objeto
- 2) Información general
- 3) Datos para el diseño del transformador
 - * Tipo de transformador
 - * Número de unidades

Tensión máxima de diseño
 Capacidad Interruptiva
 Corriente nominal
 Corriente de cortocircuito Etc

5.3- CLASIFICACIÓN DE FUSIBLES

De acuerdo con las normas internacionales presentamos la clasificación de los fusibles de baja tensión

De la clasificación anterior tenemos que

V_n = Voltaje nominal
 I_n = Corriente nominal
 CI = Capacidad Interruptiva
 RT = Retardo de tiempo

Además tenemos otra subclasificación la cual se puede representar de la siguiente manera

Existen una gran variedad de fusibles De los cuales podemos agregar que

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.3.1- Fusibles de Tapón.

Son aquellos que se atomillan en los portafusibles respectivos, por medio de una rosca que tienen en su exterior



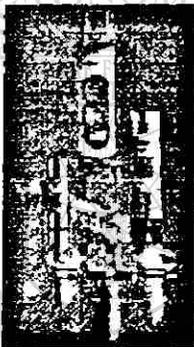
Figura # 1 FUSIBLES DE TAPON



5.3.2- Fusibles no Renovables.

Son aquellos a los cuales no se les puede cambiar el eslabón fusible y se inutilizan totalmente al fundirse éste

Figura # 2 FUSIBLES NO RENOVABLES



5.3.3- Fusibles De Cartucho.

Son aquellos que tienen el eslabón fusible dentro de un tubo aislante

Con contactos en los extremos en forma de casquillos o navajas.

FIGURA 3

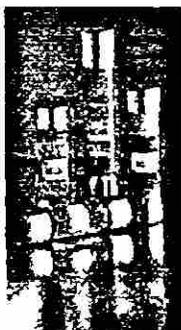
5.4- CONSTRUCCIÓN DE FUSIBLES

La fabricación de fusibles es muy diversa pero podemos generalizar de la siguiente forma

5.4.1- Los Fusibles de Tapón Roscado

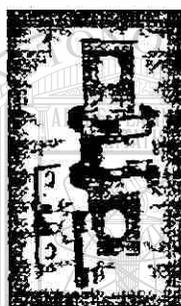


Figura 4, constan de un elemento fusible, un cuerpo, una rosca y una terminal



5.4.2- Los Fusibles De Cartucho

En la figura 5 se ilustra la construcción de los fusibles de cartucho renovables, en los que se observan los eslabones fusibles, que generalmente son de zinc



5.4.3- Fusible no Renovable del Tipo de Doble Elemento y de Casquillos

En la figura 6, se observa la construcción de un fusible no renovable del tipo de doble elemento y de casquillos cuyas partes fundamentales se describen a continuación:

5.5- ELEMENTOS DE UN FUSIBLE

5.5.1- Elemento de Corto Circuito.

Consiste en un eslabón de alambre o cinta provista de uno o más puentes que son las pequeñas secciones del eslabón, las cuales se espera sean las primeras en fundirse. Un eslabón puede tener dos o más puentes en paralelo o en serie. Generalmente estos elementos son de plata o cobre electrolítico.

5.5.2- Elemento de Sobrecarga.

Está formado por un émbolo en forma de pistón, un resorte y una guía unidos por medio de una aleación de estaño, la cual al fundir, debido a la sobrecarga, accionará el resorte jalando al émbolo hacia la guía y dejando de esta forma abierto el circuito.

5.5.3- Polvo de Relleno.

Normalmente consiste de arena de cuarzo de alta pureza y de grano uniforme. Es la que se encarga de extinguir el arco eléctrico provocado en el elemento de circuito corto.

5.5.4- Tubo de Fibra.

Es donde se aloja a todo el elemento fusible, está elaborado con fibra vulcanizada, porcelana, vidrio, melamina y algunos otros materiales aislantes.

5.5.5- Arandela de Retén.

Esta arandela tiene como fin separar el elemento de sobrecarga del polvo de relleno para dejar libre la operación del mismo.

5.6- REGLAS PARA EL USO DE FUSIBLES

5.6.1- Se debe utilizar siempre fusibles de la capacidad de corriente adecuada a la demanda de los motores o aparatos conectados al circuito en que éstos están intercalados. Esto es esencial, ya que los fusibles son un aditamento de seguridad. Operar no solamente en casos de circuito corto, sino que también al aumentar la sobrecarga de los motores u otras máquinas a niveles peligrosos, protegiéndolas de reparaciones costosas.

5.6.2- Cuando se funden uno o más eslabones fusibles o existe alguna anomalía en el circuito en donde están intercalados, hay que investigar la causa antes de reponerlo.

5.6.3- Al instalar un eslabón fusible en un cartucho renovable es necesario extraer todos los residuos del anterior y si las partes de contacto de tapas y navajas están flameadas, se deben lijar hasta que queden limpias y con sus superficies planas o uniformes.

5.6.4- Antes de colocar los fusibles en los interruptores de seguridad es preciso verificar que las navajas de éstos se encuentren en la posición de abierto

5.6.5- No sustituir los eslabones- fusibles con alambres u otros materiales ya que es una falsa economía que acarrea grandes peligros. Tampoco deben colocarse en un cartucho dos eslabones fusibles (excepto cuando así se recomiende) con el objeto de que conduzcan mayor corriente de la indicada en su etiqueta porque esto los destruye rápidamente

5.6.6- Los fusibles de cartucho nunca deben estar instalados a la intemperie o en lugares con ambiente muy húmedo ya que las partes de fibra se deforman perdiendo su alineamiento

5.6.7- Cuando el funcionamiento de las máquinas produzca vibraciones en los interruptores de seguridad éstos deben ser revisados periódicamente apretando todas sus conexiones y tuercas para evitar falsos contactos que reducen notablemente la vida de los fusibles de cartucho. La figura 5 ilustra la colocación e instalación de fusibles de tapón roscado y de cartucho

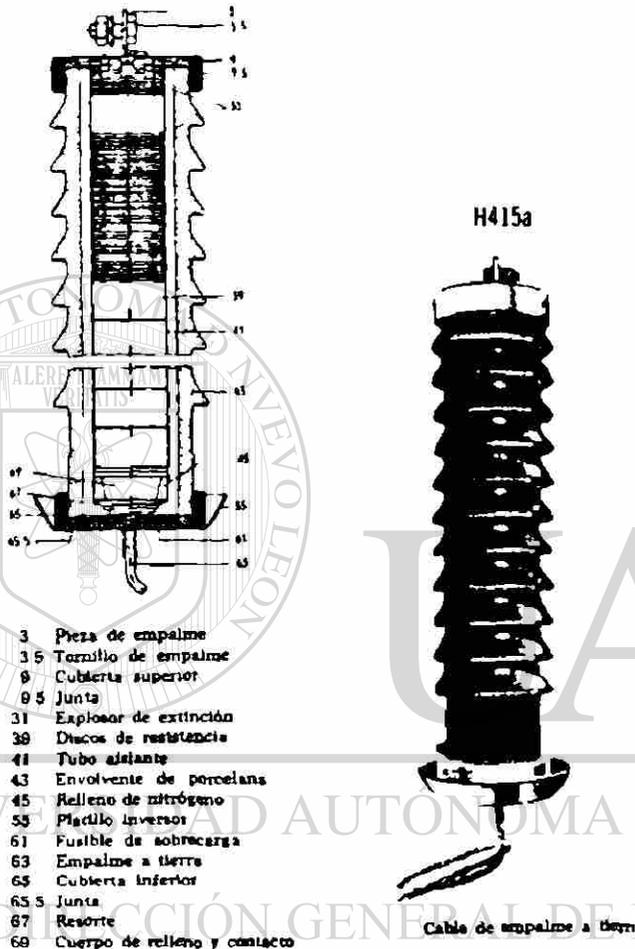
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.6.8- Los sujetadores de los fusibles figura 6 deben ser los adecuados para cada capacidad de fusibles a instalar y deben tener la suficiente presión de contacto para evitar calentamiento en los casquillos y navajas

5.6.9- Durante la instalación de fusibles se debe tener la precaución de hacer un montaje adecuado en la base porta fusible figura 6 y dar un apriete

LOS APARTARRAYOS

INTRODUCCION -



Actualmente muchos fabricantes restringen la manufactura de apartarrayos de tipo válvula donde de preferencia a los de tipo de expulsión, debido a las mejores características protectoras a la limitada capacidad para conducir corriente a la frecuencia de la potencia, a su larga vida de servicios y ala minimización de los problemas de coordinación de fusibles

FIGURA 7

Los APARTARRAYOS de tipo válvula descargan mas rápidamente y a más bajos voltajes de los frentes de onda

de descarga(onda electromagnética) que los APARTARRAYOS de tipo de expulsión. Las terminales de las bobinas de los transformadores no son tensionados por un completo colapso de voltaje que sigue a la descarga. Aunque los APARTARRAYOS de expulsión proveen un satisfactorio nivel de protección para muchos transformadores un grado mayor de protección es conseguido a través de la propia aplicación de los APARTARRAYOS de válvula.

Las sobretensiones que se presentan en las instalaciones de un sistema pueden ser de dos tipos:

- Sobretensiones de origen atmosférico
- Sobretensiones por fallas en el sistema

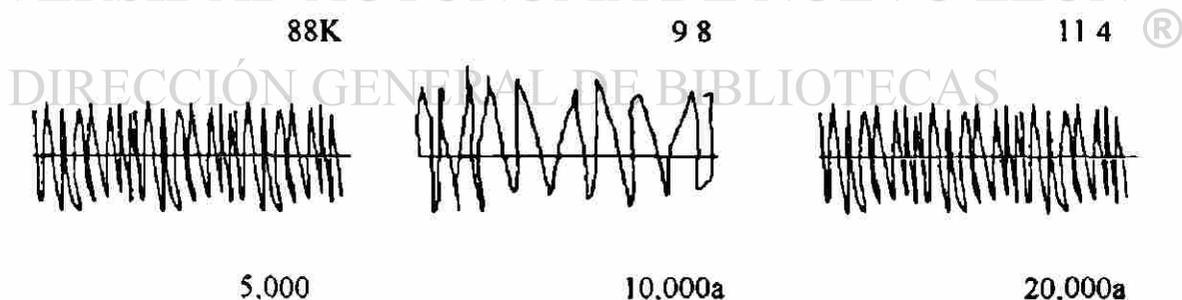
5.7.1- Función.

El APARTARRAYOS es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico

Las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan el equipo si no se le tiene protegido correctamente

Una onda de impulso irá en incremento a razón de cada 100 kv Por microsegundo por cada 12 kv De rango de voltaje del APARTARRAYOS ,

Para determinar el valor frente de cada arqueo por lo que el valor de voltaje de cresta del arco será lo suficiente bajo como para prevenir un flamazo de descarga próximo a la onda de choque sin el equipo de protección de distribución



Eléctricamente y mecánicamente los APARTARRAYOS son inafectados cuando se presentan descargas atmosféricas estando puestos en servicio por lo que prácticamente tienen vida ilimitada en ese sentido, pero las condiciones

atmosféricas y la erosión si afectan las características eléctricas y la vida del APARTARRAYOS Los que primeramente están en contacto con estos valores son el conducto y la válvula bloc

Cuando las condiciones sobre el sistema de distribución son normales el conducto permite el paso a la tierra de una diminuta corriente de fuga debido a la más resistente a través de la válvula

Cuando un choque de una descarga induce un frente de onda de voltaje positivo en los conductores, se ioniza los alrededores del aire inferior del conducto Cuando el dieléctrico del aire se rompe, la resistencia del conducto cae a cero, el conducto descarga y el frente de onda de corriente fluye a tierra Tan pronto como el conducto descarga, el frente de onda de voltaje inducido y puesto a través de la válvula bloc la cual exhibe muy baja resistencia al alto voltaje y permite que el frente de onda de corriente pase fácilmente a tierra

Después del frente de la onda ha pasado el voltaje a través de la válvula bloc para permitir que el conductor recupere sus propiedades aislantes a la siguiente corriente cero. Cuando el conducto Se recupera, solamente la corriente de fuga pasa a través del APARTARRAYOS y el voltaje del sistema aparece de nuevo únicamente a través del conducto permitiendo que la válvula bloc se recupera de los efectos del calentamiento producidos por el frente de onda y las corrientes a la frecuencia de la potencia

$$I_{60} = 104 \text{ amperes de cresta}$$

$$E_0 = 3050 \text{ volt}$$

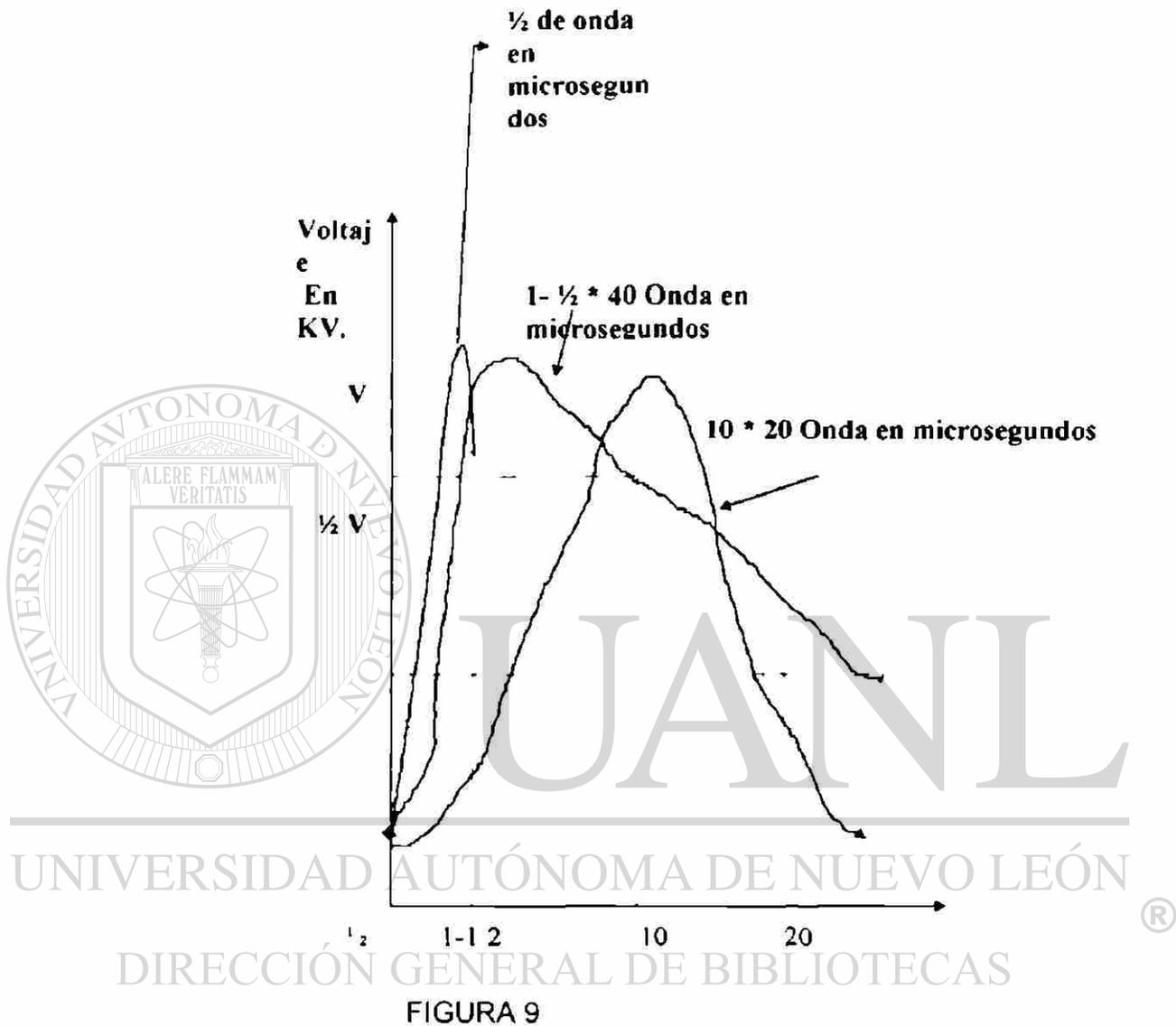
Cuando un APARTARRAYOS es dañado por un choque directo extremadamente severo o por un sostenido sobre voltaje o la frecuencia de la potencia, el aislador inmediatamente desconecta el APARTARRAYOS

De tierra

FIGURA 8



El frente de la onda de la prueba de fuego es una onda de impulso relativamente recta la que decrece rápidamente antes de que se obtenga la cresta normal de onda LAS ESPECIFICACIONES NEMA para transformadores de potencia recomiendan esta onda de $\frac{1}{2}$ microsegundo además de las otras pruebas de fuga



La función del APARTARRAYOS no es eliminar la onda de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas, sino eliminar su magnitud a valores que no son perjudiciales para las maquinas del sistema

5.7.2- la Forma del APARTARRAYOS es:

El aparta rayos es un dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema opera cuando se presenta un a sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya separación esta determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar



FIGURA 10

El interior del APARTARRAYOS de válvula consiste en un conducto de descarga y una válvula. El conducto de descarga aísla la línea de la tierra bajo condiciones normales de operación. La válvula es capaz de acarrear un alto frente de onda de corriente con una resultante de descarga de bajo voltaje. Sin embargo ella ofrece una alta impedancia a la corriente debida a la carga

5.7.3- Tipos de APARTARRAYOS:

El APARTARRAYOS de tipo Autovalvular consiste en varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variables cuya función es dar una operación más sensible y precisa. Se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones ya que representan una gran seguridad de operación. La aplicación de dos APARTARRAYOS de Autovalvular no está limitada por la máxima corriente de falla.

El APARTARRAYOS de resistencia variable funda su principio de operación en el principio general, es decir, con dos explosores, y se conecta en serie a una resistencia variable. Se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en sistemas de distribución.

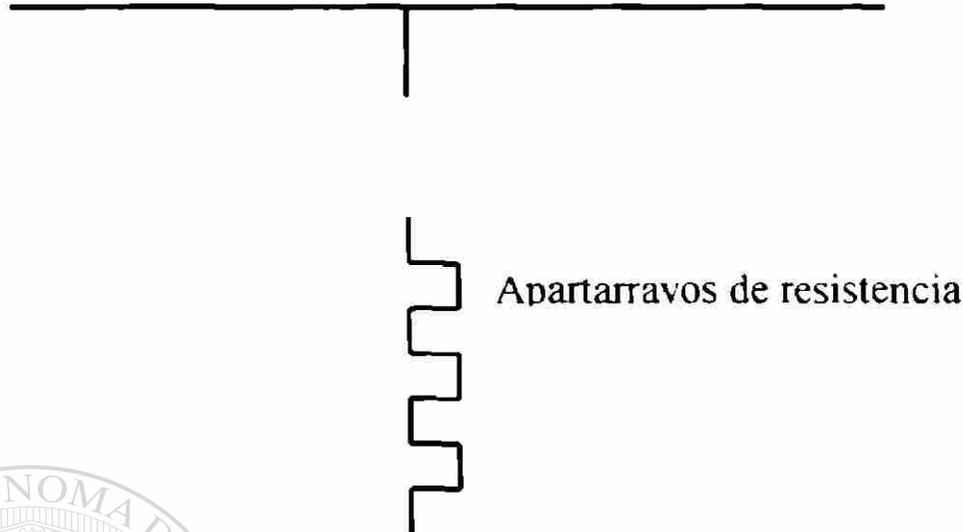
Los APARTARRAYOS de descarga están sujetos a dos niveles de voltaje: voltaje de operación del sistema y alta magnitud de frente de onda de voltaje de una descarga.

Los APARTARRAYOS de expulsión operan bajo un principio de presión tienen un definido límite tope y pueden tener una razón nominal más baja de corto circuito.

Demasiada corriente puede causar que explote y que también pequeñas corrientes emitidas causan un arco de expulsión.

Sin tomar en cuenta la capacidad del sistema el APARTARRAYOS de válvula pasará bajos valores de corriente fluyendo la frecuencia de la potencia. Los APARTARRAYOS de expulsión pueden parar altas corrientes las cuales pueden causar operaciones innecesarias de aparatos seccionalizados.

FIGURA 11 APARTARRAYOS DE RESISTENCIA



Otras pruebas de resistencia involucran altas corrientes con ondas de corta duración las cuales demuestran la capacidad de los APARTARRAYOS y con las ondas de larga duración y poca intensidad de prueba la estabilidad térmica del APARTARRAYOS y su capacidad para soportar maniobras

La prueba de impulsión es considerada la más importante para mostrar sobre todo la durabilidad de los APARTARRAYOS de distribución. Una serie de descargas usualmente especificadas como una onda de $10 * 20$ microsegundos de particular magnitud de intensidad son transmitidas al APARTARRAYOS® conectado al circuito normalmente suministrado.

Los APARTARRAYOS son raramente sujetos a repetidas descargas de esa naturaleza bajo las condiciones normales de operación.

Varios rangos y características de APARTARRAYOS mostrados en la tabla siguiente son obtenidos de pruebas como las descritas a continuación.

Los valores de voltaje de suministro y voltaje de impulso del aislamiento de un APARTARRAYOS son respectivamente el valor rms del voltaje a 60 ciclos y el valor máximo de cresta del voltaje de descarga que puede ser aplicado al APARTARRAYOS sin causar flameo. Debido a que los niveles de resistencia del aislamiento del APARTARRAYOS para las pruebas al impulso deben ser mayores a los del arco, los voltajes al impulso son determinados por cambios de partes internas del APARTARRAYOS.

Los rangos de voltaje de los APARTARRAYOS son valores máximos RMS 60 ciclos de voltaje a tierra al cual estará sujeto el APARTARRAYOS y aún bajo condiciones transitorias.

El voltaje de descarga es el voltaje que aparece cuando el APARTARRAYOS está sujeto a la corriente de descarga y es esperado en término del valor de cresta del voltaje el cual se aplica de acuerdo a cualquier onda específica para la prueba. La onda estándar para establecer los niveles de voltaje de descarga es la 10 * 20 microsegundos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Rangos de voltaje en Kv. , rms	Frente de onda del flamao dado en kv. hasta la cresta		Voltaje de descarga de 200 microsegundos onda de corriente de descarga, cresta de kv.							
			Para 1500 AMP amperes		Para 500 AMP		Para 10000 amperes			
			Prom.	Max.	Prom.	Max.	Prom.	Max	Prom.	Max

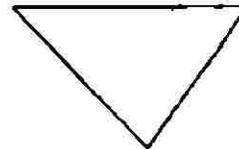
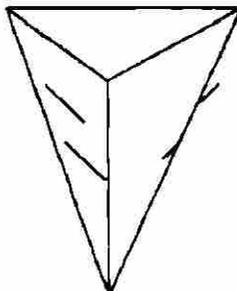
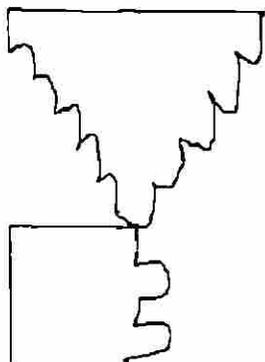
1	8	10	3	3.5	3.5	4	4	4.5	4.5	5
3	15	18	7.5	8	9	10	10	11.5	11.5	12.5
8	29	32	15	16	18	19	20	22	23	25
9	39	43	22	24	27	25	30	33	34	27
10	39	43	24	26	29	25	30	36	38	41
12	51	59	29	32	36	30	41	44	46	50
15	61	44	48	54	59	63	52	45	46	36
18	70	61	44	48	54	54	59	61	55	53
20	74	66	49	53	50	60	58	59	26	36

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TABLA NO. 1

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS Con una onda de 100 kv. , Por microsegundo para un apartarrayos de 12 kv. , Nominales.

Estos son las reacciones de los apartarrayos con el sistema y las fallas:



Sistema teórico conectado en
estrella con neutro y cero
impedancia

Son dispositivos que nos permiten proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico, las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan el equipo si no se les protege correctamente

Las sobretensiones que se presentan en las instalaciones de un sistema pueden ser de 2 tipos

- 1 - Sobretensiones de origen atmosférico
- 2 - Sobretensiones por fallas en el sistema

Para la protección del mismo se debe de tomar en cuenta los siguientes aspectos

- Descargas directas sobre la instalación
- Descargas indirectas

El caso que puede presentarse más frecuentemente es el de las descargas indirectas el apartarrayos que se encuentra conectado permanentemente en el sistema opera cuando se presenta determinada descarga drenando la corriente a tierra

Su principio de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre 2 explosores cuya separación esta determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar. Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos basados en el mismo principio de operación. Los más conocidos son

- 1 - Apartarrayos tipo Autovalvular
- 2 - Apartarrayos de resistencia variable

5.7.4. - El Apartarrayos de Tipo Autovalvular:

Consiste en varias capas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variables cuya función es dar una operación sencilla y precisa se emplea en sistemas que operan a grandes tensiones ya que representa una gran seguridad de operación

5.7.5. - El Apartarrayos de Resistencia Variable:

Funda su principio de operación en el principio general, es decir, con 2 explosores, y se conecta en serie con una resistencia variable, se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en sistemas de distribución

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas, sino limitar su magnitud a valores que no sea perjudiciales para la maquinaria del sistema

Las ondas normalmente se presentan de 1.5 a 40 microsegundos (onda americana) y 1 a 40 microsegundos (onda europea)

La función del apartarrayos es cortar su valor máximo de onda (aplanar la onda)

Las sobretensiones originadas por descargas indirectas se deben a que se almacenan sobre las líneas cargas electrostáticas, que al ocurrir la descarga se parte en 2 y viaja en ambos sentidos de la línea a la velocidad de la luz

Los apartarrayos protegen también a las instalaciones de descarga directas para lo cuál tiene cierto radio de protección. Para dar una mayor protección contra éstas se instalan unas varillas conocidas en las líneas de transmisión, la tensión a que operan los apartarrayos se conoce técnicamente como tensión de cebado del apartarrayos, el condensador se emplea como filtro junto con los apartarrayos de los generadores

5.8- INTERRUPTORES

Si la operación de apertura se efectúa sin carga (corriente) el interruptor recibe el nombre de cuchilla desconectadora, pero si la operación de apertura se efectúa con carga (corriente nominal) ó con corriente de corto circuito, en caso de una perturbación el interruptor recibe el nombre de disyuntor o interruptor de potencia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.8.1- Cuchillas

Las cuchillas son dispositivos que nos permiten aislar elementos de instalaciones eléctricas en forma segura, ya que nos da la certeza de que la maniobra se ha efectuado al tener un medio visible de desconexión y esto nos permite tener acceso al equipo aislado con toda seguridad

También nos sirve como elemento auxiliar de la transferencia de cargas entre buces de una subestación, por lo tanto, jamás se debe de operar cuando circule por ella una corriente

5.8.1.1- Clasificación de las Cuchillas

1. - Por medio del numero de polos:

- a) Monopolares
- b) Tripolares

2. - Por medio de su forma de agruparse:

- a) Apertura lateral -

La navaja gira de forma lateral y horizontal al accionarse

- b) Doble apertura lateral -

Igual que la anterior pero con 2 navajas y el contacto al centro

- c) Apertura vertical -

La navaja se mueve de forma vertical

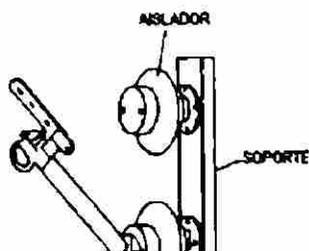
- d) Pantógrafo -

Se asemeja a un pantógrafo y se conecta a un aparato llamado trapecio se usa en circuito De 230 y 240 KV Con mas de 2 buces

- e) Semipantógrafo -

Más ligera que los anteriores se asemeja a un brazo.

5.8.1.2- Cuchilla Fusible

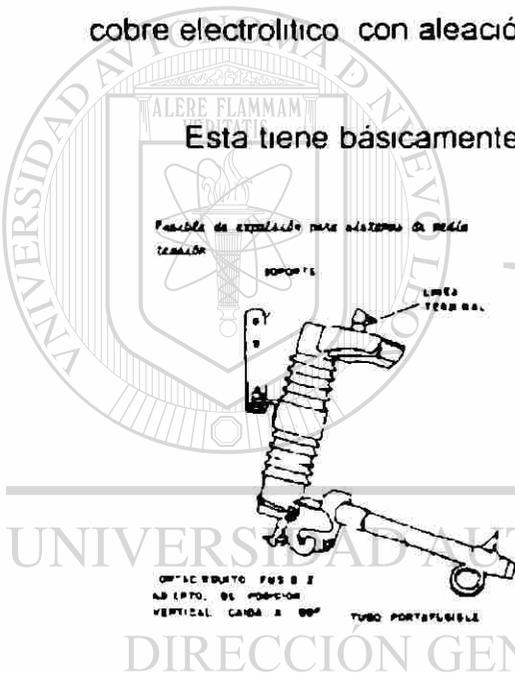


La cuchilla fusible es un elemento de desconexión y conexión de circuitos eléctricos

Tienen dos funciones, como cuchilla desconectadora para lo cual se conecta y desconecta como elemento de protección, el cual lo constituye el dispositivo fusible y que selecciona de acuerdo al valor de la corriente nominal que va a circular por él, pero los fabricantes tienen el correspondiente valor de ruptura por cualquier valor de corriente nominal

Figura # 12 interruptor de cuchillas

Los elementos fusibles están constituidos fundamentalmente de plata, cobre electrolítico con aleación de plata o cobre aleado con estaño



Esta tiene básicamente 2 funciones como cuchilla desconectadora para la cual conecta y desconecta, y como elemento de protección. El dispositivo de protección lo constituye el dispositivo fusible que se encuentra dentro del cartucho de conexión, el dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con la corriente nominal que va a circular por él, pero los fabricantes tienen el correspondiente valor de ruptura para cualquier valor de corriente nominal

Figura # 13 Interruptor de cuchillas de expulsión

Los elementos fusibles se construyen principalmente de plata, cobre electrolítico, con aleación de plata o cobre aleado con estaño. Las cuchillas fusibles están diseñadas para 15 KV (1000 amperes máximos) y 24.5 KV. Se utilizan para subestación de distribución o de potencia. Algunas recomendaciones para el uso de los diferentes tipos de cuchillas fusibles son

* **Cuchillas con 3 aisladores, 2 fijos y 1 giratorio en el centro:**



Se emplean en subestaciones tipo intemperie con corrientes elevadas y rangos de tensión de 34.5 KV

FIGURA # 14 CUCHILLAS GIRATORIAS

* **Cuchillas con cuernos de arqueo:**

Se usan a tensiones muy elevadas su empleo es muy indispensable en líneas largas

* **Cuchillas tipo pantógrafo:** Este tipo no es usado en América

* **Cuchillas con 2 aisladores de operación vertical:**

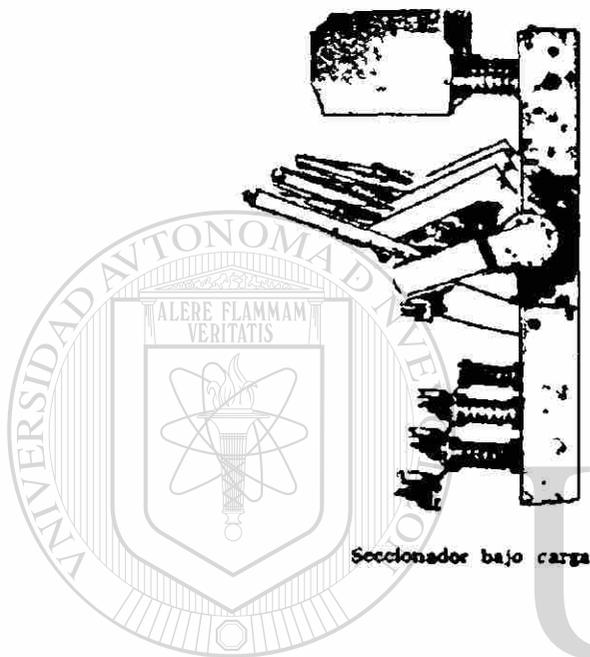
Se puede usar en interiores del rango de 23 KV Y para exteriores se pueden usar en cualquiera de los rangos normales de operación

* **Cuchilla con 2 aisladores de operación horizontal:** Es conveniente usarlas cuando se disponga de aire comprimido se usan en cualquiera de las tensiones normales de operación

* **Cuchillas con 3 aisladores de doble arco (tipo av):** Se emplean en instalaciones de corrientes elevadas y tensiones medias en sistemas de distribución a 33 y 23 KV Se usan para interconexión de líneas

* **Cuchillas con 3 aisladores, con el aislador central corredizo por cremallera:** Debido a su tamaño su rango de operación es igual al de las cuchilla de operación vertical

FIGURA 15



* **Seccionadores:**

Cuchillas que pueden desconectar circuitos con carga, y son casi siempre de operación vertical con accesos especiales para desconexión rápida se fabrican interruptores de corriente hasta de 1000 amperes a tensiones no mayores de 34.5 KV

5.8.1.3- Especificaciones

Los datos que se deben de proporcionar para el pedido de cuchillas desconectoras son básicamente los siguientes

- 1 - Tensión nominal de operación
- 2 - Corriente nominal
- 3 - Corriente de corto circuito simétrica
- 4 - Corriente de corto circuito asimétrica
- 5 - Tipos de montaje (horizontal o vertical)
- 6 - Forma de mando

5.8.1.4- Cuchillas Desconectadoras

Es un elemento que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico, por lo general operan sin carga, pero con algunos aditamentos se pueden operar con carga hasta ciertos límites

Estas cuchillas se clasifican de diferentes maneras como lo muestra lo siguiente

1. - Por su operación

- a) Con carga (con tensión nominal)
- b) Sin carga (con tensión nominal)

2. - Por su tipo de accionamiento

- a) Manual
- b) Automático

3. - Por su forma de desconexión

- a) Con 3 aisladores, 2 fijos y 1 giratorio al centro (horizontal) llamado de doble arco con 2 aisladores (accionado con pértiga) operación vertical
- b) Con 2 aisladores (accionados por pértiga), operación vertical
NOTA Por la forma en que se instala recibe el nombre de vertical LCO u horizontal standard
- c) Con 2 aisladores, uno fijo y otro giratorio en plano horizontal
- d) Pantógrafo o separador de tijeras
- e) Cuchilla de 3 aisladores, el del centro movible por cremallera
- f) Cuchillas desconectadoras con cuernos de arqueado
- g) Cuchilla tripolar de doble aislador giratorio
- h) Cuchillas tipo AV
- i) Cuchillas con operación vertical con brazo horizontal

5.8.2- Un Interruptor

Es un dispositivo diseñado para establecer o cortar la continuidad de un circuito eléctrico, ya sea en condiciones normales o anormales de operación de dicho circuito

Los interruptores en caso de apertura, deben de asegurar el aislamiento del circuito eléctrico, la falla que origina los mayores efectos es el corto circuito los interruptores deben de estar colocados de tal manera que cuando ocurra una falla, cualquiera elemento del circuito eléctrico quede aislado del resto del sistema, dichos interruptores se seleccionan de acuerdo a la máxima corriente que pueda haber momentáneamente en el conductor, dicha corriente se denomina corriente de corto circuito

5.8.2.1- Tipos de Interruptores de Potencia

- 1 - Interruptor de vacío
- 2 - Interruptor de soplo magnético
- 3 - Interruptor de aceite
- 4 - Interruptor neumático

Estos interruptores se caracterizan por sus lámparas de extinción y más directamente por los medios extintores que utilizan para apagar el arco

5.8.2.2- Clasificación de los Interruptores de Aceite

- 1 - Interruptores de gran volumen de aceite
2. - Interruptores de pequeño volumen de aceite
3. - Interruptores de gran volumen de aceite con cámara de extinción

5.8.2.2.1. - Interruptores de Gran Volumen de Aceite:

Generalmente se construyen de tanques cilíndricos y pueden ser monofásicos o trifásicos, los trifásicos son para operar a voltajes relativamente pequeños y sus contactos se encuentran contenidos en un recipiente común, separados entre sí por aislantes, por razones de seguridad las tensiones elevadas son manejadas por los interruptores monofásicos (uno por fase en circuitos trifásicos)

Las partes fundamentales en este circuito son:

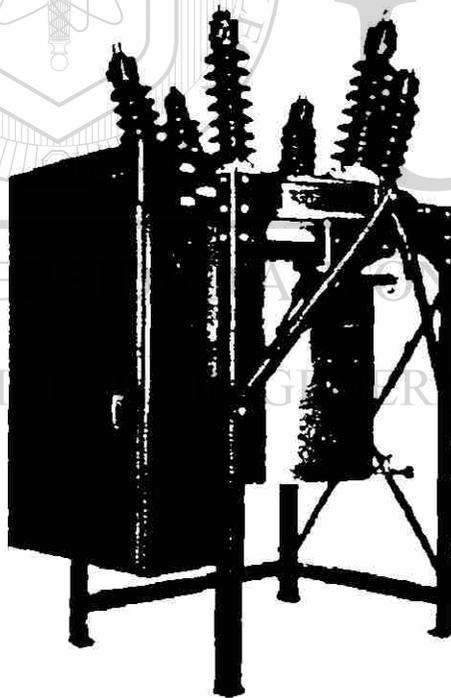


FIGURA 16

- a) Tanque o recipiente
- b) Boquillas y contactos fijos
- c) Conectores (elementos de conexión al circuito).
- d) Vástagos y contactos móviles
- e) Aceite de refrigeración

Interruptor de gran volumen de aceite para servicio a la interna
serie marca IEM

5.8.2.2.2. - Interruptores de Gran Volumen de Aceite con Cámara de Extinción:

Los interruptores de grandes capacidades con gran volumen de aceite origina fuertes presiones internas, que en algunas ocasiones pueden lograr provocar explosiones para disminuir estos riesgos, se idearon dispositivos donde se crean las burbujas de gas reduciendo con ello las presiones estos dispositivos se llaman cámaras de extinción, y dentro de las cuales se extingue el arco eléctrico, el procedimiento para la extinción de un arco es como el siguiente.

Al ocurrir la falla se separan los contactos que se encuentran dentro de la cámara de extinción. Los gases que se producen tienden a escapar pero se encuentran dentro de la cámara que contiene aceite, y origina una violenta circulación del aceite que extingue el arco.

Cuando el contacto móvil sale de la cámara, el arco residual se acaba de extinguir, entrando nuevamente aceite frío a la cámara. Cuando los arcos se han extinguido, se cierran los elementos de admisión de la cámara

El elemento de desconexión en los interruptores de gran volumen de aceite lo constituyen los contactos móviles, estos se pueden accionar de 3 maneras distintas

Mecánicamente por medio de volante - bielas o engrane - bielas

Magnéticamente, por medio de un electroimán conocido como bobina de disparo que acciona el trinquete de retención de los contactos móviles al ser energizado. La acción de conexión o desconexión se puede efectuar sustituyendo el volante o los engranes con un motor eléctrico que pueda operarse a control remoto

La acción de conexión o desconexión se puede efectuar sustituyendo el volante o los engranes con un motor eléctrico que pueda operarse a control remoto

5.8.3- Proceso de Interrupción

Cuando se opera el interruptor por una falla, los contactos móviles se desplazan hacia abajo, separándose de los contactos fijos, lo que va creando una distancia entre ellos y en función con esta distancia es la longitud del arco el arco da lugar a la formación de gases, por lo que se crean burbujas alrededor de los contactos que desplazan cierto volumen de aceite, conforme aumenta la distancia entre contactos el arco crece y la burbuja se hace mayor de tal manera que al quedar los contactos en su separación mayor, la presión ejercida por el aceite es considerable, por lo que en la parte superior del recipiente se instala un tubo de fuga de gases

5.8.4- Partes Funcionales de un Interruptor

5.8.4.1- Partes y Soportes Aislados Bajo Tensión:

Sostiene los demás componentes, esfuerzos térmicos y dieléctricos, ya que se encargan de aislar las partes vivas de tierra

5.8.4.2- Mecanismos de Operación:

Realiza el trabajo mecánico de abrir o cerrar el interruptor

5.8.4.3- Contactos:

Efectúa la conexión o desconexión del circuito

5.8.4.4- Medio Extintor:

Es el medio dieléctrico (gas o líquido) contribuye a extinguir el arco

5.8.5- Capacidad Interruptiva

Todo interruptor para considerarse como tal, debe tener la capacidad de interrumpir el arco eléctrico ya sea en condiciones normales o ante una falla del circuito, debido a que el arco eléctrico es más intenso, razón por la cuál es más difícil extinguir en las condiciones siguientes:

- 1 - Cuanto más cerca del interruptor se presente un corto circuito
- 2 - Cuanto mayor sea la intensidad de corriente en el circuito
- 3 - Cuanta más elevada sea la tensión eléctrica
- 4 - Cuanto más inducida sea la carga del circuito

A la intensidad del arco eléctrico le llamaremos con más propiedad como potencia aparente

5.8.6- Pruebas a Interruptores

5.8.6.1- Prueba de Prestación:

Con ella sacamos el valor de la corriente de apertura o de la cierre en algunos casos (corriente de falla).

5.8.6.2- Prueba de Aislamiento:

Mediante ésta se determina el comportamiento del interruptor a la tensión nominal, y comprobar la calidad de los aislantes utilizados

5.8.6.3- Prueba de Sobrecarga:

Mediante ella se comprueba si el interruptor soporta la corriente de sobrecarga fijada

5.8.6.4- Prueba Mecánica:

En ella nos fijamos si el interruptor es lo suficientemente fuerte de acuerdo a su capacidad de diseño en MVA

5.8.6.5- Prueba de Presión:

Se comprueba la resistencia del tanque a las presiones internas originadas en una falla.

5.8.6.6- Prueba de Temperatura:

Sirve para observar la manera de comportamiento del interruptor, al ser sometido a temperaturas elevadas o a corrientes mayores que la nominal

5.8.6.7- Prueba de Funcionamiento:

Mediante esta podemos verificar el funcionamiento de los dispositivos de control mecánico, principalmente la operación fundamental y simultáneamente de los polos de desconexión

5.8.7- Recomendaciones para Interruptores

- 1 - Todos los interruptores manuales o automáticos desconectores y fusibles deben ser fácilmente accesibles para las personas que los operen y deben colocarse y marcarse de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan
- 2 - Debe ser posible verificar en cada momento la operación efectuada por cada interruptor y desconector del sistema
- 3 - Se debe de instalar un interruptor adecuado y que pueda operarse manualmente en los siguientes puntos

- a) En cada punto conveniente de la alimentación de cada equipo eléctrico importante
- b) En el punto de alimentación de cada uno de los circuitos alimentadores
- C) En la entrada de subestaciones de usuarios en el punto de conexión del sistema suministrador
- D) Como medio de protección

4. - Todos los circuitos que alimenten primarios de transformadores, grupos de aparatos y equipos auxiliares de las subestaciones y todos los circuitos que salgan al exterior de estas deben de protegerse contra sobrecorriente mediante fusibles ó interruptores automáticos adecuados de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que pueden ser sometidos

5 - Debe instalarse un desconectador en adición de cualquier medio de interrupción inmediatamente después del equipo de servicio de toda subestación de usuario

6 - Se recomienda instalar desconectores en otros puntos donde se requiera abrir líneas o conexiones para maniobras de operación o mantenimiento.

7 - Deben de colocarse avisos de no abrir los desconectores con carga

8 - Deben instalarse de modo que sea fácilmente distinguible si están abiertos o cerrados

5.8.8- Prestaciones para Interruptores

Se denomina prestaciones de los interruptores a las condiciones de operación, que puede darnos un interruptor y que se deben proporcionar como datos del fabricante para que bajo esas condiciones diese el dispositivo. Cuando ocurre la falla la detecta el dispositivo de control, de tal manera que una válvula de solenoide acciona a la válvula principal (2) y sigue una secuencia que puede describirse en forma general.

Lo más importante es la corriente de corto circuito, sin embargo existen otras que someten al interruptor a condiciones de operaciones tales como el cierre de un interruptor sobre una falla existente, otra condición que afecta la operación la constituyen los reenganches a que se ve sometido, los factores que afectan las prestaciones de los interruptores son las siguientes

- A) - Interrupción de líneas por las que circulan corrientes inductivas
- B) - Interrupción de circuitos capacitivos
- C) - Interrupción de circuitos en oposición de fases

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

5.8.9- Interruptor Neumático

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El aire a presión se obtiene por un sistema de aire comprimido que incluye una o varias compresoras, un tanque principal, un tanque de reserva y un sistema de distribución en caso de que sean varios interruptores. Se fabrican trifásicos o monofásicos, para uso interior o exterior.

- 1 - Pieza de contacto
- 2 - Espacio de la cámara
- 3 - Cámara de condensación
- 4 - Soporte
- 5 - Contacto fijo

5.8.9.1- Ventajas del Interruptor Neumático sobre los Interruptores de Aceite

- Ofrece mejores condiciones de seguridad
- Interrumpe las corrientes de falla en menos ciclos (3 a 5)
- Disminuye la posibilidad de reencebados de arco
- Es mas barato

5.8.10- Interruptores de Expansión

Al igual que los neumáticos evitan las explosiones y los incendios. En este tipo de interruptor los contactos se encuentran dentro de una cámara de expansión, generalmente se utilizan para tensiones medianas

5.8.10.1- Especificaciones para Interruptores de Potencia

Entre los datos técnicos que se deben mencionar como fundamentales para designar un interruptor se encuentran

- a) Tensión normal de operación
- b) Corriente nominal
- c) Corriente de ruptura en Kv
- d) Capacidad de ruptura en Mva
- e) Capacidad de ruptura para 3 seg de duración de falla

5.9- RESTAURADORES

En los sistemas de distribución además del problema de la protección de los equipos eléctricos, se presenta el de la continuidad del servicio, para satisfacer esta necesidad se ideó un interruptor de operación que no necesitara de accionamiento manual para sus operaciones de cierre y de apertura, (la operación manual se refiere a la operación de control remoto) es decir construido de tal manera que un cierre está calibrado de antemano y opera bajo una secuencia lógica predeterminada y constituye un interruptor de operación automática con características de la red de distribución que se va a proteger es por ello que se le denomina restaurador

5.9.1- El Restaurador

Es un interruptor de aceite con sus tres contactos en el mismo tanque y que opera en capacidades interruptivas relativamente bajas, y tensiones no muy elevadas normalmente están contruidos con tres operaciones de cierre y con cuatro operaciones de apertura con un intervalo entre una y otra calibrado de antemano en la ultima apertura el cierre debe ser manual ya que se indica que la falla es permanente

5.9.2- Operación de un Restaurador

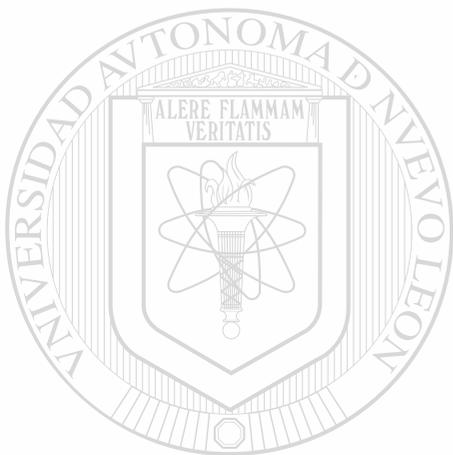
El restaurador opera de manera semejante a un interruptor trifásico ya que sus contactos móviles son accionados por un vástago común, conectando y desconectando de manera simultánea

El proceso de apertura y re-cierre puede ser descrito brevemente de la manera siguiente

Cuando ocurre una falla la bobina de disparo se energiza y actúa sobre un trinquete mecánico que hace caer los contactos móviles. Los contactos móviles disponen de resortes tensionados por lo que la apertura es rápida al

caer los contactos móviles energizan la bobina de re-cierre que se encuentra calibrada para operar con un cierto intervalo

La bobina de disparo acciona un dispositivo mecánico que opera los contactos móviles, conectándose nuevamente con los contactos fijos. Si la falla es transitoria el restaurador queda conectado y preparado para la siguiente falla, y si la falla es permanente repartirá todo el proceso anterior hasta quedar fuera según sea el número de recierres para el cual fue calibrado (la interrupción tiene lugar en la cámara de extinción que contiene a los contactos)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6. - CRITERIOS DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN

6.1 EL USO DE LA HOJA DE CALCULO COMO HERRAMIENTA PARA ESTUDIOS DE COORDINACION DE PROTECCIONES.

Una de las actividades que revisten especial importancia dentro de la especialidad de Protecciones, se refiere a los estudios de coordinación de protecciones de sobrecorriente de tiempo inverso, para lo cual se requiere manipular ciertos parámetros que nos permitirán determinar los ajustes mas adecuados para este tipo de relevadores, en función de las características de los equipos a proteger. Este trabajo es bastante laborioso cuando se hace en forma manual, aunque en la actualidad ya existen en el mercado diversos programas computacionales que facilitan en gran medida este proceso, sin embargo en el presente documento presentamos la opción de usar las hojas electrónicas de cálculo para desarrollar estos trabajos.

Dentro de los elementos de sobrecorriente podemos clasificar a los relevadores de protección propiamente dichos, a los elementos fusibles, elementos térmicos, así como las curvas de daños de equipos eléctricos tales como Transformadores de Potencia, Generadores, Conductores Etc.

Las curvas de estos equipos son proporcionadas por los fabricantes de los mismos o por normas establecidas como la ANSI/IEEE C57 109-1985, que especifica los tiempos de duración de corrientes de falla en transformadores.

Generalmente estas curvas son de tiempo inverso, es decir a mayores magnitudes de corriente menor tiempo de operación, de soporte sin daños. Y son proporcionados en forma de curvas graficadas sobre hojas logarítmicas o

semilogarítmicas como la mostrada en la figura No 1, la cual nos muestra también algunos de los tipos de curvas más comunes

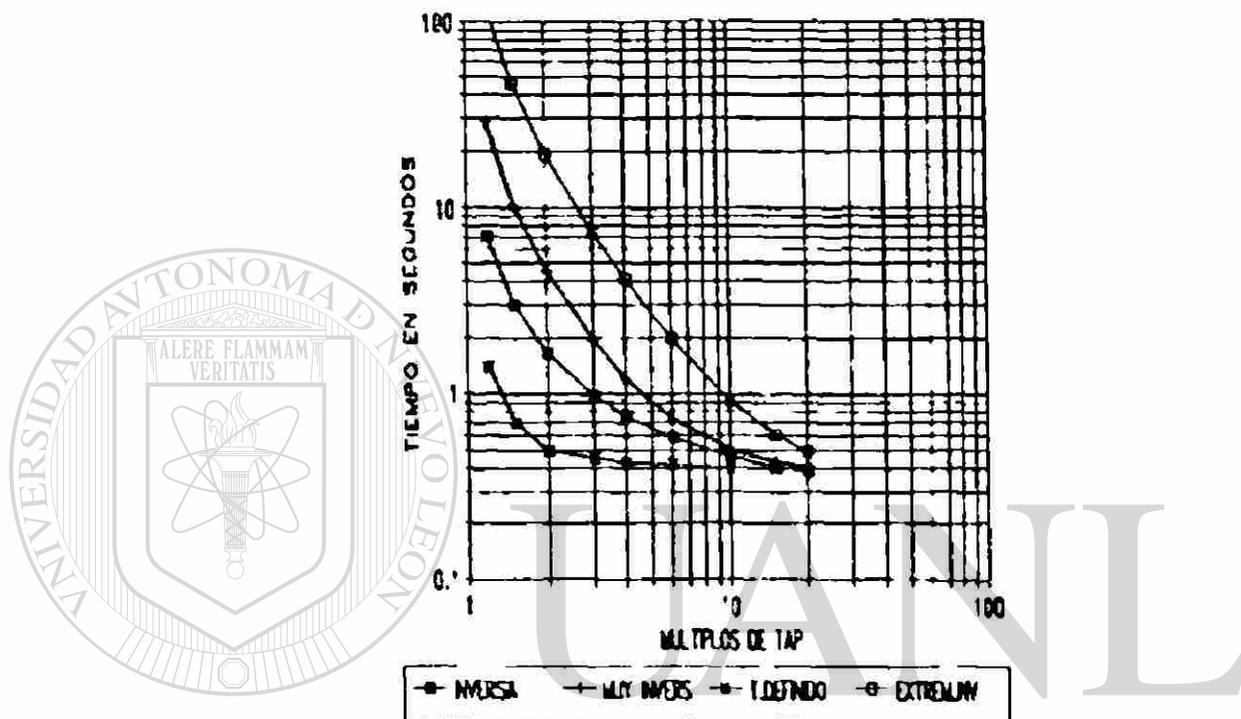


FIGURA No 1 curvas típicas de relevadores de sobrecorriente en función de su corriente nominal o tap de ajuste

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA No 2. - formato para datos básicos del estudio de coordinación de

COORDINACION Y PRUEBAS DE RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE							
DATOS GENERALES					NOIA		
ZONA	CRUS AZUL	SUBEST	LAGUNAS	ELABORADO	AEMH/	FECHA	18/09/93
EQUIPO	T3, 115/13.8, 25 MVA, ALTA			PROBO		FECHA	
DATOS Y PRUEBAS DE OPERACION DE LA PROTECCION							
MARCA	GEN. ELRC	TIPO	IAC53	PHOT.	151P	TAP OP.	6.00
CURVA	MUY INV.	RTC	40.00	INSTANT	-	PAL OP	2.00
MULTI TIPO DE TAP	AMPERES DE PBA.	AMPERES PRIMARIOS	TIEMPO DESEADO	TIEMPOS DE OPERACION REAL			
				FASE "A"	FASE "B"	FASE "C"	
1.2	7.2	288	17.592				
1.5	9	360	6.404	6.00	6.90	6.00	
2	12	480	2.835	2.70	2.80	2.70	
4	24	960	0.757	0.65	0.74	0.71	
6	36	1440	0.447	0.42	0.44	0.44	
10	60	2400	0.292				
CORRIENTE DE OPERACION							
ARRANQUE	6	240	47.80 MVA	6.00	6.00	6.00	
INSTANT		0					

ajustes, valores teóricos y de prueba de los relevadores

Trasladar estas curvas de las gráficas proporcionados por los fabricantes a las hojas para estudios de coordinación requiere de cierta secuencia y una serie de datos indispensables para una determinación óptima de ajustes, los datos requeridos son mostrados en la tabla de la figura No 2 Esta tabla cumple tres funciones

- Contener la información relacionada con el equipo protegido y su relación con el equipo protector.
- Determinar ciertos puntos teóricos de la curva que permitirán su trazo en forma manual o su verificación para el trazo en forma automática
- Servir como formato de prueba para la verificación de los tiempos reales de operación de los relevadores.

Para los relevadores de sobre corriente de tiempo inverso fabricados mas recientemente además de las curvas de operación los fabricantes proporcionan la ecuación característica de la curva lo cual facilita en gran medida la obtención de las curvas mediante la hoja de calculo

Otro de los datos indispensables para el estudio de coordinación son los resultados del estudio de corto circuito para fallas trifásicas y monofásicas del sistema que se pretende proteger, el cual marcará ciertos límites en la hoja de coordinación

6.1.1. LA HOJA ELECTRONICA.

Este trabajo está desarrollado sobre una hoja electrónica del programa "QUATTRO PRO" versión 2.0, que al igual que otros programas incluye una opción de graficado lo cual nos permite desarrollar los estudios que pretendemos

Para el desarrollo de esta hoja se requiere de los datos y escalados sobre los ejes "X" y "Y" por lo que necesitamos valores numéricos relacionados entre sí para ambos ejes. Dependiendo del número de curvas a graficar serán las columnas de datos a incluir en la hoja

Para nuestro caso, sobre el eje "X" tendremos la escala de corriente de falla en amperes, sobre el cual estarán referidas las curvas de tiempo corriente. Sobre el eje "Y" tendremos una escala de tiempo en segundos

La obtención de una curva de tiempo- corriente sobre esta gráfica implica tener una serie de valores de tiempo relacionados con otra serie de valores de corriente en amperes esta serie de valores de tiempo pueden ser obtenidos

directamente de las curvas proporcionados por los fabricantes de relevadores y anotados en la hoja electrónica en forma de columna aunque este procedimiento no proporciona curvas de aspecto uniforme

La mejor manera de obtener curvas uniformes es mediante el desarrollo de la ecuación característica para calcular el tiempo para los valores de corriente correspondientes anotados sobre el eje x

La tabla No. 1 muestra una parte de la Hoja Electrónica con los valores típicos para trazar una gráfica de] tipo tiempo corriente

Esta tabla contiene los datos para trazar 3 de las curvas de tiempo-corriente de la familia SEL

Primera columna: IF corresponde a los valores de corriente de falla en amperes primarios, anotados en forma ascendente y de ser posible en forma logarítmica para obtener cierta uniformidad en las curvas a trazarse. Estos valores de corriente serán la base para la determinación de los tiempos anotados en las columnas tercera y cuarta

Segunda columna: M, empieza con los datos RTC y Tap de ajuste en el relé. Esta Columna corresponde a la relación que se establece entre la corriente primaria de la primera columna y la corriente secundaria derivada de] ajuste de tap de] relevador (conocida también como pick-up o corriente mínima de arranque). En otras palabras corresponde al múltiplo de tap de] relé que representa la corriente primaria y está dada por la fórmula

$$M = IF / (T_p * RTC)$$

Donde: 1

M = Múltiplo de Tap de] relé

IF = Corriente primaria en amperes

T_p = Tap de ajuste en el relé

RTC = Relación de Transformador de Corriente

CURVAS PARA RELEVADORES SEL

IF	M	TD: (PALANCA DE TIEMPO)		
		RTC=40.0 TAP= 5.0		
		5.0	2.0	3.0
		EXT. INV	MUY INV	NOR. INV
100	0.500	-37.624	-10.154	23.260
150	0.750	-64.624	-17.545	-40.260
200	1.000	ERR	ERR	ERR
250	1.250	50.576	13.988	32.273
300	1.500	22.856	6.401	14.820
350	1.750	13.921	3.955	9.195
400	2.000	9.626	2.779	6.490
500	2.500	5.576	1.671	3.940
600	3.000	3.720	1.163	2.771
700	3.500	2.696	0.882	2.127
800	4.000	2.066	0.710	1.730
900	4.500	1.649	0.596	1.467

TABLA No 1 - Datos típicos de una hoja de cálculo para la generación de curvas de coordinación

Tercera a quinta columna. Encabezado: Palaca de tiempo o Time día] Estas columnas corresponden a los tiempos teóricos de respuesta de] relevador, calculados mediante la fórmula para curvas extremadamente inversa, muy inversa e inversa respectivamente

Como ejemplo de estas ecuaciones tomaremos las proporcionadas por la Compañía **Schweitzer Engineering labs** en su manual correspondiente al relevador tipo SEL- 121F y son las siguientes

Para una curva moderadamente inversa

$$t_m = TD \{ 0.157 + [0.668 / (M-1)] \} \text{ ----- (A)}$$

Para una curva Inversa

$$t_m = TD \{ 0.18 + [5.95 / (M^2 - 1)] \} \text{ ----- (B)}$$

Para una curva muy inversa

$$t_m = TD \{ 0.0963 + [3.88 / (M^2 - 1)] \} \text{ ----- (C)}$$

Para una curva extremadamente inversa

$$t_m = TD \{ 0.0352 + [5.67 / (M^2 - 1)] \} \text{ ----- (D)}$$

En donde

t_m = tiempo de operación en segundos

TD = Ajuste de] equivalente a palanca de tiempo

M = Múltiplo de la corriente mínima de operación

Como en este caso tenemos un TAP de 50 y una RTC de 40 la corriente primaria mínima de operación será de 200 amperes, para la cual de acuerdo a las fórmulas tendrá un tiempo de operación infinito razón por la cual en el renglón correspondiente a 200 amperes aparece como ERROR y para valores menores de 200 aparece como tiempo negativo, lo que significa que jamás operará la protección con un valor de corriente menor al ajustado

EJEMPLO

Para calcular el cuarto valor de la cuarta columna se usa la fórmula (C)

$$t_m = TD \{ 0.0963 + [3.88 / (M^2 - 1)] \}$$

con los siguientes valores.

$$M = I_F / (T_p \cdot RTC)$$

$$M = 250 / (5 \cdot 40)$$

$$M = 1.25$$

$$TD = 2 \text{ (dato obtenido de la columna 4)}$$

$$t_m = 2 \{ 0.0963 + [3.88 / (1.25^2 - 1)] \}$$

$$t_m = 2 \{ 0.0963 + 6.89778 \}$$

$$T_m = 13.988 \text{ segundos}$$

Como se puede apreciar, las ecuaciones contienen dos variables TD (palaca de tiempo) y M (múltiplo de tap) que depende de] valor de la primera columna se pueden calcular automáticamente valores de tiempo para curvas

con diferentes ajustes de TD, simplemente cambiando el valor de TD en la hoja de cálculo

La variación de este parámetro nos permite mover una curva en forma vertical en la hoja logarítmica

De la misma manera podemos mover la curva en forma horizontal variando los datos de Tap y RTC

6.1.2. CONFIGURACION DE LA GRAFICA:

Para obtener la gráfica con las características deseadas es necesario darle la configuración adecuada

La configuración se hace por medio de los submenús contenidos en, el menú de Gráficas o mediante los siguientes pasos que corresponden a una configuración básica

Tipo de gráfica

/ -->G -->G -->XY

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Selección de series

Primera serie

/ -->G -->S --> 1st --> (se escoge el primer bloque de números)

segunda serie

/ -->G -->S --> 2nd --> (se escoge el segundo bloque de números)

Serie X

I -->G -->S --> X --> (se escoge el bloque para el eje " X ")

Configuración del eje X Con datos tal como aparece en el menú correspondiente

Escala

I -->G -->X --> S - Manual

limite inferior

--> L ----- 100

limite superior

--> H ----- 100000

Incremento

--> I ----- 0

Otras características adicionales son configuradas mediante el sub-menú de Personalización de Gráficas como son colores tipos de línea, tipos de símbolos de identificación o formatos de combinaciones

Figura No 3 - Gráfica conteniendo diferentes curvas de relevadores de la familia " SEL " obtenidos a partir de la tabla 1

APLICACIÓN:

Este procedimiento es de mucha aplicación práctica el único problema que existe es que no todos, los relevadores de sobrecorriente sobre todo los de] tipo electromecánico - magnéticos, cuentan con una fórmula de sus curvas Sin embargo se pueden determinar estas fórmulas mediante experimentación de parámetros a través de la misma hoja de cálculo

El anexo 1 es una muestra de la aplicación practica de este trabajo

6.2. COORDINACION Y AJUSTE DE PROTECCIONES DE DISTANCIA EMPLEANDO LA COMPUTADORA DIGITAL

En este trabajo se desarrolla una herramienta computacional para determinar la impedancia de ajuste de los relevadores de distancia de un sistema de transmisión, de tal manera que se obtenga una coordinación adecuada en la operación de la protección, ante la ocurrencia de fallas. La coordinación de los relevadores se obtiene definiendo previamente, el conjunto de relevadores primarios que debe respaldar cada relevador. El criterio empleado en la definición de la impedancia de ajuste se basa en evitar que la protección de respaldo se traslape con la protección primaria.

La protección del sistema de transmisión tiene como función básica detectar las fallas que se presentan en las líneas o en las subestaciones y aislarlas rápidamente, abriendo todos los caminos de la corriente de cortocircuito. La liberación de la falla se debe hacer lo más rápido posible para minimizar los daños al sistema y a los usuarios. Sin embargo la protección debe de ser selectiva, esto es, tratar de aislar solo el elemento fallado.

La protección de los sistemas de transmisión está formada por una protección primaria y una protección de respaldo. En la protección primaria la operación es de alta velocidad (instantánea) y es la que trata de aislar la mínima sección de la red ante la falla. La protección de respaldo es de acción retardada (con un tiempo suficiente para permitir que opere primero la primaria) es decir, opera solo si falla la protección primaria.

La coordinación de los relevadores de distancia se lleva a cabo mediante la definición de, conjunto de relevadores primarios que debe

respaldar cada relevador y definiendo además el ajuste de todos los relevadores, de tal manera que, ante una falla, los relevadores que actúan sobre los interruptores que conectan o desconectan el elemento fallado sean los que deben liberarla y solo en el caso de que falle la protección primaria deberá operar la protección de respaldo. La sección 2 de este trabajo describe la metodología para obtener el conjunto de relevadores primarios que debe respaldar cada relevador.

La sección 3 describe la metodología y los algoritmos empleados para definir el alcance de cada zona de los relevadores de manera sistemática programa de fallas y el conjunto de relevadores primario - respaldo definidos anteriormente esta definición previa indica al programa de simulación de fallas los nodos donde se deben de simular éstas. Además se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta en la definición ajustes para obtener la coordinación del sistema de protecciones de distancia de una red de 39 nodos perteneciente al sistema troncal del Instituto Costarricense de Electricidad [ICE]. En la sección 4 se presentan las conclusiones. Finalmente la sección 5 presenta recomendaciones para trabajos futuros derivadas de este trabajo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



6.2.1. AJUSTE DE RELEVADORES DE DISTANCIA

La metodología sugerida para llevar a cabo el ajuste y la coordinación de los relevadores de distancia emplea criterios de ajuste predefinidos [3] y de acuerdo a los pares de relevadores ordenados como se describió en la sección anterior

Se puede obtener una coordinación adecuada en las protecciones de distancia si el valor límite de la segunda y tercera zona para cada relevador se obtiene en base a un análisis exhaustivo de fallas y considerando el conjunto de los pares de relevadores primario - respaldo, además de respetar los criterios de ajuste que se describen a continuación para cada una de las zonas de protección de cada relevador

6.2.2 Ajuste de la zona I

la zona I de la protección de distancia es de acción instantánea, y tiene como finalidad brindar protección primaria contra fallas que se presenten en la línea donde se localiza el interruptor que es comandado por el relevador. La figura 4 muestra la impedancia máxima medida o "alcance" del relevador RR para las diferentes zonas de operación. El alcance de la zona I se define de tal manera que no opere para cortocircuitos que se presenten en el nodo B o al inicio de los elementos que inciden a este nodo

El valor límite para la zona 1, se define mediante la siguiente ecuación

$$Z_I(RR) = K_1 Z_{AB}$$

Donde

- $Z_I(RR)$ = Impedancia de alcance de, relevado RR en la zona 1
 Z_{AB} = Impedancia de secuencia positiva de la línea AB
 K_1 = Factor de seguridad (típicamente es 0.85 - 0.9)

El coeficiente K, permite tomar en cuenta los posibles errores en la impedancia que mide el relevador, errores en el valor de la impedancia de línea o errores introducidos en los transformadores de corriente y de potencial, así como la presencia de una resistencia de falla [4]

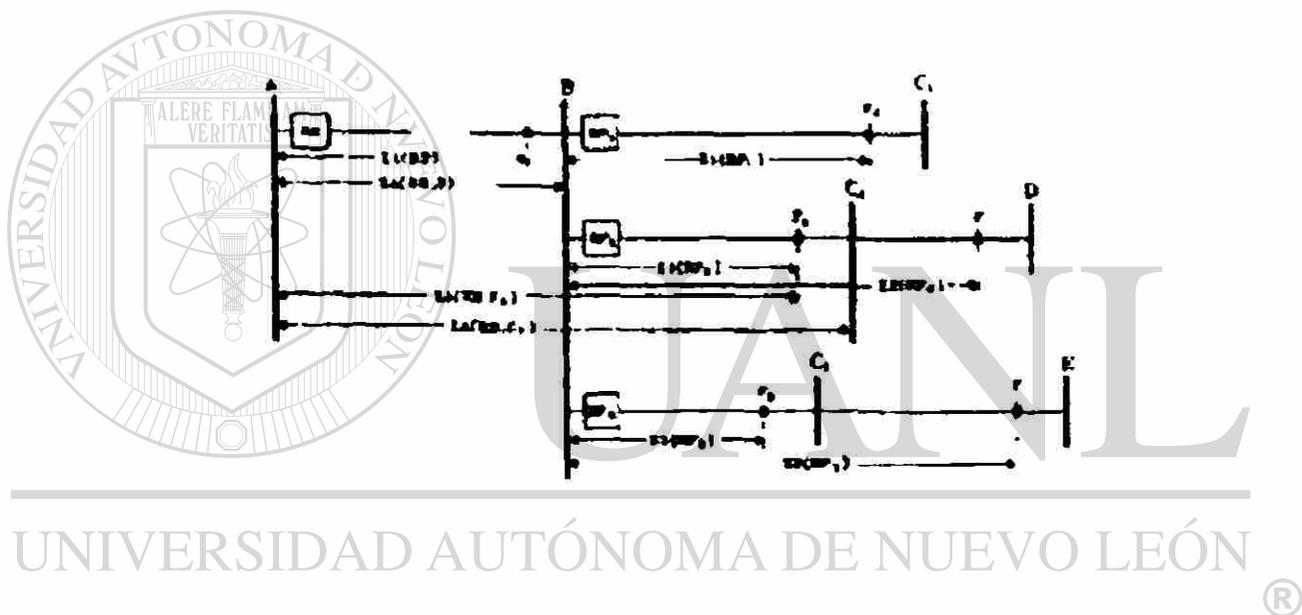


Figura 3 Impedancia de alcance en las diferentes zonas de operación del relevador RR

6.2.3. Ajuste de la zona II

El objetivo de esta zona es proteger de forma primaria el resto de la línea AB y la barra del nodo B en caso de que no tenga protección propia. También proporciona protección de respaldo a las líneas adyacentes al nodo B. El tiempo de operación de esta zona está definida para que se coordine con la primera zona de los relevadores de las líneas que inciden al nodo B y con

otras protecciones instantáneas tales como las protecciones de la barra y la propia del transformador, si existen. El tiempo que se recomienda para esta zona es de 0.3 a 0.4 segundos.

Considere el ajuste de la zona II del relevador de respaldo RR que se debe coordinar con todos los relevadores primarios RP que se muestran en la figura 4. Para obtener una coordinación adecuada, se debe asegurar que la segunda zona del relevador RR no se traslape con la segunda de los relevadores primarios RP; entonces el ajuste de la segunda zona debe ser la menor impedancia de falla que ve el relevador RR, ante fallas simuladas en el punto de alcance de la zona I de los relevadores primarios (puntos F_j). Dado que normalmente de los estudios de fallas se pueden obtener las impedancias aparentes "vistas" por los relevadores, para fallas en los nodos, entonces la expresión 2 permite obtener una aproximación de la impedancia aparente vista por el relevador ante una falla en los puntos de interés. Las operaciones que se realizan en esta ecuación con las impedancias de falla que "ve" el relevador RR ante fallas a un nodo y dos nodos de distancia, resuelven el problema de las contribuciones de corriente en el nodo intermedio de la zona a proteger para un punto de operación del sistema.

$$Z_A(RR, F_j) = Z_A(RR, B) + Z_I(RP_j) [Z_A(RR, C_j) Z_A(RR, B)] / Z_{BC,j}$$

Donde

RR = Relevador de respaldo (relevador que se va a ajustar)

RP_j = Relevador primario respaldado por RR

Z_A(RR, F_j) = impedancia aparente vista por RR para una falla en el límite de la zona I de RP_j

$Z_A (RR, B)$ = impedancia aparente vista por RR ante una falla a un modo de distancia del mismo relevador

$Z_1 (RP_j)$ = valor limite de alcance en zona I de RP_j

$Z_A (RR, C_j)$ = impedancia aparente vista por RR ante una falla en el primer nodo lejano de RP_j

Z_{BCj} = impedancia positiva del elemento protegido por RP_j

$j = 1, 2, \dots, n$, n es el número de relevadores primarios del relevador RR

La expresión 3 es el valor limite de ajuste para la zona II

$$Z_2(RR) = K_2 Z_A(RR, F_j)$$

Donde

$Z_2(RR)$ = Valor limite de alcance en zona II del RR

K_2 = Factor de seguridad (típicamente 0.90)

La metodología que se sigue para calcular el valor limite de alcance para la zona II es la siguiente [®]

- a) Obtener la impedancia aparente de falla "vista" por el relevador de respaldo cuando se simula una falla a un nodo de distancia en la dirección disparo
- b) Simular una falla a un nodo de distancia del relevador primario en la dirección de disparo, tomando en cuenta su ajuste de la zona I, para satisfacer la restricción de que la

segunda zona del relevador de respaldo no se traslape con la segunda zona de los

relevadores primarios

c) Una vez simulada la falla anterior para cada uno de los relevadores que se consideran

primarios de este relevador, se procede a hacer el ajuste igual a la menor impedancia

vista durante la simulación de las fallas ZA (RR, F_J)

6.2.4. Ajuste de la zona III

La función de esta zona es respaldar las zonas I y II de los relevadores asociados a las líneas que inciden a un nodo de distancia en la dirección de disparo del relevador, las protecciones de la barra y la de los transformadores de ese nodo. El tiempo que se recomienda para esta zona es de 0.6 a 1.0 segundos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

El ajuste de la tercera zona se realiza de manera similar al de la segunda zona. La ecuación 4 permite calcular la impedancia aparente vista por el relevador ante una falla en el punto de alcance de los relevadores primarios en zona II

$$Z_{A(RR, F_J)} = Z_{A(RR, B)} + (Z_2(RP_J)[Z_{A(RR, C_J)} - Z_{A(RR, B)}]) / Z_{BCJ}$$

Donde

$Z_A(RR F_j)$ = impedancia aparente vista por RR para una falla en el valor límite de

la zona II del RP_j

$Z_2(RR_j)$ = Valor límite de alcance en zona II de RP_j

La ecuación 5 representa el valor límite ajuste para la zona III

$Z_3(RR) = K_3 \cdot Z_A(RR F_i)$

Donde

$Z_3(RR)$ = Valor límite de alcance en zona III de RP

K_3 = Factor de seguridad (típicamente 0.90)

La metodología que se sigue para calcular el valor límite de alcance para la zona III es la siguiente

a) Obtener la impedancia aparente de falla "vista" por el relevador de respaldo cuando se simula una falla a un nodo de distancia

b) Simular una falla a un nodo de distancia del relevador primario tomando en cuenta su

ajuste de la zona II para satisfacer la restricción de que la tercera zona del relevador de

respaldo no se traslape con la tercera zona de los relevadores primarias

c) Una vez simulada la falla anterior para cada uno de los relevadores que se consideran

primarios de este relevador, se procede seleccionar la menor impedancia vista durar las

simulaciones de fallas $Z_{A(RR, F_j)}$

Al seleccionar la menor impedancia $Z_{A(RR, F_j)}$ se está garantizando que no exista traslape entre tercera zona del relevador de respaldo con sus primarios. Sin embargo para evitar disparos indeseables provocados por la impedancia de carga, este ajuste debe estar limitado a la impedancia de carga máxima

De esta manera se ajustan las zonas de todos los relevadores para asegurar una coordinación adecuada. El tiempo de retardo sugerido para la zona II es de 0.3 segundos y para la zona III es de 0.6 segundos. En realidad estas propuestas de retardos en tiempo deben verificarse mediante simulaciones dinámicas y revisando su factibilidad de acuerdo a la tecnología de equipos, relevadores e interruptores en cada caso.

Otro aspecto importante es el de identificar la necesidad de incluir un esquema de bloqueo (relevador 68) para prevenir el engaño del sistema de protecciones ante oscilaciones de potencia que son comunes ante pequeñas perturbaciones en sistemas longitudinales.

6.3. Ajustes obtenidos para el sistema de ejemplo

El diagrama unifilar del sistema analizado se muestra en la figura 5 y las impedancias de ajuste que se obtienen al aplicar los criterios de ajuste descritos en esta sección se presentan en el apéndice A

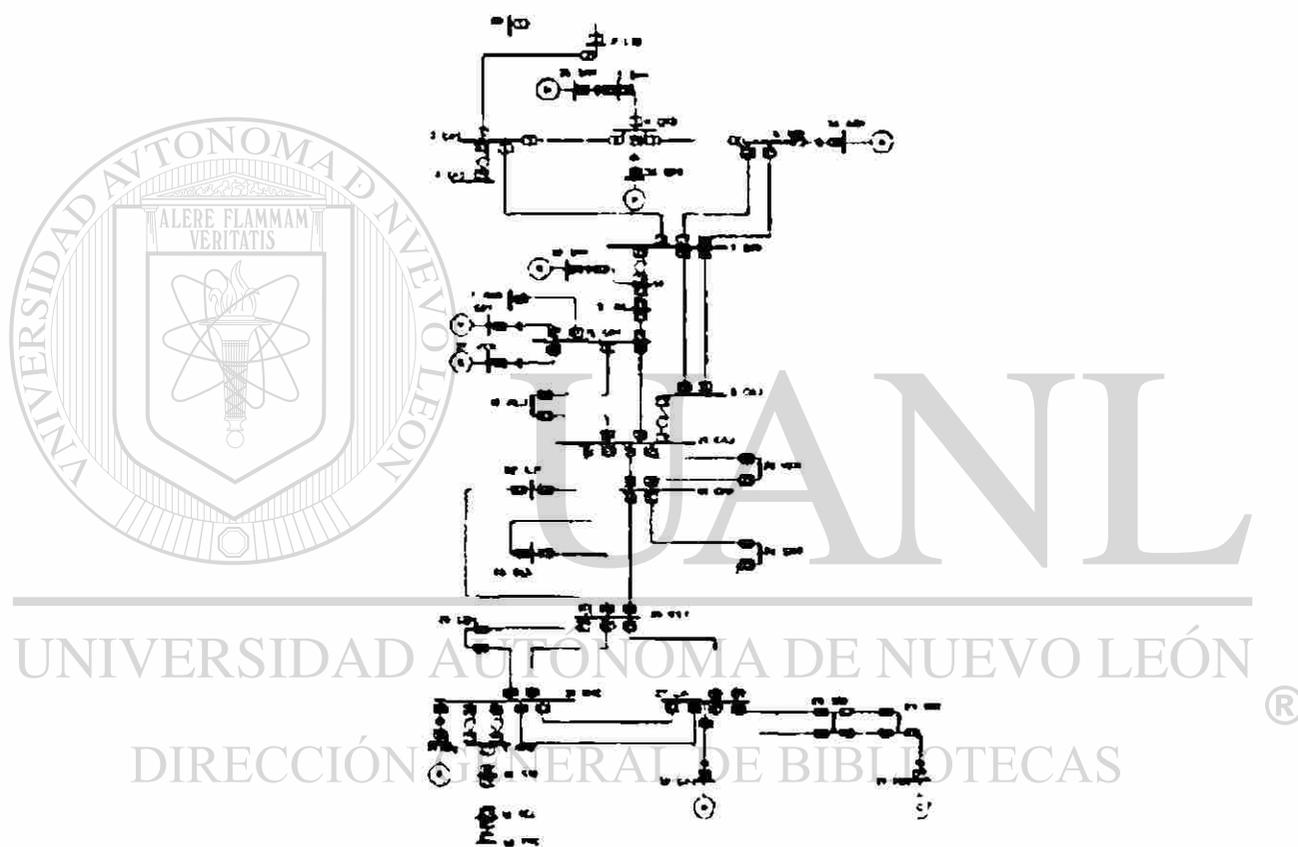


Figura 4 - Diagrama unifilar del sistema eléctrico de ICE, con el sistema de protecciones

6.4 COORDINACION DE PROTECCIONES DE SOBRE CORRIENTE USANDO HOJA ELECTRONICA

Se ha desarrollado una hoja electrónica en QUATTRO, que facilita la labor del ingeniero en protecciones al realizar estudios de coordinación de operación de los relevadores de sobrecorriente de una manera sencilla, precisa y versátil. Esta hoja electrónica calcula las gráficas de operación de los relevadores de sobrecorriente y curva de daño de transformador.

Es bien sabido en el campo de protecciones la importancia de las curvas de coordinación de relevadores de sobrecorriente y curva de daño del transformador para lograr el correcto libramiento de fallas al menor tiempo posible con el menor daño de los equipos que soporten las corrientes de falla. Para satisfacer lo anterior, es fundamental el uso de herramientas computacionales que faciliten y hagan más precisos los cálculos, además del considerable ahorro de horas-hombre de trabajo. Se trabaja con hojas de cálculo debido a la facilidad que existe al programar, actualizar la información y sobre todo porque resulta muy "amigable" para el usuario. La hoja de cálculo *CURVAS51* contiene parámetros que identifican a una gran variedad de relevadores de sobrecorriente los cuales describen satisfactoriamente la curva de operación de los relevadores incluidos en esta hoja y permite al usuario elegir el tipo de relevador palanca y tap simplemente tecleando la abreviación del relevador y los valores en las celdas correspondientes de la hoja de cálculo *CURVAS51* permite al usuario visualizar la operación de hasta 6 relevadores a la vez los necesarios para poder establecer y analizar la coordinación de operación de los relevadores de protección.

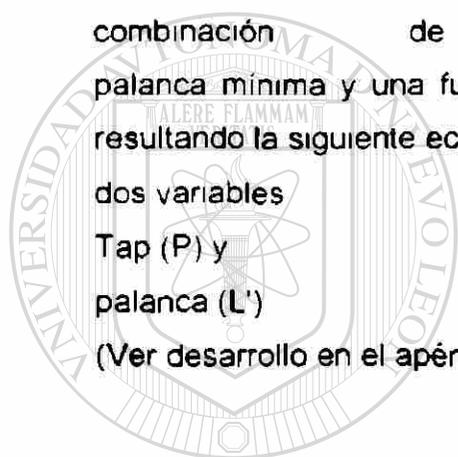
6.4.1. COMPORTAMIENTO DE RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE

Uno de los primeros problemas al establecer el comportamiento de los relevadores de sobrecorriente es su representación matemática de manera que sea factible para el cálculo computacional. En [1] se han encontrado unas ecuaciones empíricas, las cuales describen satisfactoriamente la curva característica de operación para la gran mayoría de los relevadores.

Esta ecuación contiene 14 coeficientes y una constante que son únicas para cada tipo de relevador. El enfoque de esta ecuación se basa en la combinación de las funciones de curva para palanca máxima y palanca mínima y una función de un equivalente de una palanca intermedia resultando la siguiente ecuación de promedio con factor de peso en términos de dos variables

Tap (P) y
palanca (L')

(Ver desarrollo en el apéndice 2)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$T(P, L) = T_{m\acute{a}x}(P) [1 - F(L)] + T_{m\acute{i}n}(P) [F(L)] \quad (1)$$

dónde: $T_{m\acute{a}x}(P)$ es la ecuación para palanca máxima y viene dada por

$$T_{m\acute{a}x}(P) = c(P-h+w P^{-2p})^m + k + b (P/50)^u \quad (2)$$

$T_{m\acute{i}n}(P)$ es la ecuación para palanca mínima y viene dada por

$$T_{m\acute{i}n}(P) = d(P-x+y P^{-2p})^n + f + g (P/50)^v \quad (3)$$

$F(L)$ Función que da el peso a cada palanca

$$F(L) = (L_{m\acute{a}x} - L) / (L_{m\acute{a}x} - L_{m\acute{i}n}) \quad (4)$$

dónde $L_{m\acute{a}x}$ es la palanca máxima
 $L_{m\acute{i}n}$ es la palanca mínima
 L' es la palanca equivalente de un nivel intermedio

$$L' = L - q (L_{m\acute{a}x} - L) (L - L_{m\acute{i}n}) \quad (5)$$

L es una palanca intermedia o es una constante

En [1] se describe un algoritmo para encontrar los parámetros de las ecuaciones (2), (3) y (5), el cual consiste en ajustar los parámetros lo más cercano posible a una línea recta cuando se gráfica $T - k + b - (P / 50)^u$ vs $(P-h+W-p^{-2p})$ en coordenadas logarítmicas. Para la ecuación (3) se sigue el mismo procedimiento ya que x, y, d, f, g, v y n corresponden a h, w, c, k, b, u y m respectivamente. Sin embargo, este método puede resultar tedioso, en este desarrollo se eligió un programa computacional de ajuste por mínimos cuadrados para determinar los parámetros anteriores. Ver apéndice 3.

Respecto a la curva de daño del transformador se calcula de acuerdo a la norma ANSI C37 91. La cual combina la clasificación en categorías de los transformadores sumergidos en líquidos aislantes norma ANSI C57 12 00 con la propuesta por McNutt.

6.4.2. COORDINACIÓN FASES Y TIERRA

La figura 5 muestra el reporte proporcionado por la hoja de cálculo CURVAS51

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
Subgerencia Regional de Transmision Norte

DEPARTAMENTO DE PROTECCION Y MEDICION

24-Sep
Hora: 1
de 1

COORDINACION DE PROTECCION SOBRECORRIENTE (SOS)

CIRCUITO	KOO-F A1	KOO-NT 1	KOO-FB 1	KOO-NB 1	KOO-F AL	KOO-N AL
KV NOM	115	138	138	138	138	138
RELEVAD	SFC-101	SFC-101	SFC-101	SFC-101	MC-33	MC-61
ZONA	CAMARGO					
PLY C.	40	120	240	240	120	120
TAP	0	25	3	1	4	0.8
RELEZTRO 33	PALANCA	4	8.5	3	4	1.75
INSTANT	25	BLOQ	BLOQ	BLOQ	17	20

DATOS DEL TRANSFORMADOR

VOLT ALT	VOLT BAJ	CAPACIDAD	RZ (TRANS)	RESIST
(KV)	(KV)	(MVA)	%	(P.V.)
110	13.8	12	8.89	0.141488

KOO (+)	KOO (-)
(AMPS)	(AMPS)
5059.3	5365.3

COORDINACION FASES Y TIERRA

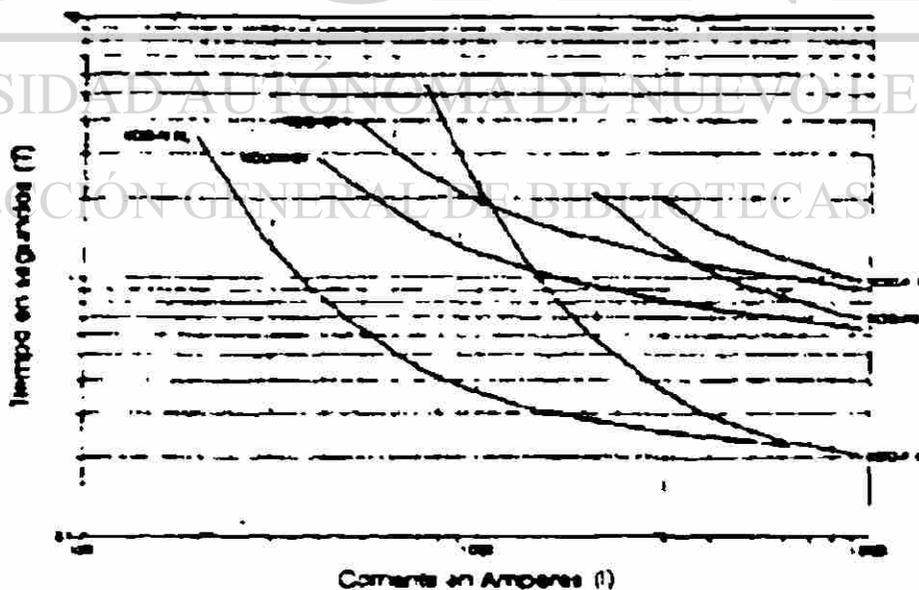
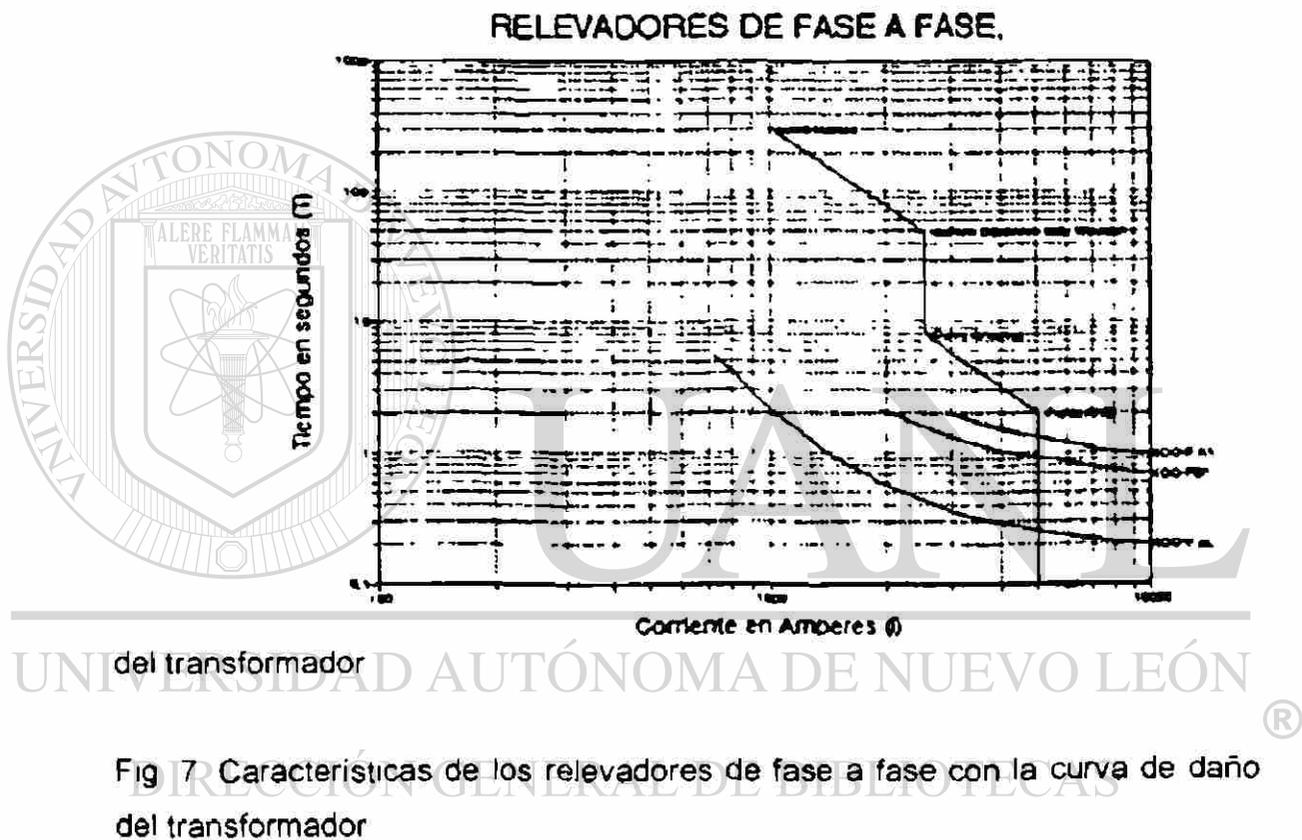


FIGURA No 6

Fig 1 Reporte proporcionado por la hoja de cálculo CURVAS51

La figura 2 muestra las características de los relevadores de fase a tierra con la curva de daño del transformador. La figura 3 muestra las características de los relevadores de fase a fase con la curva de daño del transformador.

Fig 9 Características de los relevadores de fase a tierra con la curva de daño



6.5 DETERMINACION DE PARES DE RELEVADORES PRIMARIO-RESPALDO

La coordinación de los relevadores de distancia requiere el conocimiento previo de los pares de relevadores primario - respaldo, para permitir determinar ajustes adecuados [1,2,3] En [3] se presenta la metodología para determinar el conjunto de pares de relevadores secuenciales empleando algoritmos de grafos. La idea desarrollada fue tomada procedimientos semejantes usados en la determinación de pares de relevadores primario - respaldo secuenciales en sistemas de protección a base de relevadores de sobrecorriente en sistemas eléctricos anillados. En este caso es importante que los relevadores de respaldo sean ajustados en un orden específico a fin de minimizar las iteraciones en el proceso de ajuste [3]. En resumen, el procedimiento de determinación de pares de relevadores primario- respaldo secuenciales propuesto por este método es el siguiente:

- 1 Se representa la topología del sistema.
- 2 Se determina todos los lazos existentes en el sistema protegido.
- 3 Se obtiene el conjunto de los puntos de ruptura, que es el conjunto mínimo de relevadores cuya apertura elimina todos los lazos del sistema.
- 4 Se determina la matriz de incidencia relevador - nodo para el sistema protegido.
- 5 Se determina el vector de secuencia relativa de los relevadores, que es un vector que indica el orden en que deben ser ajustados los relevadores del sistema.
- 6 Se determina el conjunto de pares operación de relevadores primario- respaldo secuenciales.

Llevando a cabo el ajuste de los relevadores de distancia siguiendo el orden del vector de secuencia relativa y considerando el conjunto de los pares de relevadores secuenciales (obtenidos en base a un análisis topológico) permite también obtener una coordinación adecuada. Sin embargo, este análisis topológico no es indispensable para hacer la coordinación de los relevadores de distancia si se obtiene el conjunto de pares de relevadores mediante un procedimiento heurística que consiste en ir tomando cualquier relevador del sistema, considerándolo de respaldo e identificar sus relevadores primarios correspondientes.

Este procedimiento es basado en la estructura de la red protegida, esto es posible debido a que en este tipo de protecciones, se pueden determinar los ajustes por zonas de protección, es decir, se puede ajustar el alcance de la zona I de todos los relevadores, posteriormente el ajuste de la zona II y finalmente el ajuste de la zona III.

El algoritmo que permite determinar el conjunto de pares de relevadores primario-respaldo en forma heurística se describe a continuación:

- 1 Se representa la topología del sistema
- 2 Se determina la matriz de incidencia relevador- nodo para el sistema protegido.
- 3 Se determina el conjunto de pares de relevadores primario-respaldo ordenado en forma heurística

6.5.1 MÉTODO HEURÍSTICO PARA DETERMINAR LOS PARES DE RELEVADORES

El conjunto de pares de relevadores - primario respaldo se puede obtener en forma heurística, si conoce el conjunto de los relevadores que protegen el sistema y la matriz de incidencia relevador-nodo. Esta matriz se puede obtener de manera sistemática eficiente representando la topología del sistema en forma de listas encadenadas [5]

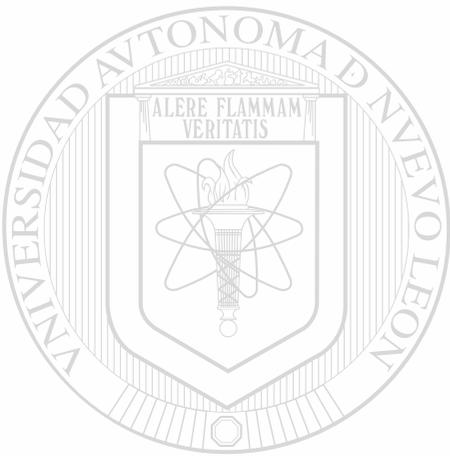
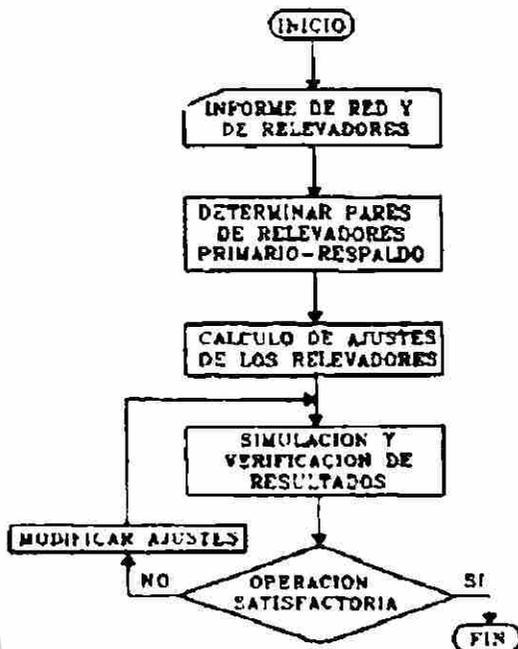
La metodología consiste en tomar cualquier relevador del sistema considerarlo como de respaldo (RR) e identificar los relevadores que inciden en el nodo remoto de RR, estos son los relevadores primarios RP, excepto el que se localiza en la misma línea de RR (ver figura 5).

Al identificar los pares de relevadores primario- respaldo por el método propuesto se obtienen los ahorros computacionales siguientes, sin degradarse la efectividad de la metodología completa

- 1 No se requiere la determinación de los lazos simples del sistema
- 2 No se requiere la determinación del conjunto de relevadores que corresponden a los puntos de ruptura
- 3 No se requiere la determinación del vector de secuencia relativa

Al no realizar estos cálculos se tiene una disminución en el tiempo de ejecución para determinar el conjunto de pares de relevadores, pero lo más significativo de éste ahorro es una reducción importante del espacio de memoria utilizada por los procedimientos mencionados

El diagrama de bloques de la figura 1 muestra la metodología para obtener los ajustes de las protecciones de distancia de un sistema eléctrico de potencia



UANL

Figura 8. Metodología seguida para determinar los ajustes de los relevadores de distancia

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7 AJUSTE DE RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE

7.1 Clasificación de los relevadores.

Los relevadores se pueden clasificar de acuerdo a diferentes formas

a) - De acuerdo a la naturaleza de la cantidad actuante a la cual el relevador responde De corriente, voltaje, reactancia impedancia, frecuencia y la dirección de estos responde a una señal específica.

b) - De acuerdo al método por el cual el relevador actúa sobre el interruptor pueden ser de acción directa cuyos elementos actúan directamente en forma mecánica para operar el interruptor y de acción indirecta cuyo elemento de control actúa sobre una fuente auxiliar para operar el interruptor

c) - De acuerdo a la función del esquema de protección de los relevadores se pueden clasificar como principales y auxiliares.

d) - De acuerdo a la conexión de sus elementos de detección los relevadores primarios son aquellos cuyos elementos de detección se conectan directamente en el circuito o elemento que proteja , y relevadores secundarios aquellos que se conectan a través de transformadores de potencial o corriente

Los relevadores eléctricos se pueden clasificar en dos categorías relevadores electromagnéticos y relevadores estáticos Los relevadores electromagnéticos pueden ser a su vez de dos tipos

a) Tipo de armadura atraída - Estos relevadores incluyen una armadura fija, un brazo móvil y elemento de sujeción, estos comprenden el

tipo más simple que responden a señales de corriente alterna (C. A.) como de corriente directa (C. D.).

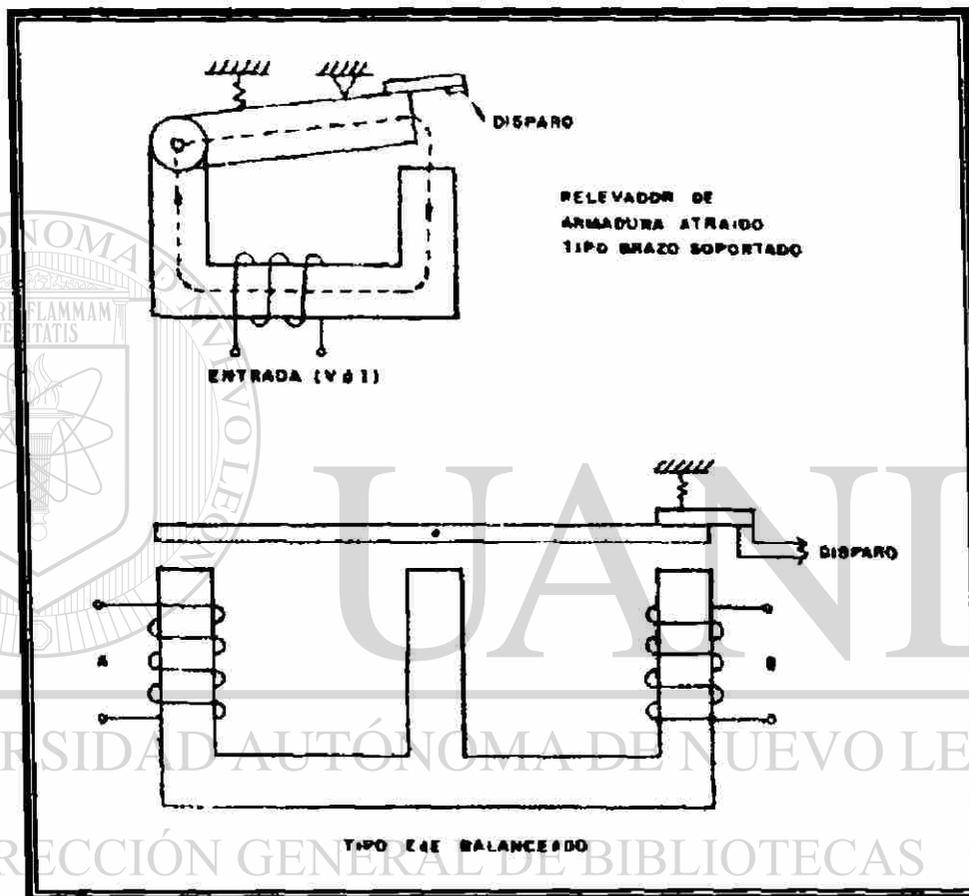


FIGURA 1

b) Relevadores de inducción.- En estos relevadores el par se produce cuando un flujo alterno reacciona con otra corriente inducida en el rotor por otro flujo en el tiempo y el espacio pero de igual diferencia. Este tipo de relevadores es muy usado en los elementos en C. A. por el circuito control. Los tipos más comunes de estos relevadores se conocen como de polos sombreados o de tipo wattómetro .

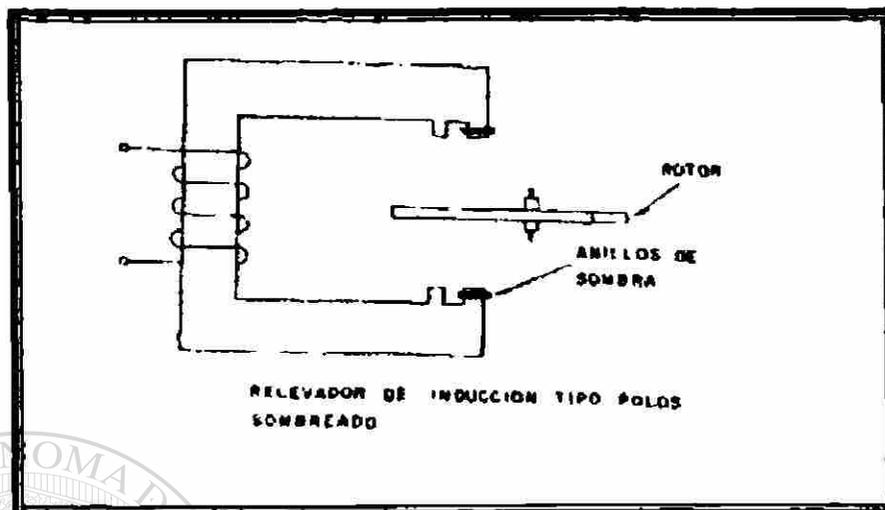


FIGURA 2

7.2 El principio de la protección por relevadores

Un sistema de protección por relevadores puede clasificarse en varios subsistemas, uno de estos es el llamado primario que representa lo que se puede denominar como la primera línea de defensa contra las fallas en el sistema de potencia. Este sistema primario de protección se puede representar como un conjunto de zonas traslapadas de protección que encierran completamente el sistema de potencia, por lo general estas zonas de traslape encierran o incluyen a los interruptores dado que estos son los que separan al sistema de protección en segmentos.

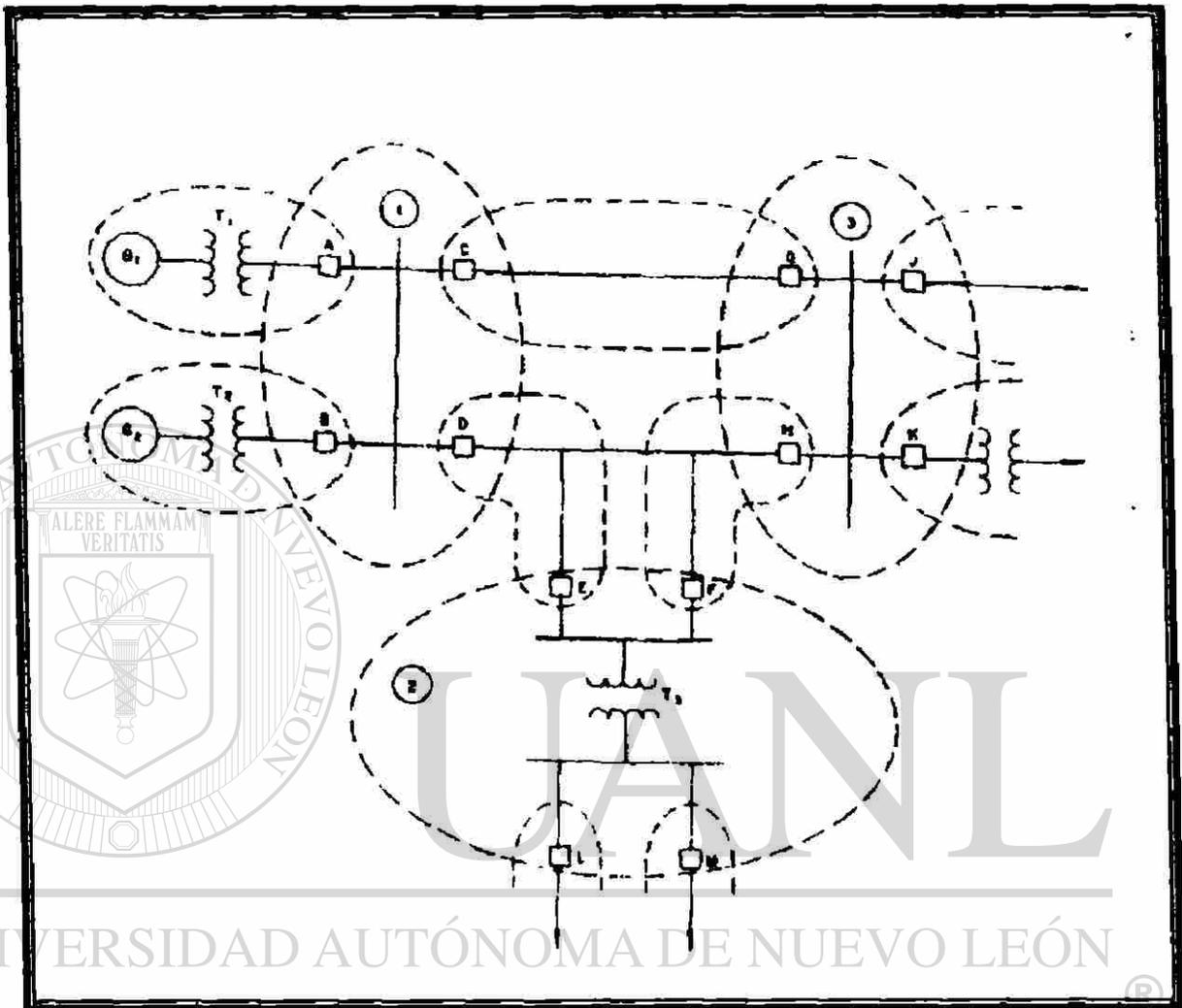


FIGURA 3

Por otra parte se ha mencionado antes que los sistemas de protección deben ser confiables, lo que significa que cada uno de los elementos que intervienen en el sistema lo sea, esto significa que aun cuando un relevador para un propósito específico sea suficiente confiable, no se debe descartar la posibilidad de que por alguna razón falle y en estos casos la solución es usar los denominados relevadores de respaldo que operan en caso de que fallen los relevadores primarios.

Existen varios conceptos con relación a la denominación de relevadores de respaldo, el primero de estos es el llamado respaldo local que es un esquema en el cual la zona protegida adyacente a la zona primaria en falla opera después de un cierto tiempo de retardo en caso de que la zona en falla no haya sido liberada por su protección primaria.

A diferencia de la protección de respaldo local que consiste principalmente de TIMERS y circuitos lógicos, los esquemas de protección remota consisten de zonas de separadas localizadas buses más allá del área que protegen.

7.3 Características principales de los relevadores de protección.

⇒ **Sensitividad** Esta es una de las características más importantes que debe tener un relevador y se refiere a una cierta cantidad de carga que se debe suministrar del transformador del instrumento que lo alimenta para que el relevador opere, los relevadores más sensitivos requieren de menor carga por alimentar y por lo tanto transformadores de instrumentos más pequeños y consecuentemente más baratos

⇒ **Selectividad.** Esta es otra importante característica de los relevadores y consiste en la capacidad de detectar con gran precisión el nivel de corrientes para el cual debe ocurrir la señal de disparo o bien la distancia para una falla remota o lejana al relevador a la cual una línea se debe sacar de servicio conceptos como estos dan un índice de las selectividad de un relevador

⇒ **Confiabilidad** Esta es una característica del relevador que se debe considerar siempre y se refiere a su característica de protección específica

Se puede decir que en un sistema eléctrico bien diseñado no debería haber intervención de los relevadores de protección por mucho tiempo, años quizás por lo que deben operar con bastante precisión y seguridad cuando sea requerida su intervención

7.4 Política de los relevadores.

El que diseña un esquema de protección para un sistema eléctrico tiene que pensar que cada sistema puede ser diferente de otro y por lo tanto la política operacional puede ser también diferente por lo que pueden aplicarse diferentes criterios o políticas de protección desde el punto de vista de la operación de los relevadores

Criterio conservador - Este criterio se puede resumir diciendo que cuando existe una falla siempre debe haber un disparo en la protección, sin embargo si se lleva hasta sus extremos se corre el riesgo de provocar algunas interrupciones en falso y también interrupciones innecesarias en el servicio, el efecto de este criterio es que el equipo se debe proteger a como de lugar aun sacrificando la continuidad del servicio, es decir habrá mayores interrupciones de servicio

Criterio liberal o interrupciones necesarias - Este criterio cuestiona en principio la necesidad de una interrupción, es decir se trata de conservar el equipo de una instalación en servicio aun en condiciones de corto circuito que puedan ser consideradas como graves en algunos casos o bien sean transitorios intentándose los recierres en los interruptores

Los dos criterios anteriores son en cierto modo son opuestos y sean presentado para analizar dos puntos de vista diferentes pero evidentemente

existen algunas soluciones intermedias que el diseñador podrá adoptar de acuerdo al sistema eléctrico que se trate y su importancia

7.5 Protección por relevadores contra sobrecorriente.

Los relevadores de sobrecorriente tienen su mayor aplicación en sistemas de distribución radiales o en mallas ya que en estos sistemas no se requiere de algunas características direccionales mientras que los elementos direccionales son normalmente requeridos en alimentadores en malla. Existen diferentes tipos de relevadores de sobrecorriente en el mercado de tal forma que se puede seleccionar el más adecuado para cada aplicación específica. Desde el punto de vista de su operación el tiempo de operación de todos los relevadores es posible obtener diferentes características que son

- Tiempo definido
- Mínimo tiempo definido inverso
- Muy inverso
- Extremadamente inverso

7.6 Coordinación por Ajuste de Corriente

El concepto más simple en la coordinación de relevadores es el gradiente de corriente de tal forma que los relevadores tienen diferente tiempo de disparo

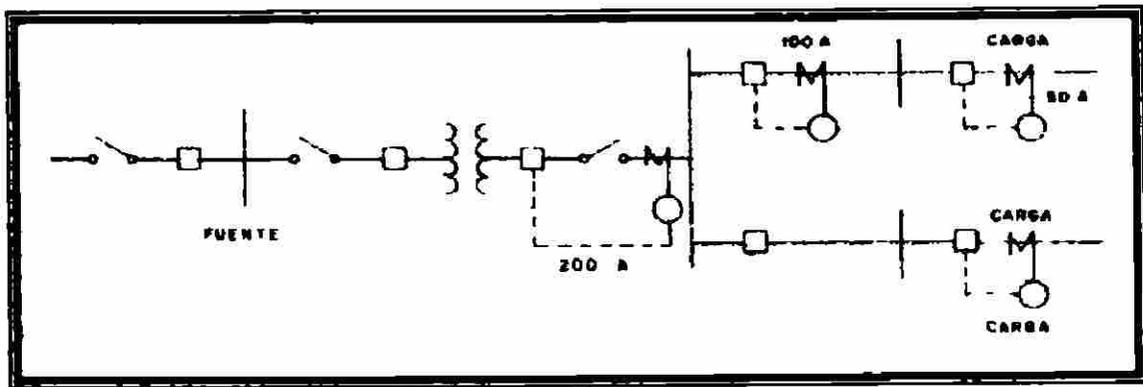


FIGURA 4

En el sistema anterior los relevadores ajustados trabajan mejor cuando la impedancia de la fuente es mucho menor que la línea, ya que entonces la corriente de falla para una terminación remota es considerablemente menor que para una falla en el extremo de la fuente.

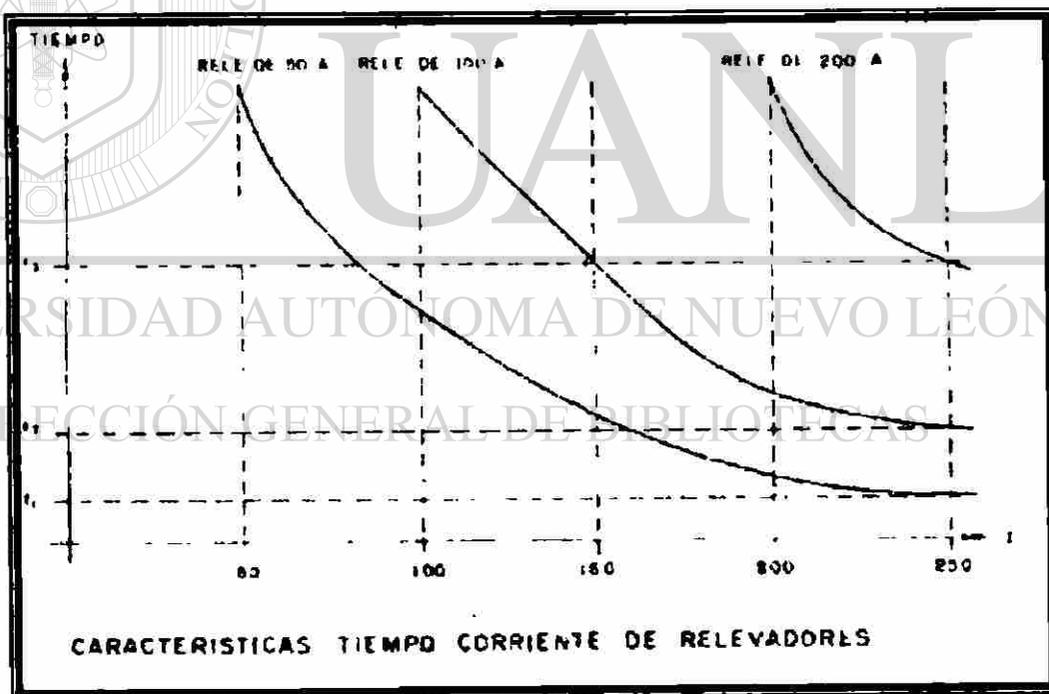


FIGURA 5

Las curvas características mostradas en la figura anterior corresponderían a relevadores que son del tipo que operan más rápido para valores grandes de corriente de falla que para valores pequeños de corrientes

de falla conocidas como la relación inversa tiempo-corriente y es una característica típica de los relevadores de inducción.

7.7 Coordinación por Ajuste de Tiempo

Los relevadores empleados en este esquema se denominan definidos en lugar de los conocidos como inversos de sobrecorriente; esto significa que los relevadores definidos tienen un valor específico de disparo de corriente una vez que se ha alcanzado ese valor de corriente para disparar. El valor real del tiempo de operación es independiente de la corriente.

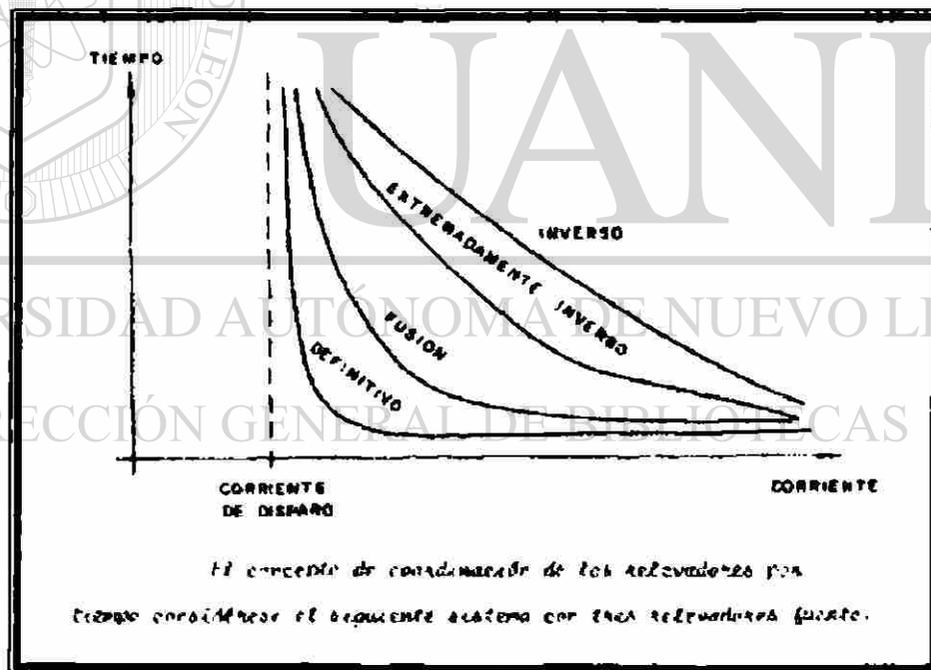


FIGURA 6

El concepto de coordinación de los relevadores por tiempo considérese el siguiente sistema con tres relevadores fuente.

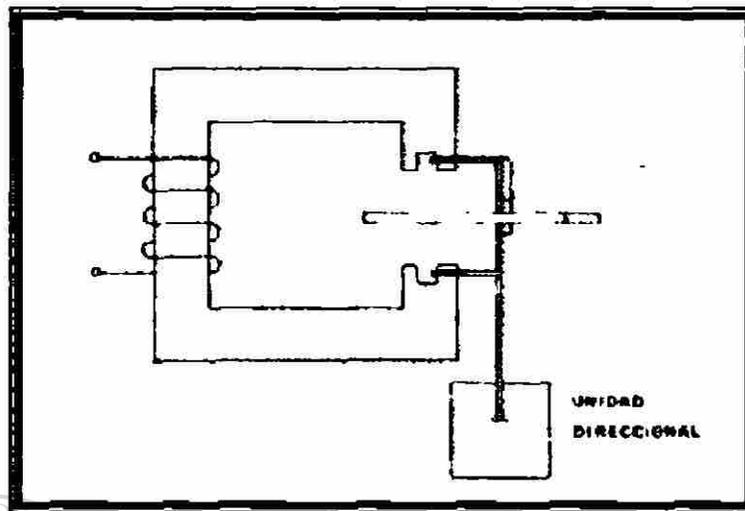


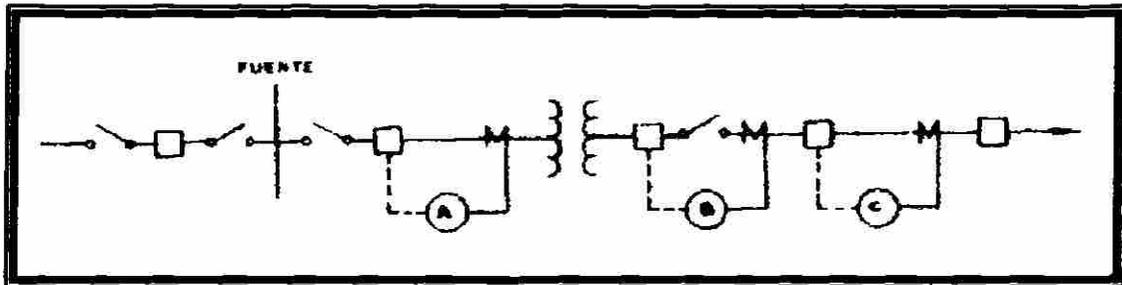
FIGURA 7

7.8 Relevadores de Sobrecorrientes de Tipo Instantáneo

Si el relevador opera instantáneamente sin ningún retardo intencional en el tiempo se denominan instantáneos y esta característica se puede lograr por medio de relevadores del tipo de armadura de atracción no polarizada, tiene la ventaja de reducir el tiempo de operación a un mínimo para fallas muy cercanas a la fuente cuando la corriente de fallas es muy grande y es efectivo solo cuando la impedancia entre el relevador y la fuente es pequeña con la impedancia de la zona por proteger.

7.9 Relevadores Direccionales

FIGURA 8



La protección selectiva no se puede obtener en sistemas en anillo o malla con relevadores de ajuste por la sobrecorriente en la misma forma que en sistemas radiales con dos extremos de suministro de potencia. En tales casos el relevador debe estar provisto de un elemento direccional para retroalimentar a la falla de otra fuente; por ejemplo el relevador de sobrecorriente con magneto de fase partida puede tener una unidad direccional adicional consistente de una capacitancia o una resistencia en el circuito de trabajo.

Los relevadores direccionales deben tener las siguientes características :

- Alta velocidad de operación.
- Alta sensibilidad.
- Capacidad de operar con valores de voltaje bajos.
- Índice o capacidad térmica de tiempo corto.
- La carga no debe ser excesiva.
- No debe existir caídas de voltajes o fugas de corriente.

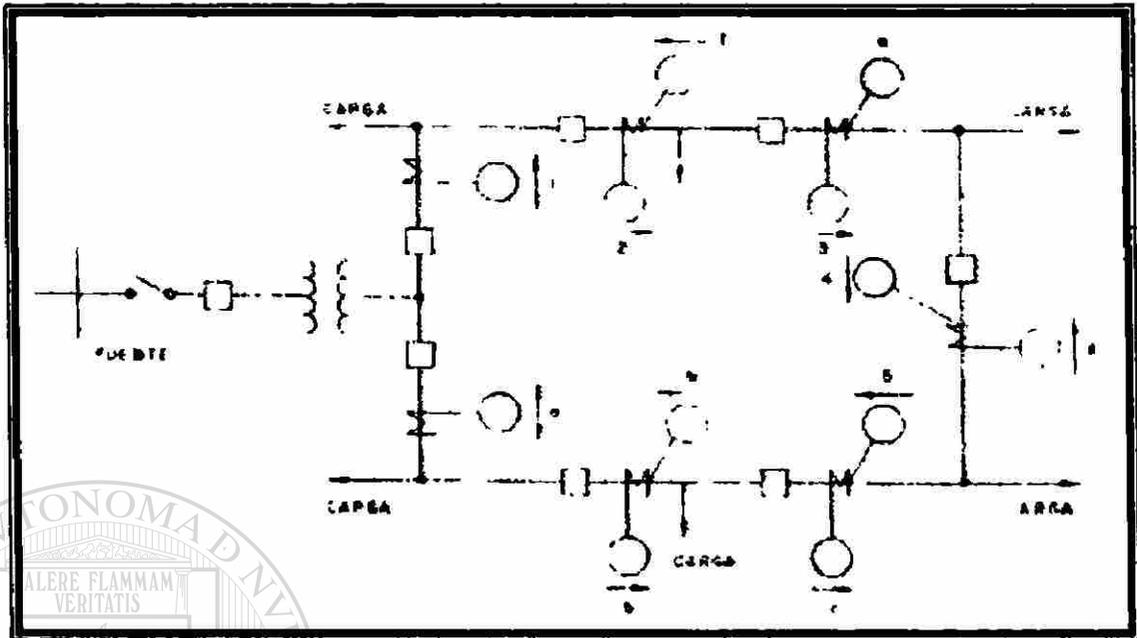
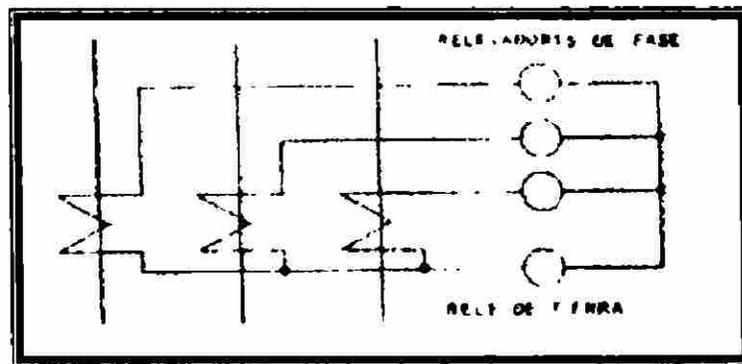


FIGURA 9

7.10 Relevadores de Sobrecorriente a Tierra

Cuando un relevador de sobrecorriente se conecta en el punto neutro de sus transformadores de corriente solo es sensitivo a las fallas a tierra. Dado que tales relevadores a tierra no son sensitivos a las corrientes balanceadas de línea, no detectan corrientes de carga y por lo tanto se pueden ajustar para operar a valores mucho más bajos de corriente que los relevadores de fase, esto conduce en gran medida más rápida que la longitud con los relevadores de fase.

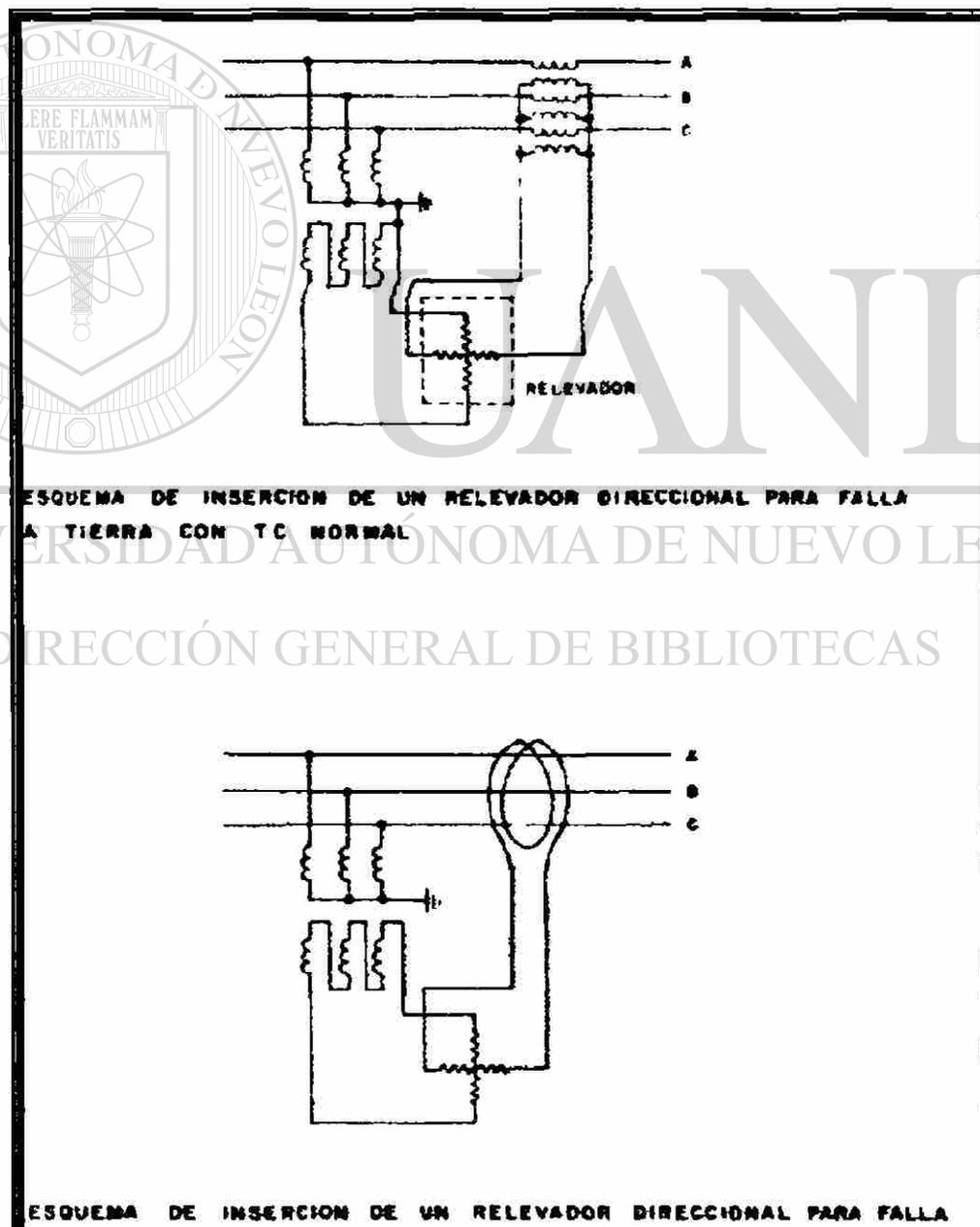
FIGURA 10



7.11 Relevadores de Distancia

Es la aplicación de relevadores a los sistemas de transmisión es necesaria la característica del relevador en los mismos términos que lo establecen las condiciones del sistema, esta es particularmente cierto en los relevadores del tipo distancia.

FIGURA 11



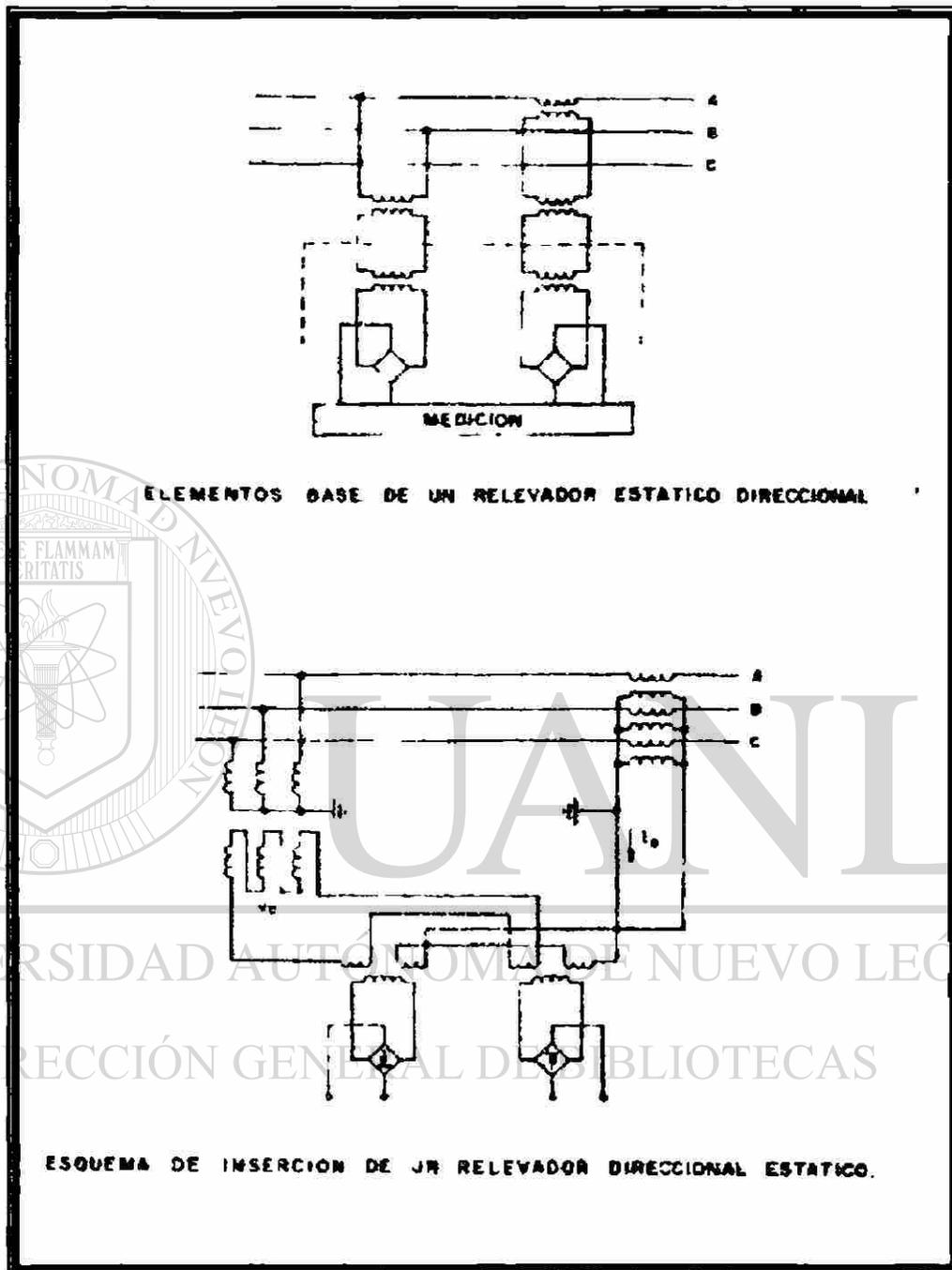


FIGURA 12

Los relevadores de distancia pueden ser de los siguientes tipos :

- De impedancia.
- De reactancia.
- Admitancia (Mho).
- Ohm.
- Mho fuera de ajuste.

7.12 Relevador Diferencial

El principio de operación del relevador diferencial depende de una simple corriente circulante donde la diferencia de corrientes de los transformadores de corriente que lo alimentan en condiciones normales o en condiciones de falla fuera de la zona de protección.

FIGURA 13

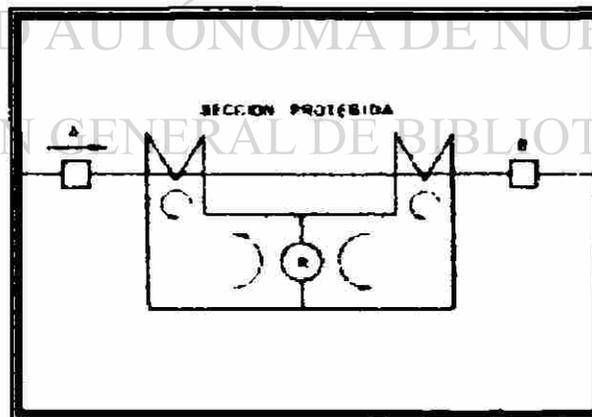


FIGURA 14

PRINCIPALES TIPOS DE PROTECCIONES CONTRA FALLA A TIERRA CON RELACION A LA POSICION DEL NEUTRO Y A LA CONFORMACION DE LA RED

CONFIGURACION DE LA RED

PROTECCION INDICADA

NEUTRO A BLANDO

NEUTRO A TIERRA



RADIAL PURA

PROTECCION CONTRA DESEQUILIBRIO DE TENSION

PROTECCION CONTRA DESEQUILIBRIO DE CORRIENTE



MAZ DE RADIALES (EN PEINE)

DIRECCIONAL DE TIERRA CON SENSIBILIDAD WATTMETRICA

PROTECCION CONTRA DESEQUILIBRIO DE CORRIENTE



RADIAL CON VARIAS SUBESTACIONES EN SERIE

PROTECCION CONTRA DESEQUILIBRIO DE TENSION (SELECCIONANDO TIEMPOS DISTINTOS)

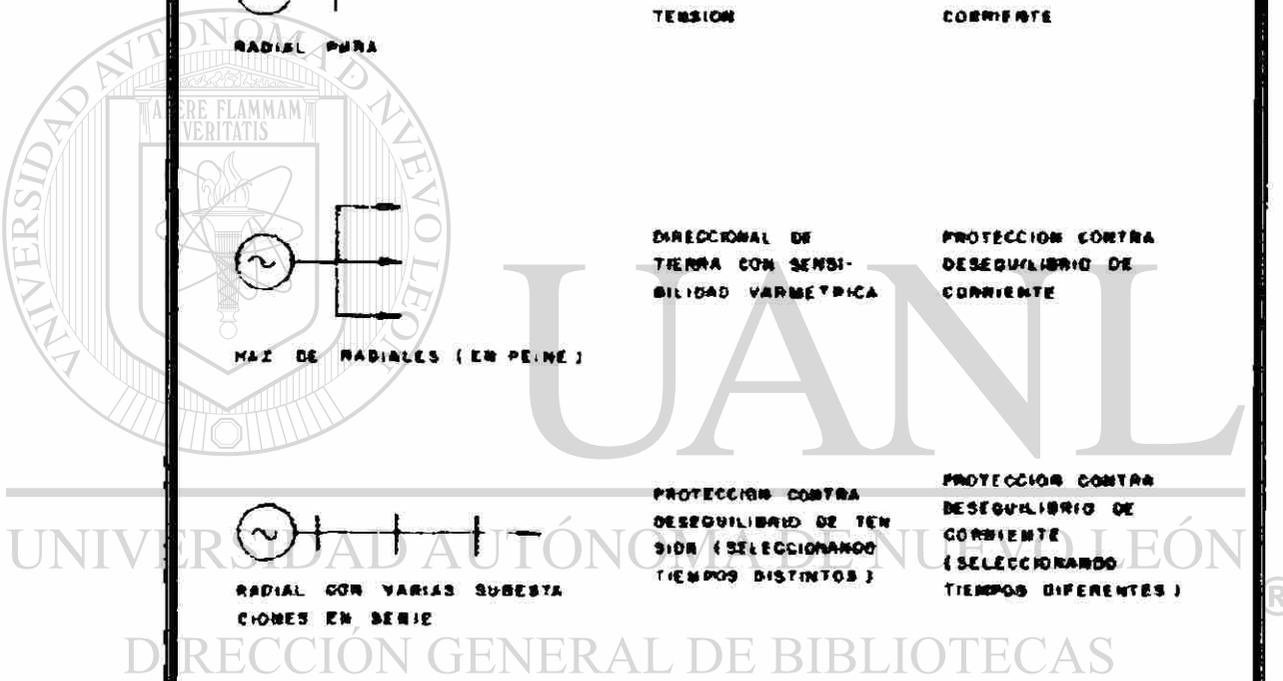
PROTECCION CONTRA DESEQUILIBRIO DE CORRIENTE (SELECCIONANDO TIEMPOS DIFERENTES)



RED MALLADA O INTERCONECTADA

DIRECCIONAL CON SENSIBILIDAD WATTMETRICA

DIRECCIONAL CON SENSIBILIDAD WATTMETRICA



8 Problemática en La Protección

PROBLEMA

IMPULSOS PICOS DE SOBRETENSIONES

Daños en equipos eléctricos y electrónicos, deterioro de aislamiento y salidas de servicio causadas por descargas atmosféricas "switchero" de interruptores y capacitores rechazo de carga, etc

SOLUCION

Realización de mediciones en instalaciones a la intemperie y en acometidas a instalaciones industriales comerciales y residenciales, así como en terminales de equipo vulnerable.

Realización de análisis y dimensionamiento de dispositivos supresores de sobretensiones y picos de acuerdo a sus magnitudes

BENEFICIO

Reducción de los daños de equipo en operación y salidas de servicio eléctrico mejorando con ello la calidad de la energía suministrada y recibida

PROBLEMA:**DISTORSION ARMONICA**

Deformación de las formas de onda senoidal de voltaje y corriente por la operación de equipo con electrónica de potencia y otras cargas no lineales, que repercuten en la operación errónea de algunos equipos sensibles con las formas de onda, daño en capacitores, pérdidas adicionales calentamiento en aislamiento

SOLUCION

Monitoreo en campo de la distorsión armónica e identificación de las fuentes generadoras. Análisis y diseño de filtros para eliminar su efecto. Aplicación de las normatividades para la especificación de criterios que permitan controlar la aplicación de cargas no lineales y equipo generador de armónicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**BENEFICIO**

Reducción de pérdidas por efecto Joule, se mejora la operación de equipo sensible que opera con ondas senoidales puras se reducen los costos por daños y reemplazo en capacitores etc

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PROBLEMA:**RUIDO ELECTRICO**

Perturbaciones en el voltaje que se presentan entre conductores de las fases a tierra producidas por la conexión y desconexión de condensadores, hornos de arco y equipo de rectificación, alumbrado de arco, equipo de soldadura

SOLUCION

Realizamos mediciones y análisis en sitio de las fuentes generadoras, con base en su magnitud

Especificación de medidas correctivas con base en blindaje electromagnético y transformadores de aislamiento

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



BENEFICIO
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se logra tener un voltaje libre de señales parásitas de alta frecuencia que alteran la visibilidad en los sistemas de iluminación

PROBLEMA

SOBREVOLTAJE O BAJO VOLTAJE

SOBREVOLTAJE: Deterioro acumulado y calentamiento en los aisladores de equipo eléctrico (ejemplo transformadores motores, reactores) y cables

BAJO VOLTAJE: Demanda fuerte de reactivos ocasionando pérdidas en equipo eléctrico y sistemas de cables

SOLUCION

Utilizando equipo de medición específico (ejemplo PQNODE) se realizan en campo una serie de mediciones en tiempo programado (desde un minuto hasta varias semanas) que permiten mediante sus análisis determinar las magnitudes correspondientes del alto y bajo voltaje

BENEFICIO

Se puede con esto establecer medidas correctivas para reducir su efecto en la operación de los equipos. Se incrementa la vida útil del sistema de cableado

PROBLEMA

DEPRESION DE VOLTAJE

Depresión momentánea en el voltaje nominal sin que llegue a ser una interrupción, sin embargo es suficiente para alterar la operación de los sistemas electrónicos principalmente

SOLUCION

Monitoreo en línea para localizar la causa de la depresión de voltaje, utilizándose equipo especializado. Al conocer la magnitud como la duración del disturbio se da las soluciones adecuadas

BENEFICIO

Se disminuye la productividad por paros innecesarios en los procesos que implican manufactura continua y se disminuye el costo de manejo o pérdida de material no procesado

PROBLEMA

TRANSITORIOS

Los transitorios generados por descargas atmosféricas y operaciones de maniobra (interruptores, capacitores etc) provocan sobre esfuerzos eléctricos que pueden ocasionar daños irreversibles en los aislamientos de equipo eléctrico y electrónico cuando se ven afectados por este fenómeno

SOLUCION

Se realizan mediciones en acometidas y en terminales de los equipos más vulnerables a los transitorios (ejemplo subestaciones, sistemas UPS, transformadores, bancos de reactores equipo electrónico) Dichas mediciones permiten dimensionar los aparta rayos y los supresores de picos requeridos para drenar a tierra las sobretensiones producidas por este fenómeno

BENEFICIO

Se reducen en gran medida los daños a los equipos mencionados se mejora la continuidad del servicio y se evita la interrupción de los procesos

PROBLEMA

INTERRUPCION

Es la pérdida de energía eléctrica momentánea o permanente, producida por una serie de fenómenos tales como descargas atmosféricas, contacto de ramas de árbol con cables cortocircuitos caída de postes, rotura de cables y otras fallas

SOLUCION

Se dimensionan sistemas de respaldo mediante generación propia y de sistemas de energía ininterrumpible, utilizando además dispositivos de transferencia automática

BENEFICIOS

Continuidad de los procesos y reducción de costos por pérdidas de horas hombre y daños en equipos

Los convertidores de frecuencia a voltaje encuentran su campo de aplicación en circuitos opto - acoplados sistemas de telemetría circuitos como tacómetros para el control de velocidad de motores etc

Los dos tipos básicos de convertidores de frecuencia a voltaje más comúnmente utilizados son

- * **Convertidores de integración de pulsos** Los cuales integran un pulso de ancho fijo en una señal a la salida cuyo valor es dependiente de la frecuencia del pulso

- * **Convertidores de PLL** Los cuales se amarran a una frecuencia de entrada para producir un voltaje de error el cual es proporcional a las variaciones de frecuencia de la señal de entrada

El convertidor de integración de pulsos utiliza un temporizador monoestable "one-shot timer" de precisión el cual cuando es disparado por la señal de entrada produce a su salida pulsos de una amplitud y duración fijos.

Estos pulsos son integrados para determinar su valor promedio en un intervalo de tiempo, donde el valor promedio será proporcional a la frecuencia del tren de pulsos

1 Apagones (Blackouts)

Interrupciones duraderas del suministro eléctrico desde segundos hasta horas

2 Ausencia de Ciclos de Línea Eléctrica (Brownouts)

Interrupciones momentáneas de la línea eléctrica 1/2, 1 o 2 ciclos

3 Picos Eléctricos (Spikes)

Aparecen en la línea eléctrica Son del orden del kilovatio y sus duraciones del orden del milisegundo (0.001 seg) Se originan por

tormentas eléctricas o desconexión de grandes cargas reactivas como lo son los equipos que contienen grandes motores.

4 Ruidos Eléctricos (Noises)

Señales de alta frecuencia que aparecen en la línea eléctrica. El ruido de modo normal (entre fase y neutro) tiende a ser eliminado con filtros al igual que parte del ruido referenciado a tierra.

5 Bajadas de Voltaje (Sags)

Disminución del voltaje por períodos prolongados fuera del rango tolerable.

6 Subidas de Voltaje (Surges)

Aumento del voltaje por períodos prolongados fuera del rango tolerable.

7 UPS (Uninterrupted Power Supply)

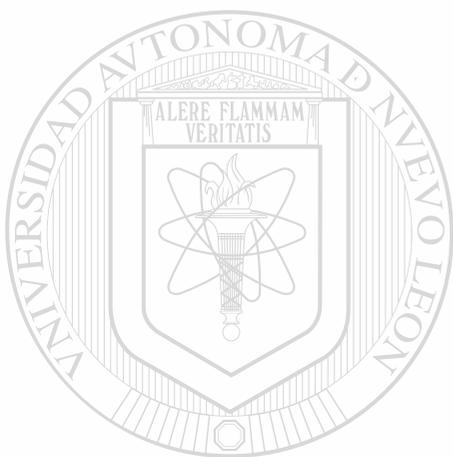
Fuente de energía ininterrumpible es el nombre del dispositivo que permite un suministro de electricidad estable a los equipos a respaldar tales como computadoras y otros equipos electrónicos, aún cuando el suministro de la acometida eléctrica falle.

8 UPS Offline (o Standby)

Este tipo de UPS filtra la línea eléctrica que ofrece la acometida eléctrica de la pared (toma corriente) y se la entrega a los equipos a proteger, mientras esta tenga un voltaje apropiado. Cuando el voltaje de la línea eléctrica baja o sube mucho, el UPS transfiere su energía almacenada(s) en su(s) batería(s) para dar y mantener un voltaje apropiado a los equipos a proteger.

9 VA (Voltio - Amper)

En un equipo es la medida de salida de voltaje multiplicada por la salida de corriente. Esto se expresa como potencia real (vatios) multiplicada por el factor de potencia [VA*F P]



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**SERIE DE APLICACION COMERCIAL CON VARIOS ESTILOS,
VOLTAJES Y CAPACIDADES DISPONIBLES.**

Características

Totalmente autocontenida

Instalación simplificada

Baterías selladas libres de mantenimiento

Alimentación a 120-277 volt

Desconexión a bajo voltaje

Protección de oscurecimiento

Cargador 100% estado sólido

Revelador sellado

Interruptor de prueba tipo botón

Luz indicadora

Cubierta metálica calibre 20 con acabado de esmalte blanco

Capacidad remota en modelos grandes

Selección de cubierta blanco ó tipo madera

Varias selecciones de lámpara

Cabezas no deslizables totalmente ajustables termoplásticas alto impacto

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

REGULADOR ELECTROMECHANICO

Trabaja por medio de un sistema motorizado que electrónicamente detecta las variaciones de voltaje y manda la orden de movimiento a un motor eléctrico, que a su vez, mueve un conjunto de carbones sobre conmutadores de una bobina sumando y restando espiras de dicha bobina, contribuyendo al aumento o disminución de voltaje

Su velocidad es de 7 a 26 volt por segundo dependiendo de la capacidad de regulación

REGULADOR FERRORESONANTE

Es un circuito sintonizado que mantiene una regulación al saturar el núcleo magnético dando una onda de voltaje no senoidal

Este tipo de regulador mantiene una salida razonablemente regulada siempre y cuando el voltaje de entrada sea estable o que los cambios en la entrada se susciten a un ritmo muy lento de lo contrario la salida sufre severos disturbios

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

REGULADOR CON TRANSFORMADOR DE INDUCCIÓN

Regulador con transformador de inducción que es diseñado para sistemas monofásicos bifásicos y trifásicos Su ventaja principal sobre otros procedimientos de regulaciones es que el voltaje es continuo y circula sin disturbios, es decir su operación es de transición cerrada

En todos los casos se trata de un secundario el cual se conecta en serie con la carga y los primarios en paralelo con la línea regulando los altos o los bajos valores de voltaje dentro de los parametros de + 15% de alimentación y del + 5% o del +3% de la salida de voltaje nominal

Su funcionamiento esta basado en las teorías de los fenómenos de inducción

Estos transformadores reguladores están constituidos por un embobinado llamado secundario, que soporta la potencia total del transformador y por otros devanados llamados primarios, que a su vez de acuerdo a su polandad y flujo magnetico inducen sobre el devanado secundario un aumento o disminución en el voltaje

AUTO TRANSFORMADOR

Conjunto compuesto de un primario conectado a la fase y el neutro del sistema estrella, y varios secundarios con relaciones de transformación, que ofrecen voltajes mayores o menores a los de la entrada

Los embobinados del secundario Son conmutados generalmente por sistemas mecánicos que soportan picos altos provocados por el encendido y apagado de dichas bobinas

En el mercado se encuentran comúnmente en capacidades pequeñas (hasta 16 A), dado que los elementos de control de los transformadores en cuestión se requieren robustos a los disturbios eléctricos que son producidos en el núcleo

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SISEMA ON-LINE INTERACTIVOS

Sistemas que cuentan con transformadores u otros dispositivos para acumular voltaje. capaces de soportar la carga demandada por unos instantes Tiempo en el que se realiza la transferencia de un inversor que convierte la energía de corriente directa de un banco de baterías a corriente alterna, para seguir alimentando sin interrupción los equipos que se alimentan del sistema

Esta tecnología permite que en la salida del U P S no se detecte ninguna interrupción considerando a estos sistemas como

SISTEMAS ON-LINE DOBLE CONVERSIÓN.

Este sistema se basa en hacer pasar la corriente alterna por un rectificador cargador de baterías, que alimentan a un banco de baterías y un inversor que convierte la corriente directa en corriente alterna, cuando la energía comercial se ausenta o se encuentra fuera de los rangos que permite el sistema la energía será proporcionada por el banco de baterías, haciéndola circular por el inversor que convierte la corriente directa en corriente alterna y puede alimentar los equipos que componen la carga también es una de las tecnologías más antiguas, que a través de cambios técnicos han venido evolucionando en el transcurso de los años Actualmente se encuentran algunas marcas con tecnologías que utilizan componentes de punta haciendo que tengan mayores eficiencias y ahorros de energía

SISTEMA OFF-LINE

Sistemas regularmente de bajo precio y bajas capacidades que son usados esencialmente para cargas no sofisticadas y que no cuentan con microprocesadores o componentes electrónicos que sean afectados por pequeñas variaciones de energía

Generalmente la manera de operar de estos productos es con operación de un swich electrónico o mecánico que se encarga de que la energía eléctrica con la que se alimenta la carga se suministra por corriente comercial o por la acumulada en el banco de baterías

Dicho swich hace su transferencia en un tiempo lento lo que puede originar serios problemas a equipos electrónicos sofisticados

9- Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

El amplio universo de la ingeniería eléctrica sería imposible de cubrir en uno o varios libros, por lo tanto, las investigaciones sobre temas de interés facilitan al estudiante que encuentran en estas lo necesario para tareas universitarias

Las protecciones eléctricas son cada vez más recurridas y ocupan un lugar importante dentro de los mecanismos en la industria. Sin una debida coordinación de estas protecciones se correrían un sin número de riesgos, por lo que los ingenieros debemos estar capacitados sobre el tema

Aspectos de relevancia tales como relevadores, fallas, mecanismos contra fallas y sistemas eléctricos no pueden faltar en una investigación referente a la coordinación de protecciones eléctricas. De esta manera se intentó abarcar cada uno de los secciones referentes y realizar una digna presentación

Aunque los conocimientos que se tenían sobre la investigación eran casi nulas, poco a poco se fue aprendiendo más de los temas hasta lograr un trabajo amplio y suficiente

El investigar siempre será una actividad enriquecedora para el ser humano el cual por naturaleza tiene hambre de aprender. Nosotros como ingenieros debemos cultivar nuestra inteligencia por medio de lecturas como éstas que nos permitirán un mayor desarrollo en el ámbito tanto social, como profesional

9.2 Recomendaciones

Este escrito es un tratado sobre protección en sistemas eléctricos de potencia. En los últimos años se han dado una serie de avances y logros importantes en el campo de la protección, los equipos analógicos en algunas aplicaciones ya son substituidos por relevadores digitales y la tendencia es hacia la generalización de dichos elementos. Ante estos cambios y la producción de nuevas tecnologías, dar una respuesta al problema de la protección se antoja un tanto difícil. Un hecho importante ante esta situación es que los principios básicos y motivos fundamentales se mantienen en gran medida sin cambios importantes. Ante estos eventos sentimos que el reto de desarrollar un trabajo sobre protección es mayor. El riesgo es que la información presentada pareciera inconclusa con un volumen regular y con poca objetividad.

Nos sentimos obligados a hacer un esfuerzo y en la medida de lo posible ofrecer un trabajo concreto, orientado y útil.

Pensamos que esta información va directa a las necesidades de solución, ya que creemos que, cualquier interesado obtendrá una respuesta rápida a sus inquietudes.

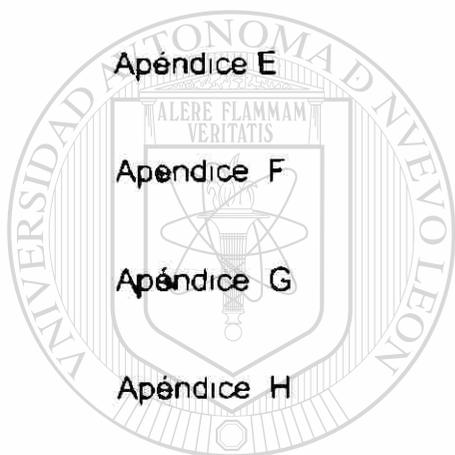
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se tiene la responsabilidad de adaptarse a los nuevos equipos que aparezcan en el mercado, esto es un oficio que es considerado un arte y una ciencia por algunos autores.

Es difícil escribir sobre estos temas ya que siempre quedan muchos puntos sin tratar por que los sistemas eléctricos de potencia el protegerlos cada día habrá maneras nuevas y más fáciles de manejar.

APENDICES

Apéndice A	Diseño Y Coordinación De Aislamientos
Apéndice B	Nomenclatura Para Designación De Equipo
Apéndice C	Descripción General de una Subestación
Apéndice D	Disposiciones Generales
Apéndice E	Glosario de Fusibles
Apéndice F	Formas de usar el programa de curvas 51
Apéndice G	Obtención de la ecuación
Apéndice H	Calculo de parametros
Apéndice I	Ejemplo de la aplicación de Hoja de Calculo para estudios de coordinación de protección de subcorriente



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



APENDICE A

Diseño y Coordinación de Aislamientos

La coordinación de aislamientos de las distintas partes de un sistema eléctrico, es algo parecido a la coordinación de protecciones contra sobre corrientes en base de fusibles y otros dispositivos limitadores de corrientes. En estos, se trata de que solo el circuito en el que se presenta la falla quede desconectado y no todo el sistema. En forma muy similar se procede contra sobretensiones.

Por coordinación de aislamientos se quiere decir el total de todas las medidas adoptadas en un sistema eléctrico de transmisión, con el objeto de prevenir interrupciones por rupturas y en lo posible, flameos por sobretensiones. Y en donde esto no se puede obtener dentro de los límites económicos para tratar del flameo se presentan en puntos donde no-se cauce daño y de esta forma, las interrupciones en el servicio se reduzcan a un mínimo.

Efecto Corona

En las líneas de transmisión se puede observar que las distancias entre conductores son mayores que su radio, al existir una diferencia de potencial entre conductores se tiene una intensidad de campo eléctrico cuando la intensidad del campo eléctrico excede la rigidez dieléctrica del aire, en las superficies de los conductores aparece el efecto corona.

Este efecto depende de varios factores como el tipo de tensión, la temperatura, densidad relativa del aire y presencia de vapor de agua.

En la aparición del efecto corona en una línea se puede diferenciar varios tipos de descargas

- A) Descarga de trichel, de poca importancia práctica
- B) Descarga de punta, aparece al aumentar el gradiente superficial, se puede medir una pequeña pérdida de energía.
- C) Descarga o corona de transición, aparece una luminosidad tenue en las partes rugosas del conductor.
- D) Corona luminiscente, aparece un halo luminoso alrededor de todo el conductor y se percibe el olor característico de ozono

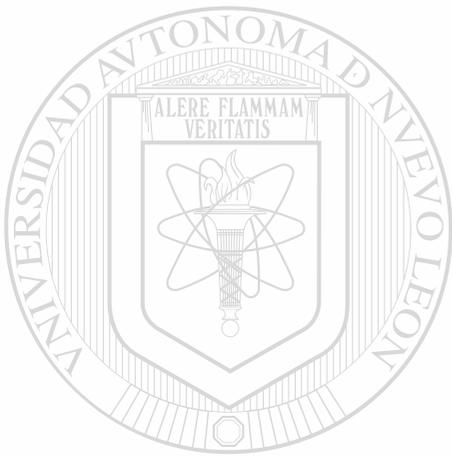
Este fenómeno del efecto corona también se presenta no solo en conductores externos, también en máquinas rotatorias y transformadores. Y algunas de sus manifestaciones tienen los siguientes efectos

- A) Pérdidas que se manifiestan en forma de calor
- B) Interferencia en las comunicaciones por lo que las líneas de potencia deben estar retiradas tanto como sea posible de las líneas de comunicación y centros urbanos
- C) Las corrientes de carga debido al efecto capacitivo pueden causar caídas de tensión
- D) Se tienen pérdidas de corona causadas por ionización del aire entre los conductores
- E) El efecto corona ayuda a atenuar las ondas de sobre tensión que se presentan por rayo o maniobra de interruptores ya que la energía asociada con estas ondas se disipa parcialmente con las pérdidas por corona

Una interpretación más elemental del efecto corona se obtiene suponiendo que se tienen dos conductores paralelos en el aire y que entre ambos se aplica una diferencia de potencial que se va incrementando

gradualmente hasta alcanzar un punto en el cual el aire con la superficie de los conductores se ioniza. La diferencia de potencial entre ese punto se conoce comúnmente como "la tensión crítica disruptiva y el cilindro de aire ionizado que rodea al conductor se llama corona "

Si se aumenta la tensión aun más se encuentra un valor en el cual un halo luminoso de color violeta se puede ver rodeado a cada conductor. La diferencia de potencial en este punto se denomina "tensión crítica visual y el halo luminoso se le conoce como la corona visible"



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



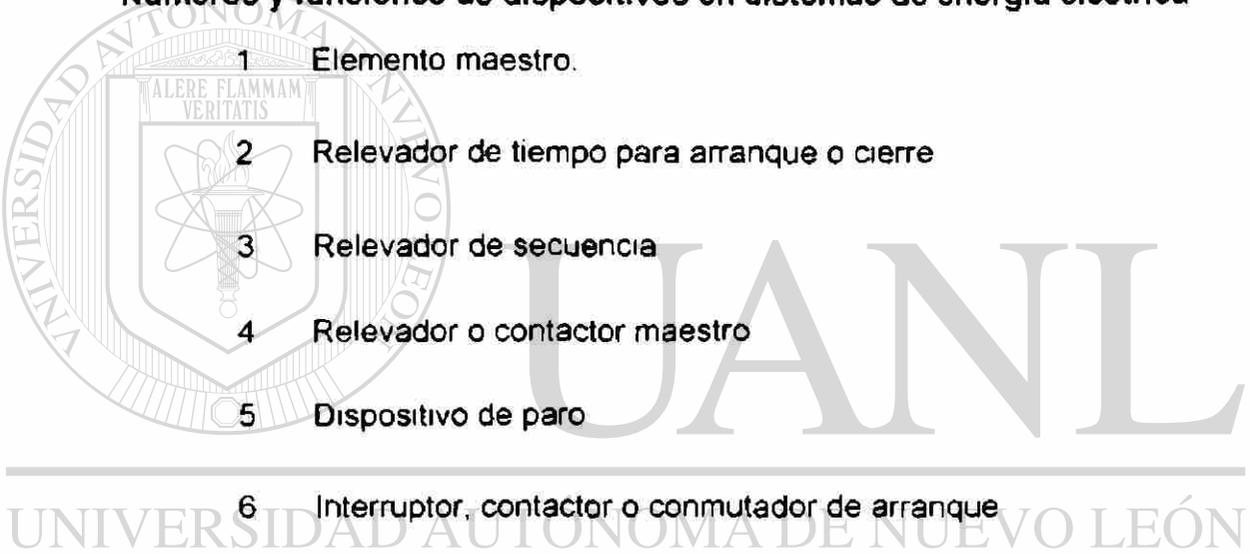
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APENDICE B

Nomenclatura para Designación de Equipo.

Existe una designación basándose en números (de 1 al 99) para los relevadores y equipos de una red eléctrica acordado por la "ANSI" (American National Standard Institute) y el "IEEE" (Institute of Electric and Electronic Engneecs) La cual facilita la descripción de estos equipos en diagramas, especificaciones, reportes, etc Se anexa copia de esta nomenclatura.

Números y funciones de dispositivos en sistemas de energía eléctrica

- 
- 1 Elemento maestro.
 - 2 Relevador de tiempo para arranque o cierre
 - 3 Relevador de secuencia
 - 4 Relevador o contactor maestro
 - 5 Dispositivo de paro

6 Interruptor, contactor o conmutador de arranque

7 Interruptores de ánodo

8 Conmutador para control de potencia

9 Dispositivo inverso

10 Conmutador para secuencia unitaria

11 (Reservado para futuras aplicaciones)

12 Dispositivo de sobre - velocidad

13 Dispositivo de velocidad sincrónica

- 14 Dispositivo de baja velocidad
 - 15 Dispositivo regulador de velocidad
 - 16 (Reservado para futuras aplicaciones)
 - 17 Interruptor o contactor para puentear o descargar.
 - 18 Dispositivo para incrementar o decrecer la velocidad de una maquina
 - 19 Relevador o contactor de transición de arranque a marcha.
 - 20 Válvula operada eléctricamente
 - 21 Relevador de distancia
 - 22 Contactor o interruptor igualador
 - 23 Dispositivo regulador de temperatura
 - 24 (Reservado para futuras aplicaciones)
-
- 25 Dispositivo para sincronización o Verificación de sincronismo
 - 26 Dispositivo térmico de un aparato
 - 27 Relevador de bajo voltaje C A
 - 28 Dispositivo detector de flama
 - 29 Interruptor, contactor o cuchillas para desconectar
 - 30 Relevador anunciador
 - 31 Dispositivo de excitación separada

- 32 Relevador direccional de flujo de potencia
 - 33 Conmutador de posición
 - 34 Conmutador de secuencia de operación con motor.
 - 35 Dispositivo para poner en corto circuito, los anillos rosantes o accionar las escobilla. .
 - 36 Dispositivo de polandad de voltaje
 - 37 Relevador de baja corriente o baja potencia
 - 38 Dispositivo térmico de chumaceras.
 - 39 Dispositivo monitor de condición mecánica
 - 40 Relevador de campo
 - 41 Interruptor o contactor de circuito de campo.
 - 42 interruptor, contactor o conmutador para arranque y paro de maquina rotativa
 - 43 Dispositivo manual selector o transferencia.
-
- 44 Contacto o relevador de arranque de secuencia unitaria
 - 45 Dispositivo monitor de condición atmosférica
 - 46 Relevador detector de secuencia negativa
 - 47 Relevador de secuencia de voltajes
 - 48 Relevador detector de secuencia incompleta
 - 49 Relevador o dispositivo térmico de C A
 - 50 Relevador de sobre corriente instantánea
 - 51 Relevador de sobrecorriente con retardo de tiempo para C A
 - 52 Interruptor ó contactor para C A

- 53 Relevador de excitaria o generador
- 54 (Reservado para futuras aplicaciones).
- 55 Relevador de factor de potencia
- 56 Relevador o dispositivo de aplicación del campo
- 57 Dispositivo para cortocircuitar o aternizar un circuito.
- 58 Relevador detector de falla en rectificadores.
- 59 Relevador de sobre tensión para C A
- 60 Relevador de tensión balanceada
- 61 (Reservado para futuras aplicaciones)
- 62 Relevador de retardo de tiempo para paro o apertura
- 63 Detector de presión
- 64 Relevador de protección de falla de tierra
- 65 Gobernador para arranque o paro.
- 66 Contador de operaciones sucesiva o avance de posición.
-
- 67 Relevador direccional de sobrecorriente para C A
- 68 Relevador de bloqueo
- 69 Dispositivo permisivo de control
- 70 Reostato operado mecánica o eléctricamente
- 71 Detector de nivel
- 72 Interruptor de Corriente Directa
- 73 Contactor para resistencia o carga
- 74 Relevador auxiliar de alarma
- 75 Relevador de cambio de posición
- 76 Relevador de sobrecorriente para CD

- 77 Transmisor de impulsos
- 78 Relevador medidor de ángulo de fase o fuera de paso

- 79 Relevador de recierre para C A
- 80 Detector de flujo.
- 81 Relevador de frecuencia.
- 82 Relevador de recierre para C. D.
- 83 Relevador para selección o transferencia automática
- 84 Mecanismo de operación
- 85 Relevador receptor de carrier o hilo
- 86 Relevador de alta velocidad de operación eléctrica y reposición manual
- 87 Relevador diferencial de campo
- 88 Motor o generador auxiliar
- 89 Cuchilla de línea
- 90 Dispositivo regulador

91 Relevador direccional de voltaje

92 Relevador direccional de potencia y voltaje.

93 Contactor modificador de excitación de campo

94 Relevador de disparo o disparo libre

95 A 99 para funciones particulares no asignadas a los números del 1 al 94

APÉNDICE C

DESCRIPCION GENERAL DE UNA SUBESTACIÓN.

1. ¿Que es un sistema a de potencia eléctrica?

Es el conjunto de elementos eléctricos (plantas, líneas de transmisión subestaciones etc) que se interconecta para desarrollar el proceso de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica

2. ¿Que es una subestación eléctrica?

Conjunto de equipos cuya función principal es transformar o distribuir energía a voltajes propios de utilización en cada sistema Pueden ser elevadoras, reductoras o de maniobra "

3. ¿Que es un diagrama unifilar?

Representación en un hilo del equipo e instalaciones comprendidas dentro de un sistema o una subestación

4. ¿Que es un diagrama trifilar?

Representación en tres hilos del equipo e instalaciones comprendidas dentro de un sistema o una subestación.

5. ¿Que es la nomenclatura del equipo?

Es la representación numérica de da equipo con el fin de facilitar su identificación y ésta es de acuerdo a su función

6. Descripción general del equipo de la subestación.

a) Aparta rayos:

Equipo cuya finalidad es proteger la subestación de daños sobre todo a consecuencia de descargas atmosféricas que se producen sobre las líneas de entrada y/o salida y en la propia subestación

b) Cuchillas desconectoras o seccionadoras de operación

grupo:

Medio visible de conexión y desconexión que no tiene capacidad para abrir con falla por lo que su operación debe hacerse sin carga. Las cuchillas que cuentan con quick break son diseñadas para operar con poca carga. Para operar las cuchillas es condición que los interruptores correspondientes estén abiertos

c) Cuchillas de puesta a Tierra:

Su función es aterrizarse la línea de 115 KV Sin estar energizada cuando se va a dar mantenimiento Su manual de operación está pintado de color rojo Su operación corresponde exclusivamente C.F.E por lo que su tiene un bloqueo mecánico para que en ningún caso cierren éstas si la de acometida está cerrada

d) Interruptores :

Equipo de conexión y desconexión que tiene capacidad para operar con carga y/o con falla, extinguiendo el arco en un medio que puede ser: aceite, aire, SF6 (hexafloruro de azufre), vacío, etc Esta operación la efectúa mediante mandos del equipo de control y protección destinados para dicho fin En este caso el interruptor de 115 KV En SF6 y los interruptores en vacío de 4 16 KV Efectúan el cierre y apertura por medio de energía almacenada (resortes)

e) Transformadores de instrumentos.-

Equipo que transforma los voltajes y corrientes de línea a valores fácilmente manejables y muy precisos para su utilización en control, protección y medición

f) Transformado de Potencia:

Equipo principal de la subestación cuya función es transformar energía de un voltaje a otro para utilización en transmisión o distribución. Es el equipo principal, por que al quedar fuera de servicio deja de cumplir con su función el resto del equipo de la subestación, por lo tanto, es el que más se protege. En este caso la subestación cuenta con dos (2) transformadores de 5/6.25/7 MVA.

g) Banco de baterías y cargador

Fuente de alimentación confiable e independiente del sistema de alimentación normal lo cual da mas seguridad para operación del equipo independientemente si está o no energizado. El banco de baterías siempre está en línea alimentando los circuitos de control y protección y el cargador mantiene la alimentación para restablecer perdidas del banco, tiene una autonomía de varias horas que lo hace bastante confiable para cumplir con su función. Las pilas son a base de Plomo-Acido, Niquel-Cadmio, etc.

La precaución que hay que tener con el banco de batería es no tener ninguna fuente de calor o que produzca una chispa que pueda causar una explosión al haber concentración de hidrogeno por la reacción química dentro de las pilas.

h) Transformador de servicios propios:

Transformador de disminución de 25 KVA cuya función es tener una alimentación para los servicios propios de la subestación (motores, alumbrado, cargador de baterías, contactos, etc.)

l) Centro de carga:

Tableros de distribución de los circuitos de baja tensión (C A y C D) protegidos por interruptores termomagnéticos para la alimentación de servicios propios, control y protección, cuadros de alarma, etc.

j) Cuchillas fusibles:

Medio de conexión y desconexión que tiene capacidad para abrir con baja carga y/o con falla y se normalmente para protección de equipo menor como transformadores de distribución, transformadores de potencial, capacitores, etc

k) Red de tierras:

Sistema de tierra en forma de malla dentro de la propia subestación cuya finalidad es tener la mínima resistencia para drenar a tierra las corrientes producidas por fallas y/o descargas atmosféricas, y al mismo tiempo un medio para conectar todos los equipos que normalmente están a nivel de cero potencial y que en momento dado pudieran energizarse, causando accidentes al personal por contactos involuntarios

l) Bus o barra de conexión:

Barras de conexión para los distintos equipos en un punto o nodo común

7. Descripción del equipo de control, protección y medición.

a) Conmutador de control del interruptor (swich para abrir o cerrar)

swich mediante el cual se efectúa desde el tablero o el interruptor la operación de cerrar o abrir

b) Relevador auxiliar de reposición manual:

Relevador de múltiples contactos con reset manual que se usa para repetir la acción de un relé de protección con el fin de mandar múltiples disparos y bloqueos. Se define como 86

c) Equipo de protección

Su función es originar el retiro rápido del servicio de cualquier elemento del sistema o instalación cuando sufre una falla o cuando empieza a funcionar en forma anormal que puede originar daño o que interfiera con el funcionamiento eficaz del resto del equipo del sistema o instalación ayudándose mediante interruptores para cumplir con esta función.

d) Equipo de medición:

Los equipos con los que se cuenta son medidores digitales multifuncionales. Nos sirven para tener los valores de cargas y voltajes que estamos manejando, mediante la medición trifásica de Kw, Kw/h, Kvar, Kvar/h, Kva, Kv, Amperes, FP, etc., equipos que tienen una constante que depende de la RTP y RTC de los transformadores de instrumentos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



SISTEMA ELECTRICO

Al diseñar un sistema que es "falible" se deben considerar 2
previsiones

- 1 Minimizar ocurrencia de fallas, a base de incrementar su costo
2. Incluir esquemas de protección, para reducir efectos negativos de las

fallas

Requerimientos de esquemas de protección:

- 1 Sensibilidad
- 2 Selectividad
- 3 Velocidad
- 4 Confiabilidad



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



APENDICE D

NOM 001
SEMP 1994
INSTALACIONES ELECTRICAS

CAPITULO 1 DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 100 - DEFINICIONES

Alcance. Este artículo contiene solamente aquellas definiciones esenciales para la aplicación apropiada de esta Norma. No se intenta incluir términos generales, ni técnicos comúnmente definidos en normas o especificaciones relacionadas.

En general, sólo aquellos términos usados en dos o más Artículos se definen en este Artículo. Otras definiciones adicionales se incluyen en el artículo en donde se usen.

La parte A de este Artículo contiene definiciones generales que se aplican en cualquier parte de esta Norma. La parte B, contiene definiciones particulares que se aplican solamente en los artículos que se refieren a instalaciones y equipos que operan con tensiones nominales mayores a 600 V.

A Definiciones Generales

A la vista de En esta Norma, donde se especifique que un equipo debe estar "a la vista de" otro equipo, quiere decir que el equipo debe ser visible desde el otro equipo y no debe estar a más de 15 m de separación uno del otro.

A prueba de ignición de polvo. Véase Sec 502-1

A prueba de lluvia Construido, protegido o con un tratamiento tal que la lluvia no impide su buen funcionamiento, bajo condiciones específicas de prueba

A prueba de polvo. Construido y protegido de forma tal que el polvo no impide su buen funcionamiento

Accesible (aplicado a equipos) Que puede acercarse; que no está cerrado bajo llave, a una altura elevada, etc (Véase "accesible, fácilmente")

Accesible (aplicado a métodos de alambrado) Que puede retirarse o ser expuesto sin dañar la estructura del edificio o su acabado, o que no está permanentemente encerrado por la estructura o el acabado del edificio (Véase "oculto" y "descubierto")

Accesible, fácilmente Capaz de ser alcanzado rápidamente para el funcionamiento, mantenimiento e inspección sin necesidad de brincar o quitar obstáculos o hacer uso de escaleras, bancos, etc (Véase "accesible")

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Accesorio. Pieza de una instalación tal como una tuerca un conector u otra parte de un sistema de alambrado cuya finalidad principal es realizar una función mecánica más que eléctrica

Acometida Conductores y equipo necesarios para llevar la energía eléctrica desde el sistema de suministro al sistema de alambrado de la propiedad alimentada

Acometida (canalización de) La canalización que contiene los conductores de entrada de acometida.

Activo (conductor). Eléctricamente conectado a una fuente de diferencia de potencial eléctricamente cargado de manera que presente una diferencia de potencial con respecto a tierra

Alumbrado de guimalda Véase sección 225-6 (b)

Alumbrado de realce Disposición de lámparas incandescentes o tubos de descarga eléctrica para llamar la atención sobre ciertas características, tales como la forma de un inmueble o la decoración de una ventana

Anuncio luminoso Artefacto fijo, estacionario o portátil formado por un conjunto iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos destinados a dar información o llamar la atención

Aparta rayos. Supresor de sobre tensiones

Aprobado. Cualquier producto o equipo certificado por las autoridades competentes o por los Organismos de Certificación acreditados en el País conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Askarel-PCB-Policlorodifenilo Término genérico para un grupo de hidrocarburos clorados sintéticos no flamables, usados como medio aislante eléctrico. Existen en uso askareles de diferentes composiciones. Durante el arco eléctrico, la mayor parte del gas producido consiste de ácido clorhídrico no combustible, pero pueden también generarse gases combustibles en cantidades que varían según el tipo de askarel. Su uso está prohibido.

Automático Que actúa por sí mismo por su propio mecanismo cuando es accionado por alguna influencia no humana, por ejemplo, una variación de intensidad de corriente de presión, de temperatura o cambio de configuración mecánica (Véase "no automático")

Cable de acometida. Cable formado por conductores de acometida.

Caja. Cubierta diseñada para ser montada superficialmente, con puertas o tapas que encajan en las paredes de la caja y se fijan a ellas (Véase "Gabinete")

Canalización. Conducto cerrado diseñado especialmente para contener alambres, cables o solera; y con funciones adicionales permitidas en esta Norma.

Nota Las canalizaciones pueden ser metálicas o no metálicas y el término

incluye tubo conduit metálico tipo pesado, tubo rígido no metálico, tubo

conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los

líquidos metálico y no metálico, tubo conduit metálico flexible, tubo

conduit metálico tipo ligero, canalizaciones bajo el piso canalizaciones

en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares

metálicos, canalizaciones de superficie, ducto para cable, canales

metálicos con tapa y canalizaciones para solerás

Capacidad de corriente Corriente que puede conducir un conductor eléctrico expresada en Amperes, bajo operación continua y sin exceder su temperatura máxima de operación

Capacidad interruptiva. Corriente máxima, expresada en Amperes, que un dispositivo puede interrumpir a una tensión nominal, bajo condiciones normales de prueba

Nota Los equipos diseñados para interrumpir otras corrientes que no sean fallas, pueden expresar su capacidad de interrupción en otras unidades como los Kw (CP), o la corriente a rotor bloqueado.

Carga continua Carga cuya corriente máxima se mantiene durante tres horas o más

Celda (Referida a canalizaciones) Véase Sec 356-1 y 358-2.

Certificado. Es el sistema de certificación de lotes o partidas para productos materiales, subpartes o componentes, que expide la autoridad competente o el organismo de certificación acreditado en México, con el objeto de verificar su conformidad con Normas Oficiales Mexicanas y/o Normas Mexicanas específicas del producto, o condiciones preestablecidas.

Ciclo de trabajo (para soldadoras) Véase Sec 630-31 (b) Nota .

Circuito alimentador Conductores del circuito formado entre el equipo de servicio o la fuente de un sistema derivado separado y el dispositivo final contra sobrecorriente del circuito derivado

Circuito de comunicación Véase Sec 800-1

Circuito de motor Véase Sec 430-71

Circuito de control remoto Cualquier circuito eléctrico que controla otro circuito por medio de un relevador o un dispositivo equivalente

Circuito de fuerza de baja potencia Circuito que no es para control remoto o de señalización pero que tiene suministro de energía limitado de acuerdo con los requisitos de los circuitos de control remoto Clase 2 y Clase 3 (Véase artículo 725)

Circuito de señalización Cualquier circuito eléctrico que energice equipos de señalización

Circuito derivado Conductores del circuito formado entre el último dispositivo contra sobrecorriente que protege el circuito y la(s) carga(s) conectada(s)

Nota: Véase secciones 240-9 y 240-10, para protección suplementaria de corriente para cortacircuitos térmicos, relevadores térmicos y otros dispositivos

Circuito derivado electrodomésticos Circuito derivado que suministra energía a uno o más contactos a los cuales se conectan electrodomésticos. En tales circuitos no se tienen conectadas en forma permanente lámparas que no forman parte del electrodoméstico. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Circuito derivado individual Circuito derivado que alimenta un solo equipo de utilización

Circuito derivado, multiconductor Circuito derivado formado por dos o más conductores de fase que tienen diferencia de tensión entre sí y un conductor neutro que tiene igual diferencia de tensión con los conductores de fase del circuito

Circuito derivado, uso general. Circuito derivado que alimenta contactos para lámparas y electrodomésticos

Clavija Dispositivo que, por su inserción en un contacto, establece la conexión entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al contacto

Cocinas para empotrar Electrodoméstico para cocinar, diseñado para montarse en un mueble tipo mostrador y que consiste de una o más parrillas, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado (Véase "horno de pared")

Colector Véase las Sec.356-1 y 358-2.

Conductor aislado Conductor aislado con un material de composición y espesor aceptado por esta Norma Oficial Mexicana.

Conductor cubierto. Conductor aislado con un material de composición y espesor no aceptado como aislamiento eléctrico por esta Norma Oficial Mexicana

Conductores de acometida Conductores comprendidos entre el alimentador principal de la calle o desde los transformadores, hasta el equipo de acometida de la propiedad alimentada.

Conductores de acometida aérea Conductores aéreos comprendidos entre el último poste u otro soporte aéreo y los empalmes, incluyendo éstos si los hay, con los conductores de entrada del edificio u otra estructura

Conductores de acometida subterránea Conductores de la acometida subterránea comprendidos entre la línea de la calle, incluyendo cualquier tubería vertical en un poste u otra estructura o entre los

transformadores, y el primer punto de conexión a los conductores de la entrada en una caja terminal, medidor u otra caja de capacidad adecuada ubicada dentro o fuera de la pared del edificio. Donde no hay caja terminal, medidor u otra caja de capacidad adecuada, el punto de conexión será considerado como el punto de entrada de los conductores de acometida dentro del edificio

Conductor de aluminio con recubrimiento de cobre. Conductor obtenido del treflado del alambón de aluminio con recubrimiento (revestimiento) de cobre, el cual está unido metalúrgicamente al núcleo de aluminio. El cobre constituye como mínimo el 10% del área de la sección transversal de los conductores sólidos o cableados

Conductores de entrada para acometida, sistema aéreo. Conductores comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y un punto, comúnmente fuera y separado de las paredes del edificio, donde se empalman con la acometida aérea

Conductores de entrada para acometida, sistema subterráneo. Conductores comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y el punto de conexión con la acometida subterránea

Nota Cuando el equipo de acometida se ubica fuera de las paredes del edificio, puede no haber conductores de entrada o encontrarse completamente fuera del edificio

Conductor de puesta a tierra de pararrayos. Es el conductor que proporciona una trayectoria a tierra de las descargas atmosféricas

Conductor de puesta a tierra de partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica. Es el conductor que se usa para conectar a tierra en el punto requiriendo las cubiertas metálicas de los equipos, las canalizaciones

metálicas y otras partes metálicas que pudieran transportar corrientes indeseables a través de ellas. Se le llama comúnmente "Tierra física"

Conductor puesto a tierra del sistema Es el conductor de un circuito ó sistema que intencionalmente se conecta a tierra, tal como es el uso del conductor neutro

Conductor del electrodo de puesta a tierra. Conductor usado para conectar el electrodo de puesta a tierra a los conductores de puesta a tierra del equipo o al conductor puesto a tierra del sistema, a través de un puente de unión

Conductor desnudo Que no tiene cubierta ni aislamiento eléctrico de ninguna especie

Conductor neutro Conductor del sistema o circuito que está puesto a tierra intencionalmente. Véase Nota 10 de las tablas 310-16 a 310-19.

Conector a presión (sin soldadura) Dispositivo para establecer conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica y sin uso de soldadura

Conjunto de salidas múltiples Tipo de canalización de superficie, destinada a contener conductores y contactos ensamblados ya sea en obra o directamente en fábrica

Contacto Punto en el sistema de alambrado donde se toma corriente para alimentar el equipo de utilización

Contacto Para alumbrado. Salida destinada a la conexión directa de un portalámparas, un aparato de alumbrado o un cordón colgante que termina en un portalámparas

Contacto para fuerza Un conjunto encerrado que puede incluir contactos interruptores automáticos, portafusibles, interruptores con fusibles barras y medios para montar un contador de kilowatts-hora, y que está destinado a dar y controlar energía a casas móviles, vehículos de recreo, botes o servir como medio para la distribución de la energía necesaria para equipos móviles instalados temporalmente

Contacto para receptáculo Salida donde se instalan uno o más contactos

Corriente de selección del circuito derivado para refrigeración y aire acondicionado Véase Sec 440-2

Corriente nominal Véase la definición en la Sec 440-2

~~Corriente nominal del primario (soldadoras eléctrica) Véase Sec 630-31(b).~~

~~Corriente primaria real (soldadoras eléctrica) Véase Sec 630-31(b).~~

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cortocircuitos térmico. Dispositivo de protección contra sobrecorriente que contiene un elemento térmico adicional que afecta a un elemento fusible renovable que abre el circuito No está diseñado para interrumpir corrientes de cortocircuito

Cubierta Véase Resguardado

Descubierto (aplicado a métodos de alambrado) Colocado encima o fijado a una superficie o por detrás de paneles diseñados para permitir el acceso (Véase "accesible, aplicado a los métodos de alambrado")

Descubierto (aplicado a partes vivas) Que una persona puede inadvertidamente tocarlo o acercársele a una distancia menor a la segura. Se aplica a las partes que no están resguardadas, separadas o aisladas de manera adecuada (Véase "accesible" y "oculto")

Dispositivo. Elemento de un sistema eléctrico destinado a transportar pero no a utilizar energía eléctrica

Dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo limitador Véase Sección 240-11

Ducto o cubo de ascensor Cualquier ducto de ascensor, montacargas, ducto u otra abertura vertical o espacio destinado al funcionamiento de un ascensor o montacargas

Electrodoméstico Equipo de utilización generalmente de tipo no industrial, construido normalmente en tipos o tamaños normalizados, que se conecta como una unidad para realizar una o más funciones, tales como lavadora, licuadora, ventilador, etc

Electroregistro Pieza o parte de un ducto o tubo de canalización, que permite acceso al interior mediante tapas removibles colocadas en las uniones de dos o más secciones de la canalización o al final de ella

Equipo Término general que abarca material, accesorios, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos y similares que se usan como partes de la instalación eléctrica o conectados a ella

Equipo a prueba de explosión Equipo protegido por una caja capaz de resistir una explosión de un gas o vapor específico, que puede ocurrir en su interior; de impedir la ignición de un especificado gas o vapor que lo rodea causado por chispas, explosión del gas o vapor del interior de la cubierta y capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que lo rodea no sea incendiada por su causa

Equipo bajo llave Equipo protegido en una caja o gabinete provisto de medio para bloquearlo de manera que las partes vivas no sean accesibles sin abrir la cubierta. El equipo puede ser o no accionable sin abrir la puerta de la caja o gabinete

Equipo de acometida El equipo necesario compuesto generalmente por un interruptor automático o manual y fusibles y sus accesorios, colocados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación de un edificio, otra estructura u otra área definida y que está destinado a servir de control principal y medio de desconexión del suministro

Equipo de utilización Equipo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica química, calorífica, luminica, etc

Estacionamiento o cochera Un inmueble o parte de él donde uno ó más vehículos automotores que transportan líquido volátil inflamable como combustible se guarda para uso, venta, depósito, alquiler, reparación, exhibición o demostración y todas aquellas partes de un inmueble que estén sobre o debajo del piso o pisos en las cuales se guardan vehículos y que no están separadas por cortafuegos adecuadas para cocheras comerciales de reparación y almacenamiento Véase Sec 511-1

Etiquetado. Equipo o material que tiene adherida una etiqueta, símbolo, logotipo u otra marca de identificación de una entidad que se ocupe de la evaluación del producto que mantenga un programa de inspecciones periódicas al producto y que sea reconocida por las autoridades competentes. Con el sello mencionado, el fabricante indica que se cumple con las normas correspondientes o con requisitos específicos de funcionamiento.

Factor de demanda. Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema a la carga total conectada de un sistema o a la parte del sistema bajo consideración.

Frente muerto. Sin partes vivas descubiertas hacia las personas en el lado de accionamiento del equipo.

Gabinete. Caja diseñada para montaje de superficie o embutida, provista de un marco o pestaña en el cual hay o pueden colocarse puertas de bisagra.

Graduación (Calibración o ajuste). Consiste en valorar la corriente y/o el tiempo en el cual un interruptor de circuito ajustable se programa para dispararse.

Guarda. Carcaza o cubierta de los aparatos o la cerca o paredes que rodean una instalación para evitar a las personas un contacto accidental con partes energizadas, o para proteger el equipo contra daño físico.

Hermético a la lluvia. Construido o protegido de manera que no entre agua cuando se le expone a lluvia batiente, en condiciones de prueba definidas.

Hermético al agua. Construido de manera que la humedad no pueda penetrar la cubierta, en condiciones de prueba definidas.

Hermético al polvo Construido o protegido de manera que no entre el polvo en condiciones de prueba definidas

Horno de pared Horno para cocinar, diseñado para montarse empotrado o adosado a una pared u otra superficie, el cual consiste en una o más unidades de calor, alambrado interno y controles incorporados o para montar separados (Véase Cocina para empotrar).

Inmueble. Estructura independiente o separada de estructuras adjuntas por medio de paredes refractarias o con todas sus salidas protegidas por puertas de emergencia a prueba de fuego

Interruptor automático Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos y que abre el circuito automáticamente a una sobrecorriente predeterminada sin daño para el mismo, cuando se le usa de manera adecuada dentro de sus capacidades nominales.

Nota El medio para la apertura automática puede estar integrado en el dispositivo de acción directa con el interruptor o de ubicación remota del interruptor. Véase la definición de "Dispositivos de maniobra" en la parte B de esta sección para las definiciones aplicables a los circuitos y equipos para más de 600 V nominal

- **Ajuste (de un interruptor automático)** El valor de corriente, de tiempo o de ambos, a los cuales se gradúa el disparo de un interruptor automático ajustable

- Ajustable (aplicado a interruptor automático) Indica que el interruptor automático puede graduarse para cambiar el valor de corriente a la cual dispara o el tiempo requerido para hacerlo, dentro de límites definidos
- Disparo Instantáneo (aplicado a interruptor automático) Indica que en la acción de disparo del interruptor no se ha introducido intencionalmente ningún retardo.
- No ajustable (aplicado a interruptor automático). Indica que el interruptor automático no puede graduarse para cambiar el valor de corriente a la cual dispara, ni el tiempo requerido para su funcionamiento
- Tiempo Inverso (aplicado a interruptor automático) Indica que en la acción de disparo del interruptor sea introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente aumenta

Interruptor de circuito de motor Interruptor calibrado en caballos de fuerza que puede interrumpir la corriente máxima de sobrecarga de un motor de la misma capacidad, en caballos de fuerza, a su tensión nominal.

Interruptor de resorte de uso general. Una forma de interruptor de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas empotradas o sobre tapas de caja de salida o utilizado de otra manera en conexión con sistemas de alambrado reconocidos por esta Norma

Interruptor de resorte de uso general para corriente alterna Véase Sección 380-14(a)

Interruptor de resorte de uso general para corriente alterna y corriente continua Véase Sección 380-14(b)

Interruptor de uso general Interruptor para utilización en distribución general y circuitos derivados. Está calibrado en Amperes y puede interrumpir su corriente nominal a la tensión nominal.

Interruptor contra fallas a tierra (ICFT) Dispositivo destinado a la protección personal, que funciona para desenergizar un circuito o una parte del mismo, dentro de un período determinado, cuando ocurre una corriente de falla a tierra que excede un valor predeterminado, menor que el necesario para accionar la protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Interruptor separador Un interruptor previsto para aislar un circuito eléctrico de la fuente de alimentación. Este no tiene capacidad de interrupción y está previsto para funcionar solamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

Líquido volátil inflamable Líquido inflamable que tiene un punto de ignición bajo los 38°C o cuya temperatura se encuentra por encima de su punto de ignición, o combustible líquido clase II con una presión de vapor no mayor de 276 kPa (2.7 Kg/cm²) (40 psi) a 38°C y cuya temperatura sea mayor que su punto de ignición.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Lugar húmedo. Lugares parcialmente protegidos bajo aleros o toldos, porches y corredores techados y abiertos, lugares similares y ambientes interiores con un grado de humedad moderado tales como algunos sótanos, graneros y depósitos refrigerados.

Lugar mojado. Instalaciones bajo tierra, en losas o mampostería, que están en contacto directo con tierra, y lugares sometidos a saturación con agua u otros líquidos tales como áreas de lavado de vehículos y lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

Lugar seco Lugar que normalmente no está sometido a derrames o humedad
 Un lugar clasificado como seco puede estar temporalmente sometido a agua o humedad como es el caso de un inmueble en construcción

Lugares de anestesia Véase la Sec 517-3

Lugares clasificados como peligrosos. Véase el artículo 500

Marcado Que por una marca puede reconocerse como adecuado para determinado propósito, función, uso, aplicación, etc , tomando como base la NOM-003-SCFI-1994 NOM-024-SCFI-1994, NOM-050-SCFI-1994.

Nota La adecuada calidad de un equipo para un propósito definido, condiciones ambientales o uso debe ser establecida por un laboratorio de pruebas acreditado organismo de certificación u otra organización que se ocupe de la evaluación del producto. Esta marca puede incluir un sello de certificación

Medios de desconexión Dispositivo o grupo de dispositivos u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de suministro

Nota Véase las definiciones en la parte B de esta sección para la definición que se aplica a circuitos y equipos de tensiones nominales mayores de 600 V

No automático Cuyo funcionamiento o acción implicada necesita de la intervención de personas para su control (véase "Automático").

Nota. Cuando se aplica a un controlador eléctrico, el control no automático no implica necesariamente un controlador manual sino que es necesaria la intervención de una persona

Oculto Inaccesible debido a la estructura o al acabado del inmueble Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos aunque se hacen accesibles al retirarlos de las canalizaciones (Véase "Accesible aplicado a los métodos de alambrado")

Operable desde fuera Capaz de ser manipulado sin exponer al operador al contacto con las partes vivas

Permiso especial La autorización escrita de la autoridad competente.

Persona idónea o calificada Aquella que está familiarizada con la construcción y manejo del equipo, así como con los riesgos existentes

Protección de falla a tierra para equipos Un sistema que protege al equipo de corrientes dañinas dirigidas hacia la falla a tierra, haciendo funcionar un medio de desconexión para abrir todos los conductores sin conexión a tierra del circuito dañado Esta protección se da en niveles de corriente menores que aquellos que se requieren para proteger los conductores de algún daño, por medio del funcionamiento de un dispositivo que suministra un circuito de sobrecorriente

Protector térmico (refendo a motores) Dispositivo de protección, para ser instalado como parte integral del motor o un motocompresor y el cual cuando se usa de manera apropiada protege al motor contra sobre calentamiento peligroso debido a sobrecarga o a falla del arranque

Nota El protector térmico puede consistir de uno o más elementos sensores integrados en el motor motocompresor y un dispositivo de control externo

Protegido térmicamente (referido a motores) Cuando aparece en la placa del motor de un motocompresor, indica que el motor está provisto de un protector térmico

Proyector no profesional (Véase Sec 540-3)

Proyector profesional (Véase Sec 540-2)

Puente de unión. Conductor confiable, para proporcionar la conductividad eléctrica requerida entre partes de metal que hayan de ser conectadas eléctricamente

Puente de unión (de equipos) La conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra de equipos

Puente de unión (en un circuito). La conexión entre dos o más partes de un conductor en un circuito para mantener la capacidad de corriente requerida del circuito

Puente de unión principal La conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra de equipos, en la acometida

Puenteado Interconexión permanente de las partes metálicas para formar un camino conductor que garantice la continuidad y capacidad de conducción eléctrica para transportar con seguridad cualquier corriente a la que puedan estar sometidas

Puesto a tierra Conectado a tierra o a algún cuerpo conductor que sirve como tierra

Rayos X Régimen nominal momentáneo Véase Sección 517-3 y 660-2.

Rayos X Régimen nominal prolongado Véase Sección 517-3 y 660-2

Receptáculo Dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de una sola clavija

Nota Un receptáculo sencillo es un dispositivo de un solo juego de contacto

Uno múltiple es un dispositivo con dos o más contactos

Recinto. Son las paredes o guardas alrededor de la instalación para prevenir el contacto del personal en forma accidental con partes energizadas, o para proteger el equipo contra daño físico.

Resguardado Cubierto, cercado, encerrado o protegido de otra manera, por medio de cajas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas que suprimen el riesgo de contacto peligroso o acercamiento de personas u objetos a un punto peligroso Rodeado por una caja, cubierta, cerca o paredes que impiden a las personas tocar accidentalmente las partes energizadas

Resistente a la intemperie (a prueba de intemperie) Construido o protegido de manera que al estar expuesto a la intemperie no impide su buen funcionamiento

Equipos clasificados como "resistente a la lluvia", "hermético a la lluvia" o "hermético al agua" pueden clasificarse como "resistente a la

intemperie", si las condiciones climáticas tales como nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas no representan un factor determinante.

Seccionador Aparato de maniobra destinado a separar un circuito eléctrico de la fuente de energía. No tiene capacidad de interrupción de corriente y está destinado a ser manipulado solamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

Separado No fácilmente accesible a personas, a menos que se usen medios especiales de acceso.

Servicio continuo Tipo de servicio que exige el funcionamiento de una carga constante por un tiempo indefinidamente largo.

Servicio intermitente Tipo de servicio que exige el funcionamiento por periodos alternados.

- 1) Con carga y sin carga,
- 2) Con carga y parada,
- 3) Con carga, sin carga y parada

Servicio periódico Tipo de servicio intermitente en el cual las condiciones de carga son regularmente recurrentes.

Servicio por corto tiempo Tipo de servicio que exige funcionamiento de una carga constante por un tiempo corto definido.

Servicio variable Tipo de servicio que exige el funcionamiento de cargas a intervalos que pueden estar sujetos a amplias variaciones.

Véase la Tabla 430-22(a) Excepción, para ilustrar los diversos tipos de servicio.

Sistema de alambrado de la propiedad El alambrado interior y exterior, entre el extremo del lado de la carga de la parte exterior de la acometida a la(s) salida(s), incluye los circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales, junto con todos los herrajes correspondientes, accesorios y dispositivos de alambrado, ya estén instalados temporal o permanentemente, no incluye el alambrado interno de artefactos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipo similar

Sistema fotoeléctrico solar. El total de los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para conectar a una carga útil

Sistemas derivados separadamente Véase la sección 250-5 (d)

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

Para aparatos de control de motores, véase Sec 430-31

Sobrecorriente Cualquier valor de corriente mayor que la corriente nominal del equipo, o mayor que la capacidad de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga (véase definición), un cortocircuito o una falla a tierra

Nota Un equipo o conductor, bajo ciertas y determinadas condiciones, puede ser adecuado para una corriente mayor que la nominal, de ahí que los

requisitos para la protección contra sobrecorriente se especifiquen para condiciones particulares.

Tablero. Un panel o grupo de paneles individuales diseñados para constituir un solo panel, incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no interruptores para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o puede tener o no interruptores para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o calefacción. Está diseñado para instalarse dentro de una caja o gabinete colocado, embutido o adosado a una pared o tabique y ser accesible sólo por el frente

Tablero de distribución. Panel sencillo, armazón o conjunto de paneles, de en donde se instalan, ya sea por el frente, por detrás o en ambos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, soleras e instrumentos. Los tableros de distribución normalmente son accesibles desde el frente y desde atrás y no están previstos para instalarse dentro de gabinetes.

Tensión (de un sistema) Es el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En varios sistemas, tales como trifásico de 4 hilos, monofásico de 3 hilos y corriente directa, pueden existir circuitos con tensiones diferentes

Tensión a tierra (respecto a tierra) En los circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o el conductor del circuito que está puesto a tierra. En los circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial eficaz entre un conductor dado y cualquiera de los otros conductores del circuito

Tensión nominal. Valor nominal asignado al circuito o sistema para la denominación de su clase de tensión. Ej.: 240/120, 220/127, etc. La tensión real al cual funciona el circuito varía dentro de una banda que permite un funcionamiento satisfactorio del equipo.

Tierra. Conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra o algún conductor que se usa en su lugar.

Unidad sellada o hermética (aplicado a equipos de refrigeración). Véase Sec 440-2

Unidad de vivienda. Uno o más habitaciones para uso como vivienda, por una o más personas y que incluye área para recibo, comedor, dormitorio e instalaciones permanentes para cocina y servicio sanitario.

Ventilado. Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para evitar un exceso de calor, humos o vapores.

Vitrina. Cualquier aparador que se use o se haya diseñado para la exhibición de bienes o material de publicidad, ya sea total o parcialmente encerrada o totalmente abierta por detrás y tenga o no un piso como una plataforma a mayor nivel que el de la calle.

Vivienda bifamiliar. Inmueble que consiste únicamente de dos unidades de vivienda.

Vivienda multifamiliar. Inmueble que contiene tres o más unidades de vivienda.

Vivienda unifamiliar. Inmueble que contiene sólo una unidad de vivienda.

B. Más de 600 V nominal

En tanto que las definiciones generales anteriores se aplican en todos los casos en que aparecen tales términos a lo largo de esta Norma Oficial Mexicana, las que siguen sólo se aplican en las partes de las secciones que se refieren específicamente a las instalaciones y equipos que funcionan a más de 600 V de tensión nominal

Cortacorrente Conjunto formado por un soporte para fusible con un portafusibles y una cuchilla de desconexión

El portafusibles puede incluir un elemento conductor (hilo fusible) o puede actuar como la cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento no fusible

Cortacorrente en aceite Cortacorrente que tiene el soporte de fusible y su fusible o cuchilla de desconexión total o parcialmente sumergidos en aceite y montados de manera que la apertura de los contactos y el corte de la parte fusible del elemento conductor se efectúen bajo el aceite

Dispositivo de maniobra Un dispositivo diseñado para cerrar o abrir uno o más circuitos eléctricos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dispositivo de paso regulador Un dispositivo especial o combinación de dispositivos diseñados para pasar por alto el regulador

Fusible Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta con el paso de sobrecorriente que circula a través de ella e interrumpe el paso de la corriente

Nota El fusible comprende todas las partes que forman una unidad que puede efectuar las funciones descritas y puede ser o no el único dispositivo requiendo para su conexión en el circuito eléctrico

Fusible de expulsión Fusible con abertura en el cual la extinción del arco se efectúa mediante la acción de los gases producidos por el arco y el revestimiento de los portafusibles, ya sea por sí solos o con la ayuda de un resorte

Fusible de potencia Un fusible con escape, sellado o con escape controlado, en el cual la extinción del arco se efectúa por su alargamiento a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte

Fusible de potencia con escape Un fusible con los medios necesarios para que, durante la interrupción del circuito, deje escapar a la atmósfera que lo rodea los gases producidos por el arco y los líquidos o partículas sólidas

Fusible de potencia con escape controlado Fusible que tiene medios para controlar el escape durante la interrupción del circuito, impidiendo la salida de material sólido a la atmósfera que lo rodea

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Nota El fusible está diseñado para que la descarga de gases no dañe o incendie el material aislante en el camino de la descarga o propague un fogonazo a/o entre las partes puestas a tierra o las partes conductoras en el trayecto de la descarga, cuando la distancia entre el escape y las partes conductoras o aislantes esté de acuerdo con las recomendaciones del fabricante

Fusible de potencia sellado Un fusible que no tiene medios para que, durante la interrupción del circuito, deje escapar a la atmósfera que lo rodea los gases producidos por el arco y los líquidos o partículas sólidas

Fusible múltiple Monopolares Unidad formada por un conjunto de dos o más fusibles

Interruptor Es un dispositivo de maniobra capaz de cerrar conducir o interrumpir corrientes bajo condiciones normales o anormales del circuito de acuerdo a su capacidad interruptiva sin sufrir daño alguno

Interruptor automático Dispositivo de maniobra capaz de conducir, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito y también conducir, por un tiempo definido, e interrumpir corrientes producidas bajo condiciones anormales definidas, tales como las de cortocircuito

Interruptor en aceite. Interruptor que tiene contactos que funcionan sumergidos en aceite o cualquier otro líquido aislante adecuado

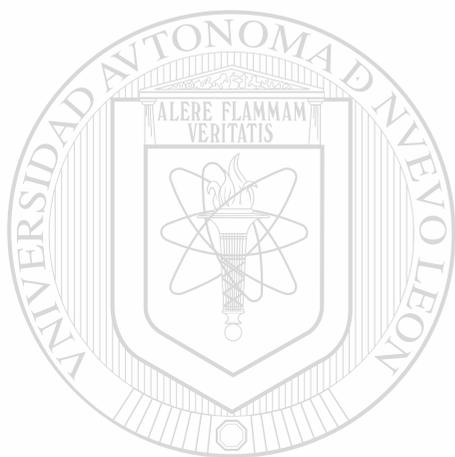
Interruptor rompecargas Interruptor que puede conducir soportar e interrumpir corrientes de un cierto valor especificado

Medios de desconexión. Un dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios en los cuales los conductores del circuito se pueden desconectar de la fuente de alimentación

Puesto a tierra, efectivamente Conectado a tierra de manera permanente a través de una conexión de puesta a tierra que tenga una impedancia suficientemente baja, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no cause la aparición de tensiones peligrosas a las personas o al equipo conectado

Seccionador Véase "Dispositivos de maniobra"

Seccionador rompecargas Véase "Dispositivos de maniobra"



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APENDICE E

GLOSARIO DE FUSIBLES

Amperes nominales Es la corriente que el fusible conduce continuamente sin deteriorarse y sin exceder la sobre elevación de temperatura en los límites especificados para ese fusible

Casquillo o férula Es la terminal cilíndrica metálica del fusible, la cual también aloja el extremo del eslabón fusible Este diseño solo se emplea normalmente en fusibles hasta de 60 A El casquillo se fabrica en cobre o latón

Capacidad interruptiva (CI) Es un valor basado en el mayor valor de corriente alterna RMC o corriente continua, el cual debe interrumpir el fusible bajo las condiciones especificadas por las normas Después de interrumpir la corriente de falla, el cartucho no deberá tener cuarteaduras, no deberá dejar a los portafusibles y no deberá haber arqueo de extremo a extremo en la parte exterior del fusible El valor o rango interruptiva, en sí mismo, no tiene relación directa con el efecto de limitación de corriente del fusible Corriente asimétrica (aplicada únicamente a CA)
 La corriente asimétrica es aquella que tiene una onda senoidal fuera del eje de simetría debido a una componente de CC sobrepuesta Una corriente asimétrica dará como resultado mayores valores de corriente de circuito corto que una corriente simétrica

Corriente simétrica Es una corriente con una onda simétrica respecto al eje cero Este término se aplica a corriente alterna únicamente

Corriente pico de fuga Es la corriente máxima instantánea que pasa a través de un fusible durante el tiempo total de apertura Dado que Éste es un

valor instantáneo podrá exceder la corriente RCM disponible pero será menor que la corriente de pico disponible si no hubiera fusible en el circuito. Corriente RCM Literalmente significa "Corriente Raíz Cuadrática Media" Es el valor eficaz de una corriente alterna el cual es calculable como la raíz

Cuadrada del promedio del cuadrado de todos los valores instantáneos de corriente en un ciclo. La corriente alterna RCM es aquel valor de una corriente alterna, la cual produce el mismo efecto de calentamiento que un valor dado de corriente continua

Dimensiones CNE. Son las dimensiones especificadas por el Código Nacional Eléctrico, pero que ahora se encuentran en la tabla III de las normas UL (Underwriter's Laboratories) para fusibles No 198. Estas dimensiones son comunes para los fusibles clases H y Ky aseguran que los fusibles sean intercambiables entre los diferentes fabricantes para un valor dado de Amperes y volt

Eslabón fusible Es el elemento responsable de la corriente en un fusible el cual se diseña para fundirse bajo condiciones de falla y así interrumpir el circuito. Un "eslabón renovable" es aquel que se usa en fusibles renovables. Fusibles clase H Son los cartuchos fusibles, también conocidos como de dimensiones CNE (Código Nacional Eléctrico), los cuales no se clasifican en las normas de otra clase. Los fusibles clase H son probados y enlistados por los laboratorios Underwriter's bajo sus normas 198 en 250 y 600 volt con capacidad interruptiva no mayor de 10 000 Amperes. Los fusibles no son etiquetados con ninguna capacidad interruptiva ni marcados como Limitadores de corriente. Las normas UL (Underwriter's Laboratories) para fusibles clase H no especifican retardo de tiempo y las palabras "Retardo de Tiempo" en la etiqueta no indican prueba de UL para este tipo

Fusibles clase J Son los fusibles capacitados para interrumpir 100,000 a 200,000 Amperes CA de acuerdo con las normas de los Laboratories Underwriter's y normas NEMA. Son etiquetadas por UL como "Limitador de Corriente", y son para 600 volt CA o menos, con dimensiones tales que no son intercambiables con otras clases de fusibles. Los fusibles clase J de acuerdo con las normas UL no son de tipo con retardo de tiempo.

Fusibles clase K Son los fusibles según normas de Laboratories Underwriter's tales como K-1, K-5 o K-9. Estas normas han prescrito valores para la máxima corriente de pico de fuga y valores 12t para cada subclase, siendo la clase K-1 la que tiene los valores más bajos (o más restringidos) y la clase K-9 los valores más altos (o menos restringidos) de iguales dimensiones a la clase H. Estos fusibles no es del tipo renovable, sus niveles de capacidad interruptiva son de 50,000, 100,000 a 200,000 Amperes, no son etiquetados como "Limitadores de Corriente". Las palabras "Retardo de Tiempo" en la etiqueta indican que el fabricante ha adoptado la prueba opcional de normas UL para esta característica. El empleo de fusibles clase K permite que el equipo y sus circuitos sean empleados en sistemas con corriente de falla potenciales en exceso de 10,000 Amperes.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fusibles clase L Los fusibles con capacidad de 800 a 6000 Amperes diseñados para interrumpir 100 000 a 200 000 A, CA son clasificados por las normas UL y normar Nema como clase L y etiquetados como Limitadores de corriente, con aislamiento para 600 volt CA o menos y de dimensiones específicas mayores que las de otros fusibles de 600 volt. Su diseño es apropiado para ser atornillados a las barras colectoras y no se emplean portafusibles. Estos fusibles no incorporan retardo de tiempo en los términos aquí definidos, sin embargo los

tiempos de apertura por sobre carga varían entre varios valores dentro de las normas establecidas no hay fusibles de 250 volt en esta clase

Fusible limitador de corriente Es un cartucho fusible el cual podrá interrumpir todas las corrientes disponibles dentro de su rango interruptiva y del alcance de sus valores de limitación de corriente, limita el "Tiempo de Apertura" a voltaje nominal a un intervalo igual o menor que el mayor primer 1/2 ciclo o primer pico simétrico, y limita la corriente pico de fuga a un valor menor que la corriente pico, que sería posible si el fusible fuera reemplazado por un conductor sólido de la misma impedancia. Nótese que la limitación de corriente únicamente es efectiva a un valor específico de corriente. Los Laboratories Underwriter's (UL), únicamente reconocen y permiten etiquetar a las clases J y L como "Limitadores de Corriente", aun cuando los fusibles de la clase K son, de hecho Limitadores de corriente en cierto grado.

Fusibles doble elemento. Son los cartuchos fusibles que tienen elementos responsables de la corriente de dos diferentes características de fusión en serie, en un sólo cartucho. Uno de estos elementos puede consistir de dos componentes, uno a cada extremo del segundo elemento, para obtener un mejor balance del calor generado. Esta construcción es normalmente usada en los fusibles con "retardo de tiempo".

Fusibles tipo navaja, Es la construcción de los fusibles arriba de 60 A. Las terminales en cada extremo son barras planas de cobre pulido y centradas al eje del tubo.

Fusibles de una operación "one time" Estrictamente hablando, son todos aquellos fusibles no renovables, pero generalmente este término se emplea para describir cualquier fusible clase H no renovable el cual

tiene un solo elemento fusible y adecuado para interrumpir fallas no mayores de 10,000 A RCM

Fusible renovable. Es un fusible en el cual el elemento, generalmente un eslabón, puede ser reemplazado después que el fusible ha abierto. Este tipo de fusible gradualmente ha ido perdiendo popularidad en México por el hecho de que no puede interrumpir con seguridad más de 10 000 A. Además, los eslabones sobrados de capacidad pueden dar lugar a una condición insegura para el equipo y el personal.

Fusible plata-arena. Este término, no empleado comúnmente, se refiere a cualquier fusible compuesto de eslabones de plata y arena de sílice como material de relleno. Todos los fusibles Limitadores de corriente modernos tienen este diseño.

I²t. Es la medida de la energía calorífica generada en un circuito durante la fusión o apertura de un fusible. Generalmente se denomina "Fusión I²t", donde "I" es la corriente efectiva de fuga (la cual está al cuadrado) y "t" es el tiempo en segundos. Por lo tanto I²t se expresa como "A² seg". El empleo de x 10³ después del valor significa simplemente "agregar 3 ceros", por ejemplo 20 A² seg x 10³ es igual a 20 000 A².

Limitador de corriente. Es un elemento diseñado para funcionar únicamente en corriente de falla de alta magnitud y el cual no operará en sobrecargas menores sin considerar el tiempo. Tal aparato deberá ser siempre usado en serie con un fusible o interruptor para que estos últimos protejan contra sobrecargas o circuitos cortos menores. Un caso típico es el de los interruptores moldeados con fusibles integrales.

NEMA. Es la National Electrical Manufacturers Association la cual establece las normas con las que la industria eléctrica elimina la posible

incomprensión entre fabricantes de equipo y el usuario o comprador y para asistir al comprador en la selección del equipo. Estas son normas voluntarias que complementan pero no suplen las normas UL.

Normas UL Las normas UL (Underwriter's Laboratories) se formaron para asistir a las compañías aseguradoras estableciendo los principios y luego certificando los productos y materiales que cumplieran con las mismas. La organización es ahora patrocinada por la American Insurance Association. Dado que las normas UL no abarcan todo el equipo eléctrico, se complementan con las normas NEMA u otras cuya naturaleza se debe verificar para determinar su valor tanto técnico como de carácter legal.

Puente Son aquellas pequeñas porciones de un eslabón fusible, las cuales se espera sean las primeras en fundirse. Un eslabón puede tener dos o más puentes en paralelo y en serie también.

Retardo Este término se aplica a los tiempos de apertura de un fusible en exceso de un ciclo donde el tiempo puede variar dentro de las normas establecidas.

Sobrecarga Generalmente empleada para referirse a una sobrecorriente, la cual no es de suficiente magnitud para ser considerada como un circuito corto. Una sobrecarga es normalmente aquel valor de sobrecorriente de 101% del valor nominal del fusible a 500% del mismo valor.

Tiempo de arqueo. Es el tiempo comprendido entre la fusión del elemento responsable de la corriente (tal como el eslabón fusible) a la apertura final del circuito. Este tiempo dependerá de factores tales como tensión y reactancia del circuito.

Tiempo de apertura Es el tiempo total transcurrido entre el principio de la sobrecorriente específica y la interrupción final del circuito, a tensión nominal. Es la suma del "tiempo de fusión" y el "tiempo de arqueo". Para tiempos de apertura mayores a 1/2 ciclo, este tiempo es substancialmente el tiempo de fusión.

Tiempo de fusión Es el tiempo requerido por la corriente para fundir el elemento sensible a ella en una sobrecarga específica. Donde el tiempo de fusión excede 1/2 ciclo, éste es aproximadamente igual al tiempo de apertura. Donde un fusible está limitando la corriente a menos de 1/2 ciclo, el tiempo de fusión puede ser aproximadamente la mitad o menos del tiempo de apertura.

(Algunas veces es llamado "tiempo de pre-arqueo")

Tiempo retardado Este término es en la actualidad empleado por las normas NEMA y UL para definir, en cartuchos fusibles, un tiempo mínimo de apertura de 10 segundos en una sobrecarga de 500X del valor nominal del fusible. Este retardo de tiempo es necesario para permitir la corriente de arranque o corriente de rotor bloqueado momentánea de los motores eléctricos. En los fusibles tipo "Tapon", el término "Tiempo Retardado" es interpretado por las normas UL como un mínimo tiempo de apertura de 12 segundos en una sobrecarga de 200% del valor nominal de fusible.

Tensión nominal Es la tensión de la corriente alterna RCM (o la corriente continua) a la cual se diseña el fusible para operar. Todos los fusibles funcionan con seguridad en cualquier tensión menor, pero el empleo en tensiones mayores al nominal puede ser peligroso. Bajo altos valores de corriente de circuito corto, un incremento en la tensión ocasionara un incremento en los tiempos de arqueo y apertura.

APENDICE F

FORMA DE USAR EL PROGRAMA CURVAS51.

Actualmente el programa se encuentra en QUATTRO para usarlo se sigue el siguiente procedimiento:

Ejecutar el programa QUATTRO, una vez ubicados en la hoja de cálculo recuperar el archivo CURVAS51 Colocarse al inicio de la hoja de trabajo, aparecerá la tabla que se muestra en la figura 4

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
Subgerencia Regional de Transmision Norte
DEPARTAMENTO DE PROTECCION Y MEDICION

22-Sep
Hora 1
Dia 1

COORDINACION DE PROTECCION SOBRECORRIENTE (50451)

CIRCUITO	JEZ F A 1	JEZ NT 1	JEZ + B 1	JEZ - B 1	JEZ F 1	JEZ NT 1
KV NOM.	115	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
RELEVAD	MC-51	MC-51	MC-51	MC-51	MC-51	MC-51
ZONA	CUMARCO					
P.T.C.	40	120	240	240	120	120
TAP	3	2	4	1	6	1
SE	JIMENEZ					
PALANCA	2.5	5.25	1.75	3.5	1.75	2.5
INSTANT	20	BLOO	BLOO	BLOO	15	15

DATOS DEL TRANSFORMADOR

VOLT ALT (KV)	VOLT BAS (KV)	CAPACIDAD (MVA)	%Z (TRAN)	%Z (SIST)	Icc(-) (Amp)	Icc(0) (Amp)
115	13.8	20	14.8	0.3844	3902.8	3897.3

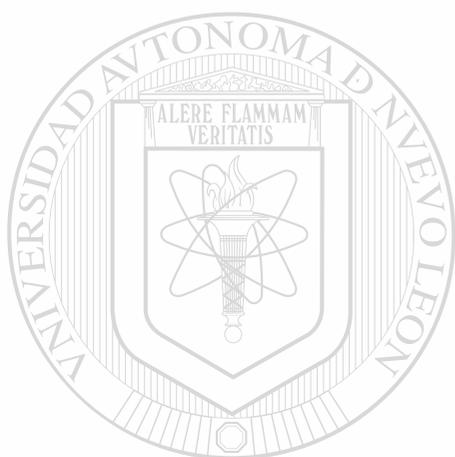
Fig 4 Datos a entrar en la hoja de cálculo CURVAS51

Para modificar los datos de la tabla únicamente ubíquese en la celda y teclee el nuevo valor (los datos que se pueden modificar aparecen de color azul ya que la hoja está protegida contra escritura no se deben modificar los demás

datos porque alteraría el propósito del programa). Los datos que deben proporcionarse en la tabla son los siguientes Zona a la que pertenece Subestación, Identificación del circuito KVolts nominales, tipo de relevados, relación del transformador de corriente RTC Tap Palanca e instantáneo Para obtener la curva de daño del transformador se dan los siguientes datos KVolts de primario y secundario Capacidad Impedancia del transformador e impedancia de cortocircuito del sistema En la celda donde se elige el tipo de relevador se debe teclear la identificación que se le ha asignado, la cual es de fácil aprendizaje ya que las primeras letras corresponden a la marca y las segundas al tipo A continuación se presenta la lista de relevadores que se tienen actualmente identificados

Identificación	Nombre completo del relevador
MIT-CO8	CO8 de Mitsubishi
MIT-CO6	CO9 de Mitsubishi
MIT-CO11	CO11 de Mitsubishi
EE-CDG13	CDG13 de English Electric
EE-CDG21	CDG21 de English Electric
WH-CO6	CO6 de Westinghouse
WH-CO8	CO8 de Westinghouse
WH-CO9	CO9 de Westinghouse
WH-CO11	CO11 de Westinghouse
IAC-53	IAC-53 de General Electric
IAC-77	IAC-77 de General Electric
SFC-151	SFC-151 de General Electric
SFC-153	SFC-153 de General Electric
SFC-177	SFC-177 de General Electric
TOSHIBA	TOSHIBA
ASEA-INV	ASEA tipo inverso
ASEA-MUY	ASEA muy inverso
ASEA-RI	ASEA tipo RI
ASEA-EXT	ASEA extremadamente inverso
SJ50-NOR	SJ50 normal inverso de SIEMENS
SJ50-MUY	SJ50 muy inverso de SIEMENS
SJ50-EXT	SJ50 muy extremo de SIEMENS
L2-B2	L2-B2 de HITACHI
C2-B2	C2-B2 de HITACHI
CIA-4B2	CIA-4B2 de HITACHI
ICM2	ICM2 de BBC
BBCIKC-LNG	IKC long time inverse de BBC
BBCIKC-INV	IKC tipo inverso de BBC
BBCIKC-MUY	IKC tipo muy inverso de BBC
BBCIKC-EXT	IKC extremadamente inverso de BBC
SEL-267MOD	267 moderadamente inverso de SEL
SEL-267INV	267 tipo inverso de SEL
SEL-267MUY	267 tipo muy inverso de SEL
SFL-267EXT	267 extremadamente inverso de SEL
GEC-INV	Tipo inverso de GEC
GEC-MUY	Tipo muy inverso de GEC
GEC-EXT	Extremadamente inverso de GEC
GEC-LNG	Tipo long time inverse de GEC
ENE-INV	Tipo inverso de ENERTEC
ENE-MUY	Tipo muy inverso de ENERTEC
ENE-EXT	Extremadamente inverso de ENERTEC
ENE-LNG	Tipo long time inverse de ENERTEC
KIT-INV	Tipo inverso de KITRON
KIT-MUY	Tipo muy inverso de KITRON

La hoja está preparada para dar de alta nuevos relevadores, este espacio reservado aparece al externo derecho final de la hoja.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APENDICE G

OBTENCIÓN DE LA Ecuación [1]

Se observa que la forma de la curva característica de la gran mayoría de los relevadores de sobrecorriente son de forma hiperbólica. La ecuación para la hipérbola con los ejes x y y como asíntotas es $y = c/x^m$. La forma más general con translación de ejes es:

$$(Y-k) = c / (x-h)^m$$

donde k y h son las asíntotas horizontal y vertical

si hacemos $y = T$, donde T es el tiempo en segundos $x = P$ donde P es expresado en múltiplos de tap o veces de pickup. Estas sustituciones dan la siguiente ecuación

$$(T-k) = c / (P-h)^m \quad (2.1)$$

Tomando el logaritmo de esta ecuación resulta lo siguiente

$$\log(T-k) = \log(c) - m \cdot \log(P-h) \quad (2.2)$$

La forma de esta ecuación es como la de una línea recta con $\log(T-k)$ y $\log(P-h)$ como coordenadas

Los valores para los parámetros k , h , c y m se determinaron para vanos relevadores y se encontró que estos parámetros deberían ser ajustados en el rango medio de la curva para dar una buena aproximación. Sin embargo se encontró que en los extremos de la curva existe una gran desviación para algunos tipos de relevadores. Así de esta manera, se ve la necesidad de modificar la ecuación para reducir la desviación en los extremos

MODIFICACIONES

Ya que la ecuación es empírica, se incluyeron algunos términos arbitrarios para ajustar la curva:

Para valores bajos de P se encontró que el término $W \cdot p^{-2P}$ modifica satisfactoriamente y llega a ser insignificante para valores de P mayores que 6

Se encontró que el término $b(P/50)^U$ modifica satisfactoriamente la ecuación en valores altos de P .

Sustituyendo estos términos de modificación en la ecuación (2.1) se obtiene

$$T(P) = c/(P-h+w \cdot P^{-2P})^m + k - b \cdot (P/50)^U \quad (2.3)$$

Tomando el logaritmo de la ecuación (2.3) resulta

$$\text{Log}(T-k+b \cdot (P/50)^U) = \log(C) - m \log(P-h+w \cdot p^{-2P}) \quad (2.4)$$

La ecuación (2.4) es una línea recta cuando se gráfica en coordenadas log-log

$T_{\max}(P)$ es la ecuación para obtener la curva en la palanca máxima, y está dada por

$$T_{\max}(P) = c/(P-h+wP^{-2P})^m + k - b*(P/50)^u \quad (2.5)$$

$T_{\min}(P)$ es la ecuación para obtener la curva en la palanca mínima y está dada por

$$T_{\min}(P) = d / (P-x+yP^{-2P})^n + f - g*(P/50)^v \quad (2.6)$$

Como se describió anteriormente, se encontró que las curvas para palancas intermedias se pueden representar en función de una curva en palanca máxima y una palanca mínima

Se encontró que en la mayoría de los relevadores investigados, las curvas para diferentes palancas tienen relación lineal con tan sólo pequeñas variaciones. La mayoría de los ajustes de palanca están marcados en sus divisiones de una forma lineal (L). Sin embargo, si las marcas de los ajustes de palanca están de una manera no lineal entonces las nuevas divisiones (L') se pueden introducir tal que las nuevas palancas intermedias (L') sean una función lineal. La ecuación que logra esta relación es la siguiente

$$F(L') = (L_{\max} - L') / (L_{\max} - L_{\min})$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

donde

L_{\max} es la palanca máxima

L_{\min} es la palanca mínima

L' es la palanca equivalente de un nivel intermedio

$$L' = L - q*(L_{\max} - L) * (L - L_{\min})$$

L es una palanca intermedia

q es una constante

Combinando las funciones para los tiempos en palanca máxima y mínima además de la función del equivalente de una palanca intermedia resulta la siguiente función en el tiempo (T) en términos de 2 variables pickup (P) y palanca (L')

$$T(P,L') = T_{\max}(P) * [1 - F(L')] + T_{\min}(P) [F(L')] \quad (29)$$

Las ecuaciones (25) a (29) son completamente manejables para uso computacional y son las usadas en la hoja de cálculo

CALCULO DE Q

La técnica usada para determinar q en la ecuación (5) se describe enseguida

1 - Para cada palanca L desde las curvas publicadas por el fabricante calcular una palanca equivalente Si T es el tiempo leído desde la curva de fabricante (para la i-ava palanca) en algun múltiplo de tap P (de preferencia de 3 a 10) y T_{\max} y T_{\min} son los tiempos para las palancas máxima y mínima ya sean calculadas o leídas desde las curvas de los relevadores para el mismo múltiplo de tap P entonces L' se calcula mediante la siguiente fórmula

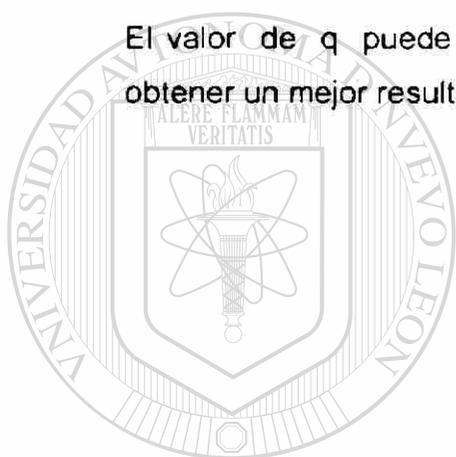
$$L' = L_{\max} - (L_{\max} - L_{\min}) * [(T_{\max} - T) / (T_{\max} - T_{\min})] \quad (210)$$

Para obtener mejores resultados, cada L_i' deberá ser el promedio de por lo menos dos diferentes valores de P, por decir (3 y 10)

2 Usando los valores de arriba para L_i y L_i' , calcular q_i' para cada palanca L_i donde

$$q_i = (L_i - L_i') / [(L_{\max} - L_i) * (L_i - L_{\min})] \quad (2-11)$$

El valor de q puede ser determinado tomando un promedio de los q_i 's para obtener un mejor resultado



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$m = 1.5914738$$

$$u = 0.008949616$$

$$w = 0.26282606$$

De igual manera se procede para encontrar los parámetros para palanca mínima y se encontraron los siguientes parámetros:

$$d = 0.64743787$$

$$f = 0.087313257$$

$$g = 0.017512267$$

$$n = 1.5603601$$

$$v = 0.43509543$$

$$x = 0.92195302$$

$$y = 0.16823168$$

Únicamente resta por definir que el cálculo de la constante q se hace de la misma manera que en (2.11) Resultando $q = 0.023061111$

En la figura 5 puede apreciarse la solución que encuentra el método de ajuste por mínimos cuadrados del programa EUREKA con los puntos tomados desde las curvas proporcionadas por el fabricante. Nótese como se aproximan muy bien los puntos encontrados con la curva característica de operación del relevador (la curva corresponde al relevador IAC-53 de General Electric)

Fig 5 Comparación de los puntos encontrados por el Eureka (puntos circulares) y los puntos obtenidos desde las curvas proporcionadas por el fabricante (Línea sólida)-

Tabla 1 Impedancia secundaria de ajuste de los relevadores de distancia que protegen el sistema eléctrico del ICE

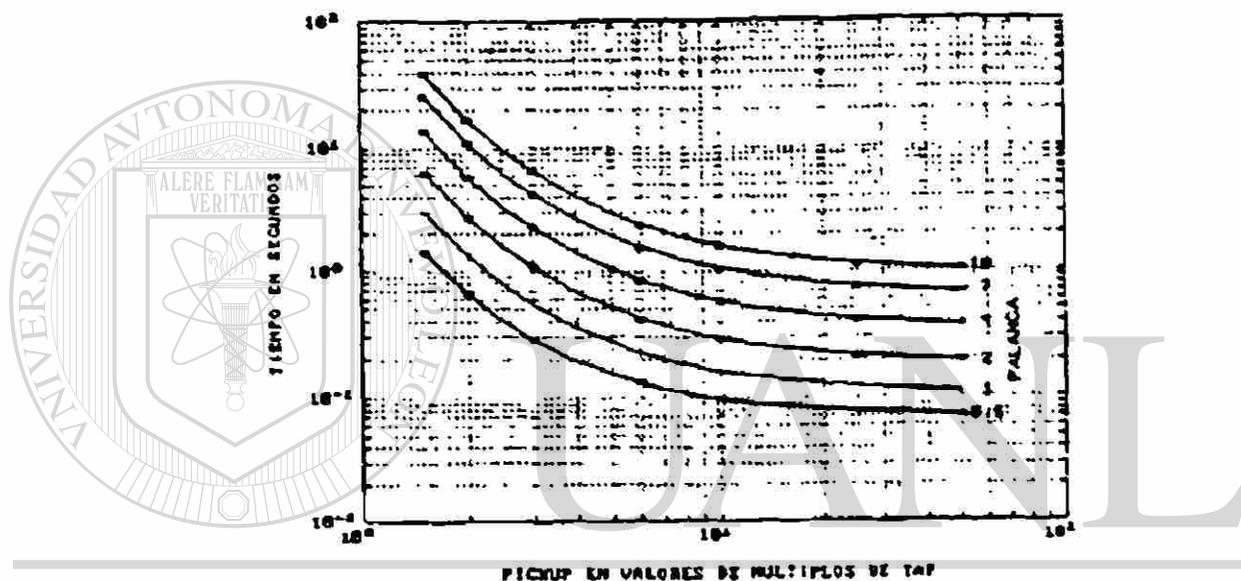
RELEVADOR No.	ZONA I		ZONA II		ZONA III	
	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)
1	21.2	80.5	25.2	80.5	28.1	80.6
2	21.2	80.5	31.7	80.5	31.7	80.5
3	4.2	79.9	6.3	80.6	9.5	80.7
4	4.2	79.9	23.5	80.4	33.0	80.5
5	0.7	81.1	2.0	79.2	33.3	77.5
6	0.7	81.1	5.5	80.7	24.0	79.3
7	0.9	80.6	9.7	81.0	14.8	81.1
8	0.9	80.6	1.5	80.6	9.8	80.0
9	0.3	80.7	21.2	89.9	35.2	69.4
10	0.3	80.7	12.2	81.9	115.6	81.6
11	0.6	78.5	17.9	78.6	23.7	78.6
12	7.6	78.5	9.0	78.7	10.8	78.5
13	6.6	80.7	10.6	80.7	21.3	80.7
14	4.6	80.7	10.6	80.7	14.2	79.5
15	0.4	80.4	10.2	80.4	11.9	83.9
16	6.4	80.4	10.2	80.4	18.2	80.4
17	4.8	78.8	14.4	78.6	18.3	79.0
18	4.8	78.8	5.9	81.5	7.0	81.0
19	10.4	78.5	14.7	79.0	16.5	79.2
20	10.4	78.5	15.3	78.6	16.3	79.4
21	4.1	80.8	6.1	80.8	6.1	80.8
22	4.1	80.8	13.6	79.2	18.1	79.1
23	1.7	69.8	4.6	69.7	8.6	65.4
24	0.7	69.8	3.5	84.6	34.2	79.5
25	4.1	69.7	8.7	65.0	12.8	65.3
26	4.3	69.7	5.2	69.7	7.6	75.8
27	2.3	71.9	1.4	71.9	3.4	71.9
28	2.3	71.9	3.6	71.9	6.5	70.7
29	2.5	69.2	4.9	72.0	7.0	72.8
30	2.5	69.2	8.2	69.3	11.0	69.2
31	2.3	70.1	4.6	70.0	8.5	72.9
32	2.3	70.1	12.8	70.3	18.0	70.3
33	2.3	70.0	16.7	74.1	10.6	74.6
34	2.3	70.0	4.6	70.0	14.0	70.7
35	0.8	79.3	1.4	78.9	4.9	78.0
36	0.8	79.3	13.5	72.1	32.8	71.6
37	0.6	78.3	4.5	77.7	12.4	78.8
38	0.6	78.3	1.3	78.9	12.8	72.4
39	1.0	78.5	2.3	76.9	4.1	76.8
40	1.0	78.5	6.4	71.9	24.2	71.3
41	1.4	72.2	3.4	75.6	6.7	74.8
42	1.4	72.2	7.3	74.5	14.5	74.3

Tabla 1. Continuación...

RELEVADOR No.	ZONA I		ZONA II		ZONA III	
	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)	Magnitud (ohms)	Angulo (grados)
43	2.1	78.3	5.8	75.5	9.6	75.4
44	2.1	78.3	3.5	76.1	9.4	75.4
45	2.3	78.3	3.4	78.3	6.6	77.3
46	2.3	78.3	8.6	77.6	15.0	77.7
47	1.2	78.3	4.7	76.8	8.3	77.7
48	1.2	78.3	3.3	78.3	9.0	77.7
49	2.1	82.8	5.4	81.1	8.3	81.4
50	2.1	82.8	3.3	81.6	5.5	81.7
51	1.5	78.2	5.5	78.3	8.6	78.6
52	1.5	78.2	2.7	78.3	6.5	79.6
53	4.3	78.3	7.8	78.7	9.6	78.9
54	4.3	78.3	5.9	78.3	7.0	78.3
55	3.9	62.5	9.6	65.2	12.9	65.7
56	3.9	62.5	9.4	65.3	13.0	67.4
57	1.9	78.3	2.8	78.3	5.9	80.0
58	1.9	78.3	6.2	82.7	8.5	82.3
59	1.0	78.4	4.4	80.8	6.3	81.1
60	1.0	78.4	2.7	78.4	6.6	82.1
61	2.8	78.4	6.3	80.1	8.3	80.4
62	2.8	78.4	7.3	82.1	9.5	81.9
63	1.6	80.7	2.6	80.7	19.2	76.2
64	1.6	80.7	2.6	80.7	12.1	78.6
65	5.7	72.7	9.0	72.7	15.0	71.0
66	5.7	72.7	9.0	72.7	18.3	78.8
67	6.3	69.9	10.0	69.9	28.1	84.8
68	6.3	69.9	10.0	69.9	14.8	71.4
97	6.6	80.7	10.6	80.7	21.3	80.7
98	6.6	80.7	10.6	80.7	14.2	79.5
99	6.4	80.4	10.2	80.4	11.9	83.9
100	6.4	80.4	10.2	80.4	18.2	80.4
101	1.6	80.7	2.6	80.7	19.2	76.2
102	1.6	80.7	2.6	80.7	12.1	78.6
103	5.7	72.7	9.0	72.7	15.0	71.0
104	5.7	72.7	9.0	72.7	18.3	78.8
105	6.3	69.9	10.0	69.9	28.1	84.8
106	6.3	69.9	10.0	69.9	14.8	71.4

APENDICE I

EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA HOJA DE CALCULO PARA ESTUDIOS
DE COORDINACION DE PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE



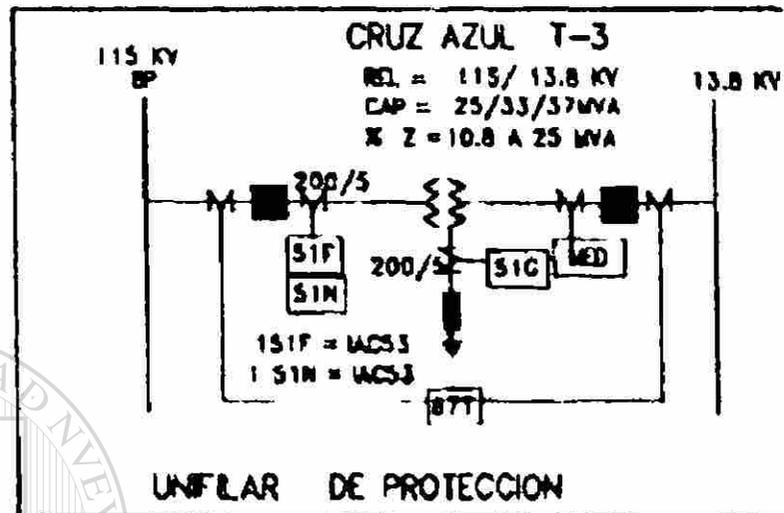
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

El reporte que presentamos corresponde a parte de un estudio de coordinación de protecciones realizado para la Empresa Manufacturera de Cemento Portland "La Cruz Azul"

El equipo protegido es un transformador de potencia con las siguientes características

Capacidad 25 / 33 / 37 33 MVA'S
 Relación: 115,000 / 13,8000 Volts
 Conexión: Delta / Estrella
 Impedancia 10 8 % a 25 MVA'S

Estrella aterrizada a través de una resistencia limitadora según el siguiente diagrama unifilar.



En primer término con los datos anteriores trazamos la curva de daños de este transformador de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C57 109-1985 según la cual éste cae en la categoría III

Esta curva es trazada automáticamente en este proceso mediante ecuaciones obtenidas de acuerdo a la norma y a través de la hoja de cálculo

A continuación trazamos el valor máximo de corto circuito para, falla trifásica el cual corresponde a 2050 Amperes en 115 Kv en el punto donde se encuentra la protección y de 6120 amperes en el $J_{13.8}$ de 13.8 kv

Luego se calcula la corriente mínima de arranque de la protección en amperes primarios, esta corriente es ajustada a aproximadamente a 200 % de la corriente nominal del transformador

$$I_n = (MVA * 1000) / (KV * 1.732)$$

$$I_n = (25 * 1000) / (115 * 1.732)$$

$I_n = 125.5$ Amperes primarios

$I_{min} = 125 \cdot 2$

$I_{min} = 251$ Amperes

Los datos relativos la protección TC's se encuentran en el formato de pruebas

$I_{ms} = I_{min} / RTC$

$I_{ms} = 251/40$

$I_{ms} = 6.27$ Amperes

Como en el relevador no se encuentra este tap escogemos el mas cercano y corresponde a un valor de 6. El cual se le conoce como tap, y corresponde al valor de corriente mínima de operación, o corriente de pick-up de] relevador

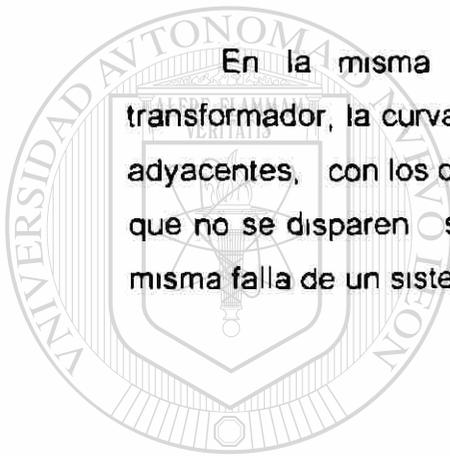
Una vez determinado el ajuste de tap, solo nos falta determinar el ajuste de palanca de tiempo en relevador para lo cual trabajamos directamente sobre la gráfica en la cual tenemos ya trazada la curva de daños y los valores de falla y establecemos los siguientes criterios

- a) La curva de la protección deberá quedar abajo de la curva de daños del transformador protegido
- b) El tiempo de operación de la protección puede quedar entre 1.0 y 2.0 segundos para fallas en lado de baja tensión

Con los criterios anteriores empezamos a sustituir los valores de palanca en la hoja de cálculo y observando las curvas en la gráfica hasta encontrar mas adecuada, con lo cual habremos determinado la palanca correcta protección de nuestro estudio

A continuación presentamos la hoja de reporte de este estudio con su formato de datos y ajustes y la "gráfica correspondiente, la cual debe contener entre otros datos los siguientes tipo de falla, voltaje de referencia, y condiciones del sistema para el estudio de corto circuito

En la misma gráfica se pueden incluir la curva de daños del transformador, la curva de la protección propia y las curvas de las protecciones adyacentes, con los que debe existir un tiempo de coordinación suficiente para que no se disparen simultáneamente dos o mas interruptores para una misma falla de un sistema radial



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

APENDICE I

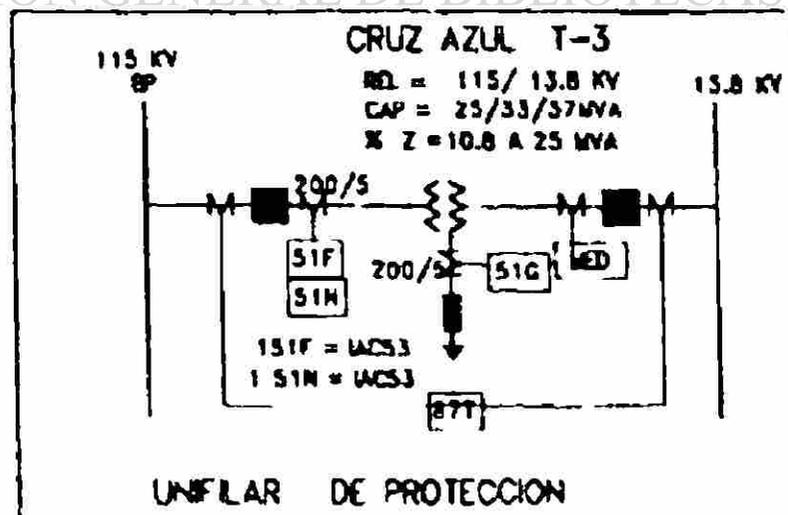
EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA HOJA DE CALCULO PARA ESTUDIOS DE COORDINACION DE PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE

El reporte que presentamos corresponde a parte de un estudio de coordinación de protecciones realizado para la Empresa Manufacturera de Cemento Portland "La Cruz Azul"

El equipo protegido es un transformador de potencia con las siguientes características

Capacidad 25 / 33 / 37 33 MVA'S
 Relación: 115,000 / 13,8000 Volts
 Conexión: Delta / Estrella
 Impedancia 10.8 % a 25 MVA'S

Estrella aterrizada a través de una resistencia limitadora según el siguiente diagrama unifilar



En primer término con los datos anteriores trazamos la curva de daños de este transformador de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C57 109-1985 según la cual éste cae en la categoría III

Esta curva es trazada automáticamente en este proceso mediante ecuaciones obtenidas de acuerdo a la norma y a través la hoja de cálculo.

A continuación trazamos el valor máximo de corto circuito para, falla trifásica el cual corresponde a 2050 Amperes en 115 Kv en el punto donde se encuentra la protección y de 6120 amperes en el jalí de 13.8 kv

Luego se calcula la corriente mínima de arranque de la protección en amperes primarios, esta corriente es ajustada a aproximadamente a 200 % de la corriente nominal de] transformador

$$I_n = (MVA * 1000) / (KV * 1.732)$$

$$I_n = (25 * 1000) / (115 * 1.732)$$

$$I_n = 125.5 \text{ Amperes primarios}$$

$$I_{min} = 125 * 2$$

$$I_{min} = 251 \text{ Amperes}$$

Los datos relativos la protección TC's se encuentran en el formato de pruebas

$$I_{ms} = I_{min} / RTC$$

$$I_{ms} = 251/40$$

$$I_{ms} = 6.27 \text{ Amperes}$$

Como en el relevador no se encuentra este tap escogemos el mas cercano y corresponde a un valor de 6 El cual se le conoce como tap y corresponde al valor de corriente mínima de operación o corriente de pick-up de] relevador

Una vez determinado el ajuste de tap, solo nos falta determinar el ajuste de palanca de tiempo en relevador para lo cual trabajamos directamente sobre la gráfica en la cual tenemos ya trazada la curva de daños y los valores de falla y establecemos los siguientes criterios

- a) La curva de la protección deberá quedar abajo de la curva de daños del transformador protegido
- b) El tiempo de operación de la protección puede quedar entre 10 y 20 segundos para fallas en lado de baja tensión

Con los criterios anteriores empezamos a sustituir los valores de palanca en la hoja de cálculo y observando las curvas en la gráfica hasta encontrar mas adecuada con lo cual habremos determinado la palanca correcta protección de nuestro estudio

A continuación presentamos la hoja de reporte de este estudio con su formato de datos y ajustes y la "gráfica correspondiente, la cual debe contener entre otros datos los siguientes tipo de falla, voltaje de referencia y condiciones del sistema para el estudio de corto circuito

En la misma gráfica se pueden incluir, la curva de daños del transformador la curva de la protección propia y las curvas de las protecciones adyacentes con los que debe existir un tiempo de coordinación suficiente para

que no se disparen simultáneamente dos o mas interruptores para una misma falla de un sistema radial.

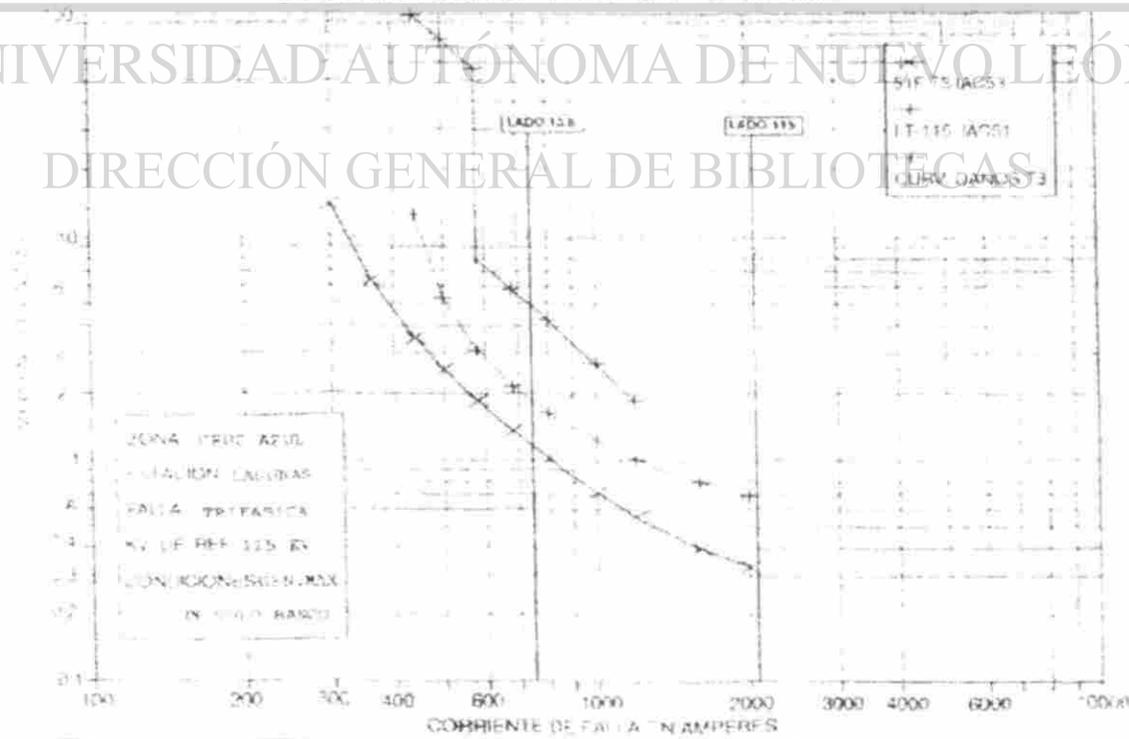
COORDINACION Y PRUEBAS DE RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE

DATOS GENERALES						HOJA:
ZONA	CRUZ AZUL	SUBEST	LAGUNAS	ELABORO	AEMM/	FECHA: 10/09/93
EQUIPO	T3, 115/13.8, 25 MVA, ALTA			PRONO		FECHA:

DATOS Y PRUEBAS DE OPERACION DE LA PROTECCION						
MARCA	GEN. ELEC	IPRO	TAC53	PROI	151F	IAP.OP: 6.00
CURVA	MUY INV.	RTU	40.00	INSTANT.	-	PAL.OP: 2.00

MILITARES	AMPERES		TIEMPO		TIEMPOS DE OPERACION REAL		
	DE LA F	DE LA F	DE LA F	DE LA F	FASE "A"	FASE "B"	FASE "C"
	7.2	288	17.592				
	9	360	6.464		6.00	6.90	6.00
	12	480	2.835		2.70	2.60	2.70
	24	960	0.757		0.65	0.74	0.71
	36	1440	0.447		0.42	0.44	0.44
	60	2400	0.292				
CORRIENTE DE OPERACION							
		240	47.80	MVA	6.00	6.00	6.00
		0					

COORDINACION DE PROT 51F T3-25 MVA



LISTA DE FIGURAS

No. De Figura	Descripción	Página
------------------	-------------	--------

CAPITULO 2 FILOSOFIA DE LA PROTECCION POR ELEVACION

Fig. 1	Relevador	10
Fig. 2	Selenoide y Electroimán	11
Fig. 3	Relevador de Disco tipo Watthorimetro	11
Fig. 4	Fuerzas Magnéticas	12
Fig. 5	Relevador de 1 Fuente de Señales	12
Fig. 6	Relevador de 2 o más Fuentes de Señales	12
Fig. 7	Relevador de Sobre Corriente	13
Fig. 8	Relevador de 2 Fuentes	14

CAPITULO 4 ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Fig. 1	Subestación Eléctrica	22
Fig. 2	Transformador de Potencia	27
Fig. 3	Partes de un Transformador	30
Fig. 4	Conexión delta – delta	31
Fig. 5	Conexión delta – estrella	32
Fig. 6	Conexión estrella estrella	32
Fig. 7	Conexión estrella delta	33
Fig. 8	Conexión delta abierto delta abierto	33
Fig. 9	Banco de Transformadores	34
Fig. 10	Transformador con Polaridad Aditiva	36
Fig. 11	Transformador Polaridad Sustractiva	37

Fig 12	Transformador Tipo OA	37
Fig 13	Transformador Tipo OA/FA	37
Fig 14	Transformador Tipo OA/FA/FOA	38
Fig 15	Transformador Tipo FOA	38
Fig 16	Transformador Tipo OW	38
Fig 17	Transformador Tipo AA	39
Fig 18	Transformador Tipo AFA	39
Fig 19	Transformadores de Corriente	45
Fig 20	Transformador de Potencial	46

CAPITULO 5 ELEMENTOS DE PROTECCION

Fig 1	Fusibles de Tapón	53
Fig 2	Fusibles no Renovables	54
Fig 3	Fusibles de Cartucho	54
Fig 4	Fusibles de Tapón Roscado	54
Fig 5	Fusibles Renovables	55
Fig 6	Fusible no Renovable del Tipo de Doble Elemento y de Casquillos	55
Fig 7	Apartarrayos	58
Fig 8	Operación del Aislador	61
Fig 9	Funcion del Apartarrayos	62
Fig 10	La Forma del Apartarrayos	63
Fig 11	Apartarrayos de Resistencia	65
Fig 12	Interruptor de cuchillas	72
Fig 13	Interruptor de Cuchillas de Explosión	72
Fig 14	Cuchillas Giratorias	73
Fig 15	Seccionadores	74
Fig 16	Interruptor de Gran Volumen de Aceite para Servicio a la Intemperie marca IEM	77

LISTA DE FIGURAS

No. De Figura	Descripción	Página
------------------	-------------	--------

CAPITULO 6 CRITERIOS DE LA COORDINACION DE PROTECCION

Fig 1	Curvas Típicas de Relevadores de Sobrecorriente en Funcion de su Corriente Nomina a Tapon de Ajuste	88
Fig 2	Formato para Datos Basicos del Estudio de la Coordinacion de Ajustes, Valores Teoricos y Prueba de los Relevadores	89
Fig 3	Impedancia de Alcance en las diferentes Zonas de Operacion del Relevador RR	100
Fig 4	Diagrama Unifilar del Sistema Electrico de ICE con el Sistema de Protecciones	106
Fig 5	Coordinaciones Fases y Tierra (A)	110
Fig 6	Relevadores de Fase a Fase con la curva de daño Del Transformador (B)	110
Fig 7	Caracteristicas de Relevadores de Fase a Fase de la Curva	111
Fig 8	Metodologia seguida para detrmnar los Ajustes de Los Ajustes de los Relevadores	115

CAPITULO 7 ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Fig 1	Relevadores de Induccion	117
Fig 2	Principio de Proteccion por Relevacion	118
Fig 3	Relevadores de Respaldo	119
Fig 4	Corriente de Falla	123
Fig 5	Curvas caractersticas	123
Fig 6	Relevadores por ajustes de Tiempo	124
Fig 7	Relevadores de Sobrecorriente de Tipo Instantaneo	125
Fig 8	Relevadores Direccionales	126
Fig 9	Relevadores de Sobrecorriente a Tierra (A)	127
Fig 10	Relevadores de Sobrecorriente a Tierra (B)	127
Fig 11	Relevadores de Distancia	128
Fig 12	Relevador Direccional Estatico	129
Fig 13	Relevador Diferencial	130
Fig 14	Principales Tipos de Protecciones contra Falla a Tierra	131

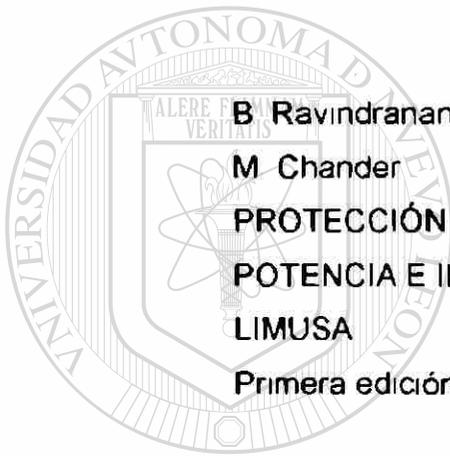
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



BIBLIOGRAFIA

Enriquez Harper Gilberto
Fundamentos de
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
de mediana y alta tensión
LIMUSA
Novena reimpresión 1988



B Ravindrananth
M Chander
PROTECCIÓN DE SISTEMAS DE
POTENCIA E INTERRUPTORES
LIMUSA
Primera edición en español 1980

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
VELASCO SOLÍS JESUS
FUSIBLES
Análisis de operación y selección

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LIMUSA

Primera edición 1988

Russell Mason c
 EL ARTE Y LA CIENCIA
 DE LA PROTECCIÓN
 POR RELEVADORES
 C E C S A
 Séptima impresión 1978

Camarena M Pedro
 INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
 C. E. C. S. A.
 Décima séptima reimpresión 1998
 Goner, Turan
 Electric power distribution system engineering
 McGraw-hill
 1986

Altuve Fferrer H

PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA
 CENACE C F E

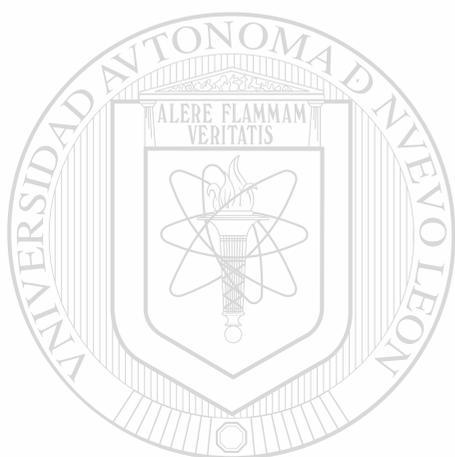
1° EDICIÓN 1994

C F E ESQUEMAS DE PROTECCIÓN ELECTRICA
 CENTRO EDITORIAL DE LA C F E
 MÉXICO, 1981

Enriquez Harper Gilberto
 FUNDAMENTOS DE PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS
 POR RELEVADORES
 EDITORIAL LIMUSA 1° EDICIÓN 1981

C F E AUXILIAR TÉCNICO EN PROTECCIONES DE DISTRIBUCIÓN
CENTRO DE CAPACITACION DE CELAYA,
C F E MÉXICO 1989

C F E U A N L. MEMORIA TÉCNICA II SIMPOSIUM
IBEROAMERICANO SOBRE PROTECCIONES DE SISTEMAS
ELÉCTRICOS DE POTENCIA
C F E U A N L 1° EDICIÓN 1994



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Nombre	Juan Rafael Cervantes Vega
Nombre de los padres	Rafael Cervantes Castañeda Juana Vega Contreras
Lugar y fecha de nacimiento	Nieves Zacatecas, 24 de Junio de 1957
Grado de Escolaridad	Ingeniero Electricista Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica U A N L Miembro de la Sociedad de Ingenieros y Técnicos de Monterrey, A C Maestro por horas en el Area de Potencia Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica U A N L De 1989 a la fecha
Asociaciones	
Docencia	
Laboral	Flejes Industriales Supervisor de Mantenimiento Eléctrico de 1984 a 1985 C F E Celaya Guanajuato de 1986 a 1987 CECATI 136 Instructor de Electricidad Industrial de 1987 a 1994 CECATI 192 de 1994 a la fecha
Grado que desea obtener	Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica Especialidad En Potencia Eléctrica
Nombre de la tesis	Protección de Sistemas Eléctricos



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

