

01126  
42



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ANTEPROYECTO PARA LA NORMALIZACION  
DE TABLEROS DUPLEX DE CONTROL,  
PROTECCIÓN Y MEDICION PARA LINEAS DE  
TRANSMISIÓN DE 115 – 400 kV

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELÉCTRICISTA

Presenta:

RODOLFO MARTINEZ QUERO

DIRECTOR DE TESIS

ING. ARTURO MORALES COLLANTES



MÉXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

AGOSTO 2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**A MIS PADRES**

**A GERSON Y DEBORAH**

**A MIS HERMANOS**

**A TODAS LAS PERSONAS QUE HICIERON  
POSIBLE ESTE TRABAJO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

13

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**A LA FACULTAD DE INGENIERIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

*C*

# CONTENIDO

## INTRODUCCION

### CAPITULO 1

#### DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES DEL PROYECTO

1.1.- Definición de Tablero Eléctrico.....	1
1.2.- Clasificación de Tablero Eléctrico.....	1
1.2.1.- Tablero de Alta Tensión (A.T.).....	1
1.2.2.- Tablero de Baja Tensión (B.T.).....	2
1.3.- Consideraciones sobre Sistemas de Control, Protección y Medición.....	3
1.3.1.- Sistemas de Control.....	3
1.3.2.- Sistemas de Control Local.....	4
1.3.3.- Dispositivos de Control Automático.....	7
1.3.4.- Dispositivos de Alarma.....	7
1.3.5.- Sistemas de Control Remoto.....	8
1.3.6.- Dispositivos de Mando.....	9
1.4.- Sistemas de Protección.....	9
1.4.1.- Requerimientos de una Protección.....	9
1.4.2.- Clasificación y Aplicación.....	10
1.4.3.- Protección Primaria.....	12
1.4.4.- Protección de Respaldo.....	13
1.4.4.1.- Protección de Respaldo Local.....	14
1.4.4.2.- Protección de Respaldo Remoto.....	14
1.5.- Características de los Sistemas de Potencia.....	15
1.5.1.- Tipos de Falla de Línea.....	15
1.6.- Tipos de Protección en Líneas de Transmisión.....	17
1.6.1.- Protección de Sobrecorriente.....	17
1.6.1.1.- Relevadores de Sobrecorriente Instantáneo.....	18
1.6.1.2.- Relevador de Sobrecorriente con Retardo de tiempo.....	18
1.6.1.3.- Relevador de Tierra de Sobrecorriente.....	20
1.6.1.4.- Aplicación de los Relevadores de Sobrecorriente.....	21
1.6.1.5.- Protección con Relevadores Direccionales de C.A.....	21
1.6.2.- Protección con Relevadores de Distancia.....	29
1.6.2.1.- Relevador de Distancia Tipo Impedancia.....	30
1.6.2.2.- Relevador de Distancia Tipo Reactancia.....	32
1.6.2.3.- Relevador de Distancia Tipo Admitancia (Mho).....	33
1.6.2.4.- Aplicación de los Relevadores de Distancia.....	34
1.6.2.5.- Selección Entre Impedancia, Reactancia ó Admitancia.....	38
1.6.3.- Protección con Relevadores Piloto.....	40
1.6.3.1.- Protección por Hilo Piloto.....	40
1.6.3.2.- Protección por Onda Portadora Carrier.....	41
1.6.3.3.- Protección por Microondas.....	46
1.7.- Sistemas de Medición.....	47
1.7.1.- Instrumentos de Medición.....	47
1.7.1.1.- Tipos de Instrumentos de Medición.....	50

## CAPITULO 2

### PROPUESTA DE NORMALIZACION ASPECTO MECANICO

2.1.- Generalidades.....	49
2.2.- Especificaciones Generales.....	50
2.3.- Requisitos Estructurales.....	50
2.4.- Material Empleado y Elementos Componentes.....	51
2.5.- Perforación de Tableros.....	54
2.6.- Distancias Mínimas.....	54
2.7.- Pintura.....	57
2.8.- Ductos.....	57
2.9.- Accesorios.....	58
2.9.1.- Tablillas Terminales de Conexión.....	58
2.9.2.- Cuchillas de Prueba.....	58
2.9.3.- Conexión a Tierra.....	61
2.10.- Diagrama Sinóptico o Bus Mímico.....	61
2.11.- Nomenclatura.....	62
2.12.- Montaje de Equipo.....	64
2.12.1.- Relevadores.....	64
2.12.2.- Conmutadores de Control y de Instrumentos de Medición.....	64
2.12.3.- Cuadros de Alarmas.....	64

## CAPITULO 3

### PROPUESTA DE NORMALIZACION ASPECTO ELECTRICO

3.1. Generalidades.....	65
3.2.- Diagramas e Instructivos de los Tableros.....	65
3.2.1.- Disposición de Equipo.....	66
3.2.2.- Diagrama Unifilar.....	66
3.2.3.- Diagrama Esquemático.....	67
3.2.4.- Diagrama Trifilar.....	68
3.2.5.- Diagrama de Control.....	68
3.2.6.- Diagrama de Interconexión.....	69
3.2.7.- Instructivos.....	69
3.3.- Diagramas Normalizados e Control, Protección y Medición.....	70
3.3.1.- Diagramas de Protección por Sobrecorriente de L.T.....	70
3.3.2.- Diagramas de Protección por Sobrecorriente Direccional de L.T.....	71
3.3.3.- Diagramas de Protección de Distancia de L.T.....	71
3.3.4.- Símbolos Eléctricos para Diagramas Unifilares.....	93
3.3.5.- Símbolos Eléctricos para diagramas Esquemáticos y de Control.....	93
3.3.6.- Abreviaturas Empleadas en Diagramas Eléctricos.....	94
3.3.7.- Números para Designar Aparatos ó Dispositivos Eléctricos de acuerdo a su Función.....	98

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

E

## CAPITULO 4

### PROPUESTA DE NORMALIZACION DE ALAMBRADO

4.1.- Generalidades.....	104
4.2.- Condiciones de Servicio .....	104
4.2.1.- Normas.....	104
4.2.2.- Conductor.....	104
4.2.3.- Aislamiento.....	104
4.2.4.- Marcado.....	105
4.2.5.- Calibre.....	105
4.2.6.- Identificación.....	106
4.3.- Conexiones.....	106
4.4.- Propuesta de Normalización de Alambrado.....	107
4.4.1- Estructura prototipo ó Arnés.....	110

CONCLUSIONES

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

+

# ***CAPITULO 1***

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

G

## INTRODUCCION

Debido a que en la actualidad, la demanda de energía eléctrica ha aumentado considerablemente, es preocupación fundamental de la Comisión Federal de Electricidad, organismo paraestatal encargado del suministro y distribución de la energía eléctrica, que esta llegue hasta los lugares más alejados y recónditos de nuestro país, por ello la preocupación de asegurar la continuidad de dicho suministro.

Esto ha obligado a la Comisión Federal de Electricidad a la construcción de nuevas plantas generadoras, subestaciones y sobre todo líneas de transmisión que son el punto de interconexión entre una planta generadora y una subestación ó entre una subestación y otra, de alta y mediana capacidad con el fin de satisfacer la creciente demanda que hay en el país.

Considerando lo anterior, las líneas de transmisión requieren de una adecuada protección por relevadores, el pronto aislamiento de la falla o su disminución dentro de determinados límites.

Los tableros eléctricos son una parte importante en los sistemas eléctricos de potencia, ya que en estos, se tienen los dispositivos de protección, alarma, monitoreo y medición de circuitos eléctricos de una subestación

Tomando en cuenta la poca información publicada acerca de la fabricación de tableros eléctricos y la creciente necesidad de esta, y que no es satisfecha por las normas nacionales y extranjeras y como consecuencia de esto se hace necesario establecer un criterio uniforme en el proyecto y la construcción de tableros eléctricos tipo dúplex de control protección y medición para líneas de transmisión de la Comisión Federal de Electricidad.

Por lo que en el siguiente trabajo se pretende dar los lineamientos necesarios en la fabricación de tableros eléctricos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para lo cual en la primera parte se hará mención de algunas definiciones y consideraciones que habrán de tomarse en cuenta para poder establecer dicho criterio.

En la segunda parte se propone el lineamiento a seguir para poder establecer un criterio en el aspecto mecánico que va desde el montaje del tablero, una disposición de equipo adecuada y funcional, hasta la consideración de los puntos necesarios para su conexión eléctrica.

En la tercera parte se establecen los diagramas eléctricos necesarios para el control, protección y medición de una línea de transmisión.

En la cuarta parte se plantea un sistema de alambrado, en el cual solo aparecen letras y números, pretendiendo con esto, que dicho sistema de alambrado sea fácilmente entendible y funcional, todo esto en base a los diagramas eléctricos correspondientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

I

## **1. DEFINICIONES Y CONSIDERACIONES DEL PROYECTO.**

Para la propuesta del anteproyecto de normalización se hace necesario tomar en cuenta algunas definiciones y consideraciones que deben ser el principio básico del funcionamiento de un tablero eléctrico así como algunas normas generales de fabricación.

### **1.1 DEFINICION DE TABLERO ELECTRICO.**

Tablero eléctrico es el conjunto de dispositivos y aparatos de control, protección, medición e indicación, alojados de una manera uniforme sobre una estructura metálica, así como su conexión eléctrica para controlar, proteger y medir un circuito eléctrico.

### **1.2. CLASIFICACION DE TABLEROS ELECTRICOS.**

De acuerdo al Comité Nacional de Normalización(NMX) de la Industria Eléctrica, los tableros eléctricos se pueden clasificar de acuerdo a su tensión de trabajo y son:

#### **1.2.1. TABLERO DE ALTA TENSION ( A. T.)**

Es aquel que trabaja a una tensión mayor de 1000 volts de corriente alterna(C.A.)

Las tensiones nominales para tableros que trabajan con corriente alterna son: 2400, 4160, 7200, 13800, 23000 y para algunos casos especiales de 34500 volts.

Las corrientes nominales para tableros de corriente alterna son: 200, 600, 1200, 2000, 3000, 4000 y 5000 amperes.

Algunos tipos de tableros de Alta Tensión (A.T.) son:

- a.- Subestaciones Compactas (interior o intemperie).
- b.- Tableros Blindados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.2.2. TABLERO DE BAJA TENSION.**

Es aquel que trabaja con una tensión no mayor de 1000 volts de corriente alterna ó con una tensión no mayor de 1500 volts de corriente directa.

Las tensiones nominales de Corriente Alterna (C.A.) para tableros de Baja Tensión (B.T.) son: 120, 240, 480 y 550 volts.

Las corrientes nominales para tableros de Baja Tensión, en Corriente Alterna (C.A.) o Corriente Directa (C.D) son: 300, 600, 1200, 2000, 3000, 4000 y 5000 amperes.

Algunos tipos de tableros de Baja Tensión ( B.T.) son:

- a).- Servicios Propios(alimentación de sala de baterías, alumbrado, etc.,)
- b.- Centro de Control de Motores.
- c).- Tableros de Control, Protección y Medición.
  - Simplex(un solo frente)
  - Dúplex(dos frentes)
  - Escritorio.
  - Duales(solo protección)
  - Mosaicos o Miniaturizado(solo control y medición)
  - Gabinete de Relevadores Intermedios.

Para este caso y de acuerdo a la propuesta de Normalización, se ha escogido un tablero del tipo dúplex, ya que este se puede considerar como el más apropiado para el control, protección y medición de una línea de transmisión en una subestación.

Este tipo de tablero eléctrico es definido como un tablero eléctrico vertical de control secundario y de doble frente, con un túnel entre ambos frentes, con acceso al interior mediante puertas en los costados, y que su alambrado no deba interferir con el acceso al túnel, ni con la circulación del mismo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En este tipo de tablero se montan los aparatos de medición, control y los datos de identificación formando el frente del mismo, en la parte posterior se montan relevadores y en la parte que se puede denominar como alerón, se monta el equipo misceláneo tal como, fusibles, tabllas de conexión, cuchillas de prueba. Resumiendo, se puede decir que está formado por tres partes principales que son, el frente o mando, la parte posterior o respaldo y un alerón además de puertas, techo, tapas y base.

### **1.3. CONSIDERACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.**

#### **1.3.1. SISTEMAS DE CONTROL.**

Se entiende por sistemas de control de un sistema eléctrico de potencia, al conjunto de instalaciones de baja tensión necesarias para controlar las instalaciones de alta tensión. Las instalaciones de control comprenden lo siguiente:

**a).- Dispositivos de Mando.-** Para la operación del equipo de alta tensión(apertura y cierre de interruptores y cuchillas desconectadoras) y el equipo auxiliar necesario para la correcta ejecución de las maniobras (diagramas sinópticos o bus mímico ,indicadores luminosos de posición).

**b).- Dispositivos de Control Automático.-** Recierre automático, sincronización automática, cambiador automático de derivaciones de los transformadores etc.

**c).- Dispositivos de alarma sonora y luminosa.-** Destinados a indicar al personal de la operación de una protección automática o de alguna condición anormal en el funcionamiento del equipo eléctrico de alta tensión(transformador, interruptores, cuchillas desconectadoras, etc.)

**d).- Aparatos Registradores.-** Destinados a suministrar información sobre los disturbios que afectan al sistema y registrar la operación de los relevadores, los interruptores y a la aparición de condiciones anormales de funcionamiento en los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

aparatos de la subestación (osciloperturbógrafo, registrador de eventos, señalizaciones, etc.).

**e).- Cable de Control;** para interconectar los distintos elementos de las instalaciones de control y alimentar los relevadores de protección y los aparatos de medición desde los secundarios de los transformadores de corriente y potencial.

**f).- Tableros.-** Para soportar los aparatos y/o equipo de control, protección y medición.

A estos sistemas de control se les puede clasificar en:

### **1.3.2. SISTEMAS DE CONTROL LOCAL.**

Se caracteriza porque en el salón de tableros, se tiene permanentemente personal capacitado que efectúa las operaciones necesarias para un correcto funcionamiento del sistema, haciendo uso de los sistemas de mando, auxiliado por los sistemas automáticos, de control y protección.

### **SISTEMA DE MANDO DE LAMPARAS ROJA Y VERDE.**

En el circuito de disparo o apertura, queda supervisado por la lámpara roja, que esta encendida cuando el interruptor esta cerrado, sin embargo su utilidad es limitada, ya que si estando un interruptor cerrado, el circuito de disparo se interrumpe y la lámpara roja se apaga, el hecho de que las dos lámparas estén apagadas simultáneamente puede pasar desapercibidos al operador, especialmente en una subestación grande, o con un tablero que tenga un número elevado de lámparas indicadoras. El sistema de mando de lámpara roja y verde se caracteriza además, porque las bobinas de disparo de los interruptores están alimentados por circuitos de C.D. llamados "circuitos no protegidos" que están alimentados directamente sin ninguna protección, desde las barras de C.D. del tablero de servicio de estación; estas a su vez, están conectadas a las terminales de la batería a través de un interruptor termomagnético de 400 amp., cuando la batería es de 200 amper-hora y de 600 amp., si la batería es de 400 amper-hora lo que equivale prácticamente a una conexión directa de la batería, ya que dicho

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

interruptor solo operará para una falla muy próxima a las terminales de la batería(Fig 1.1).

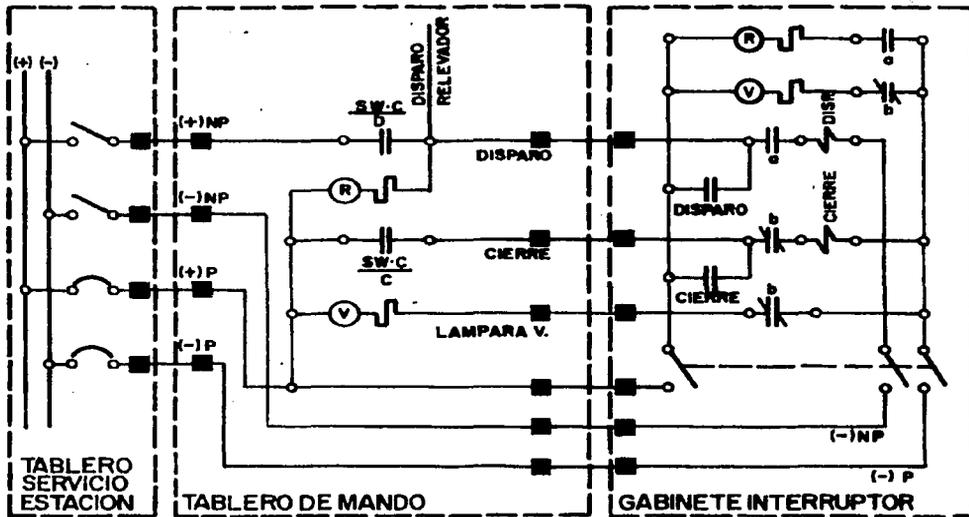
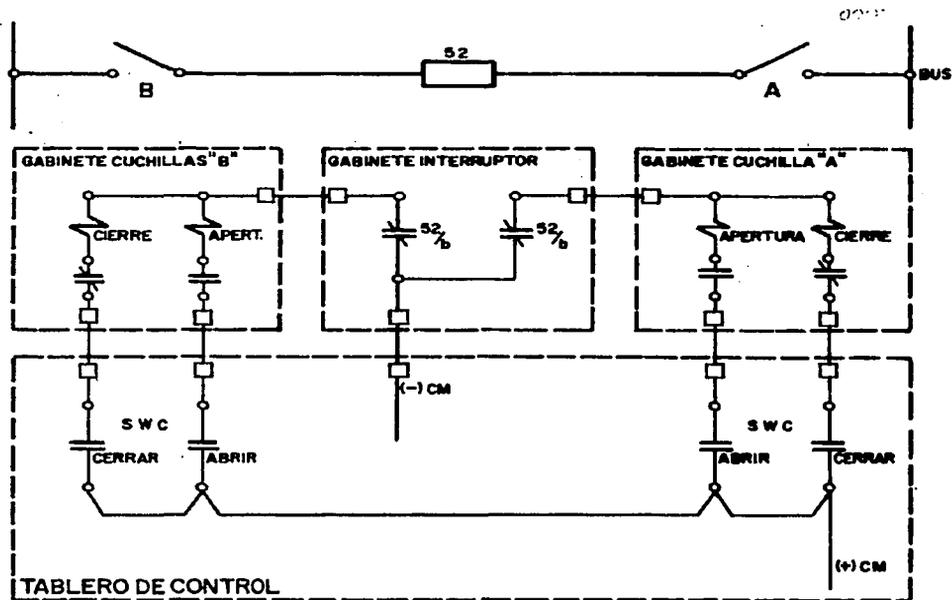


Figura 1.1 Sistema de Mando de Lámpara Verde y Roja

En cambio, las bobinas de cierre de los interruptores y los circuitos de alarma, están alimentados por otros circuitos de C.D. llamados "circuitos protegidos" que están alimentados desde las barras de C.D. del tablero de servicio de estación a través de interruptores o de fusibles.

Con este tipo de arreglo, se pretende asegurar la alimentación a los circuitos de disparo, eliminando con esto, la posibilidad de que una falla en el circuito de C.D. haga operar el interruptor general. Se observa de que existe el riesgo de un corto circuito en algún punto del sistema "no protegido" que no este muy próximo a la batería, no sea desconectado y ocasione que abata el voltaje de la batería; se piensa sin embargo que esta condición podrá detectarse antes de que el voltaje de la batería haya bajado a un valor que impida la operación de los dispositivos de disparo de los interruptores.

Enclavamiento entre Interruptor y Cuchillas Desconectoras.- Uno de los errores de operación más frecuentes en subestaciones con cuchillas desconectoras operadas desde la sala de tableros, es la apertura de cuchillas con carga, lo que acarrea consecuencias muy graves. Por tal motivo se deben instalar bloqueos en los circuitos de control de cuchillas, que impidan abrir estas si el interruptor esta cerrado(ver fig. 1.2).



**Figura 1.2** Enclavamiento entre Interruptor y Cuchillas Desconectoras

Alimentación de los mecanismos de operación de los interruptores y de las cuchillas desconectoras; Además de los conductores necesarios para el control y las alarmas de los interruptores y las cuchillas desconectoras es necesario llevar las siguientes alimentaciones, dependiendo del tipo de interruptor, de cuchillas y servicios auxiliares (resistencias calefactoras, etc.). Estas pueden ser de C.A. o de C.D.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.3.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL AUTOMATICO.**

El empleo de estos sistemas tienen las siguientes finalidades.

1).- Mejorar la calidad del servicio aumentando la rapidez en las maniobras, lo que nos permite restablecer el suministro de energía eléctrica lo más pronto posible, después de que ha ocurrido una interrupción causada por una falla no estable.

2).- Evitar posibles errores humanos en las maniobras, en aquellos casos en que la secuencia correcta de la maniobra puede predeterminarse y realizarse automáticamente.

Los dispositivos automáticos de control son:

- a). Recierre Automático de Líneas y Alimentadores.
- b). Transferencia Automática de Carga.
- c). Tiro de Carga por Baja Frecuencia.
- d). Sincronización Automática.
- e). Regulación Automática de Voltaje.
- f). Transferencia Automática de Potenciales.

### **1.3.4. DISPOSITIVOS DE ALARMA.**

Son los elementos con que cuenta el equipo de control, y que indican al operador cualquier anomalía en el equipo o en el sistema.

Estos se pueden clasificar en:

a).- Dispositivos de Alarmas destinadas a avisar cuando ha operado una protección automática. La protección automática en un sistema eléctrico opera cuando ocurre alguna falla en los circuitos de potencia, al operar esta, cierra un contacto del mismo circuito de protección el cual se encuentra en serie con una señal del cuadro de

18515 0018  
FALLA DE ORIGEN

alarmas, este, cuando opera nos indica por medio de dos señales, una luminosa y una sonora que aparecen al mismo tiempo, el tipo de falla que ha ocurrido.

b).- Dispositivos de Alarma destinados a señalar alguna condición anormal en el funcionamiento del equipo: Los transformadores, interruptores y reguladores de tensión cuentan con una serie de dispositivos que indican si existe una anomalía en el equipo, estos dispositivos envían una señal hasta el cuadro de alarmas colocado en el salón de tableros, donde aparecerá una alarma sonora y una luminosa.

c).- Dispositivos de alarma destinados a señalar alguna anomalía en los circuitos de control, protección ó en servicios auxiliares: los circuitos de corriente directa(C.D.) son de vital importancia en el funcionamiento de un sistema, donde la alimentación a los circuitos de control y protección de los equipos de potencia se debe efectuar sin interrupción, debido a esta importancia es necesario que se supervise su presencia ó ausencia en un circuito dado, por medio de un relevador, el cual nos indica esta situación al enviar una señal al cuadro de alarmas que hace funcionar simultáneamente las señales sonora y luminosa, las cuales no cesarán hasta que se encuentre el motivo de falla y se reponga al relevador respectivo.

Las características de un cuadro de alarmas se indican más adelante.

### **1.3.5. SISTEMAS DE CONTROL REMOTO.**

Un dispositivo de control remoto, es aquel que puede operarse desde un centro de operación central, normalmente la operación de un sistema de potencia, funciona con este tipo de control y solo en caso de emergencia se opera localmente a través de personal capacitado para ello. Fundamentalmente los sistemas automáticos de control y de mando de una instalación con control remoto son los mismos que los utilizados en instalaciones de control local.

Las operaciones que se llevan a cabo por control remoto son:

a).- Telecontrol de Interruptores y Cuchillas motorizadas, que consiste en la apertura y cierre de los mismos.

- b).- Teleindicación o supervisión de la posición o estado de interruptores y cuchillas motorizadas.
- c).- Teleindicación o Supervisión del estado en sistemas automáticos de control (Recierre, sincronización etc.).
- d).- Teleindicación de las operaciones de los relevadores de protección debido a fallas en las instalaciones.
- e).- Teleindicación de alarmas que indican fallas en los equipos de las instalaciones.

### **1.3.6. DISPOSITIVOS DE MANDO.**

Fundamentalmente los sistemas de mando consisten en la apertura o cierre de interruptores y cuchillas motorizadas, teniendo en el circuito de cierre o apertura contactos en paralelo con el conmutador de control y de relevadores auxiliares.

### **1.4. SISTEMAS DE PROTECCION.**

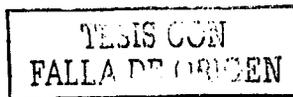
#### **1.4.1. REQUERIMIENTOS DE UNA PROTECCION.**

El objetivo primordial de una protección es mantener una constante vigilancia en un sistema eléctrico para poder asegurar una máxima continuidad del servicio eléctrico y minimizar daños al equipo cuando se presente una falla.

Al suceder una falla en el sistema eléctrico, las características de este, se alteran y por consiguiente es necesario contar con una protección adecuada y segura.

Las protecciones eléctricas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Deben atenuar o minimizar los efectos de las fallas.
- 2.- Deben separar con la mayor rapidez posible algún elemento fallado o en peligro de serlo, no con el fin de evitar su destrucción completa sino para impedir que la



estabilidad del sistema desaparezca, ocasionando una interrupción con todas sus consecuencias.

#### **1.4.2. CLASIFICACION Y APLICACION.**

Los sistemas de protección utilizados para los diferentes elementos, se basan en esquemas de relevadores, los cuales han sido seleccionados, tomando en cuenta los factores que los modernos sistemas de potencia requieren.

La función de los relevadores de protección en un sistema de potencia, es detectar rápidamente un disturbio e iniciar una pronta acción para aislar las partes dañadas o en peligro de serlo, lo cual permite al resto del sistema mantener la continuidad del servicio.

En cuanto a su aplicación, estos se van integrando de tal manera que forman esquemas de protección bien definidos, para una función específica en una cierta área o en un equipo de un sistema de potencia, lo que por consiguiente divide a este en varias partes, cada una con sus problemas particulares, tanto de operación como de diseño, pero en todos los casos se deben tomar en cuenta, los cinco principios para lograr un diseño eficiente de los esquemas de protección, estos principios son:

- a). Confiabilidad.
- b). Selectividad.
- c). Velocidad.
- d). Simplicidad.
- e). Economía.

Lograr el máximo de todos estos principios a la vez es una utopía, debiendo mantenerse todos ellos en un punto medio conveniente. Obligando con esto a una evaluación, considerando todos los factores, tanto general como particular de cada equipo o aplicación, para poder garantizar una seguridad y flexibilidad conveniente al sistema de potencia.

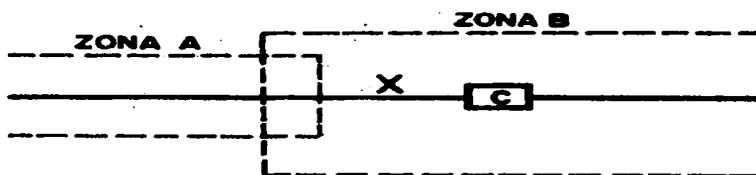
Un relevador según la American Standart Association(ASA) es un dispositivo que instalado en un circuito eléctrico permite y/o provoca cambios bruscos en uno o más circuitos, cuando la(s) cantidad(es) de funcionamiento a la(s) que fue diseñado se alteran de una manera predeterminada.

Los relevadores detectan una o varias características de un sistema eléctrico y están diseñados de tal manera que prevalecen inactivos mientras estas no varían.

La forma de proteger un sistema de potencia se logra dividiéndolo en zonas de protección, procurando que estas se encuentren traslapadas.

Cada una de estas zonas deberá tener sus propios relevadores de protección, que detectarán las fallas y enviarán la señal de disparo hacia los interruptores de potencia, que son los únicos dispositivos que tienen la capacidad de aislar la zona afectada del resto del sistema.

La figura más generalizada para la protección de los elementos más importantes del sistema, como son las líneas de transmisión y subtransmisión de potencia, bancos de transformadores etc., es la de utilizar dos esquemas de protección lo más independiente posible.(Como se muestra en la figura 1.3)



**Fig. 1.3 SUPERPOSICIÓN DE ZONAS ADYACENTES DE PROTECCIÓN SOBRE UN LADO DE UN INTERRUPTOR**

### **1.4.3. PROTECCION PRIMARIA.**

La protección primaria es la primera línea de defensa y se diseña para desconectar la mínima porción posible del sistema de potencia, aislando únicamente el o los elementos que han fallado. Para el correcto funcionamiento de este tipo de protección se considera lo siguiente:

a).- Los interruptores se localizan en las interconexiones de los distintos elementos del sistema, con el objeto de poder desconectar solamente el elemento dañado o en peligro de serlo.

b).- Se establecen zonas de protección para cada elemento del sistema, así cualquier falla que ocurra dentro de una zona dada, provocará el disparo de todos los interruptores de esa zona

c).- Es práctica común disponer de pequeñas regiones de traslape en los puntos de unión de elementos contiguos(que por lo general son interruptores). Si se presenta una falla en la región considerada de traslape deben dispararse los interruptores de las dos zonas.

d).- Los límites de las zonas de protección físicamente lo determinan los transformadores de corriente que generalmente se localizan en ambos lados del interruptor.

La figura 1.4 ilustra la manera en que se superpone la protección primaria

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

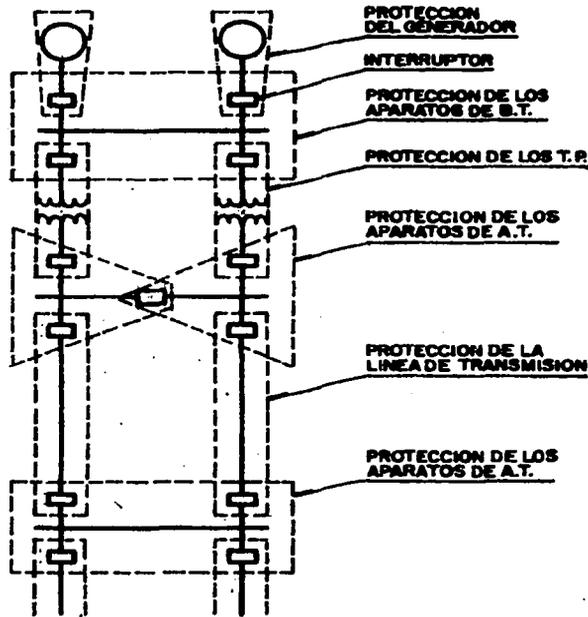


Fig. 1.4 DIAGRAMA UNIFILAR DE UNA PARTE DE UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA QUE MUESTRA LA PROTECCIÓN PRIMARIA

#### 1.4.4. PROTECCION DE RESPALDO.

La protección de respaldo generalmente desconecta una porción mayor del sistema, que es justamente la parte donde se localiza la falla, debido a un mal funcionamiento ya sea de los relevadores primarios o de algún interruptor, con el objeto de eliminar las condiciones anormales y minimizar el efecto sobre el resto del sistema.

Es importante una clara comprensión de las causas posibles de fallas de la protección primaria, para una mejor apreciación de las prácticas comprendidas en la protección del respaldo. Cuando se dice que la protección primaria puede fallar, se debe entender que cualquiera de las diversas causas que pueden suceder para impedir su funcionamiento, y esta, pueda ordenar la desconexión de una falla del sistema de potencia.

Los siguientes puntos pueden ser los motivos por los cuales la protección primaria no pueda actuar.

1. Falla de los transformadores de instrumento.
- 2.- Falla de los circuitos de alimentación de los relevadores.
- 3.- Falla de la alimentación de C.D.
- 4.- Falla de los relevadores.
- 5.- Falla del circuito de disparo o del mecanismo de operación del interruptor
- 6.- Falla del Interruptor.

Es necesario que la protección de respaldo este dispuesta de tal manera que cualquier cosa que pueda originar la falla de la protección primaria, no origine también la falla de la protección de respaldo.

Una segunda función de la protección de respaldo es muy a menudo la de proporcionar protección primaria, cuando el equipo que deberá ocuparse de esto se encuentra fuera de servicio por mantenimiento o reparación.

Este tipo de protección puede ser de dos tipos:

#### **1.4.4.1. PROTECCION DE RESPALDO LOCAL.**

Esta protección se dispone para dar respaldo por falla de interruptores, el esquema correspondiente es independiente de los relevadores de la protección primaria o de respaldo, o sea que tiene un juego de relevadores para este fin.

#### **1.4.4.2. PROTECCION DE RESPALDO REMOTO.**

Esta protección puede ser lograda por medio de la protección primaria o de la de respaldo, y como su nombre lo indica esta dispuesta para librar fallas de elementos contiguos cuya protección primaria o de libramiento de falla no operan.

ESTRUCUTURA CON  
FALLA DE ORIGEN

## **1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA.**

Las características de todo sistema eléctrico son: voltaje, corriente, frecuencia, polaridad, factor de potencia etc.

Para poder reunir estos parámetros y poder modificar, conservar dentro de ciertos requerimientos sus características en condiciones normales o de falla, se han diseñado los tableros eléctricos.

Las fallas que se presentan en los sistemas de potencia hacen variar las características de estos, tales fallas se definen como situaciones anormales e insostenibles y que son producidas por innumerables causas.

### **1.5.1 TIPOS DE FALLA DE LINEA**

El elemento más susceptible de fallas en una red eléctrica, es la línea de transmisión ya que, esta expuesta por su longitud a las condiciones climatológicas y ambientales.

Las fallas de línea en los sistemas de potencia pueden ser divididos en dos categorías.

Las más prevaletentes son las de simple fase a tierra, las que le siguen son las de tres fases a tierra, la más común en estas últimas es la doble fase a tierra.

Los requerimientos para una protección de línea son básicos. Deberán ser selectivos, es decir únicamente se libra el tramo de la línea afectado por la falla.

En líneas de transmisión un gran porcentaje de las fallas son de carácter transitorio, y si este tipo de falla se libra sin retraso, el circuito que ha sido protegido se puede energizar inmediatamente. De otra manera si la falla transitoria existente permanece con un cierto tiempo de retraso, la línea podrá resultar dañada y requerir una reparación en la misma, antes de que el circuito sea recerrado o puesto en servicio nuevamente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las fallas por su origen pueden ser clasificadas de la siguiente manera.

- a).- INTRINSECAS {  
1.- De Aislamiento  
2.- De Conducción  
3.- De Operación
- b).- EXTRINSECAS

a.- FALLAS INTRINSECAS.

1. Fallas de Aislamiento.- Que debido a la trayectoria normal de la corriente eléctrica, de la fuente de donde se genera, a través de conductores de cobre o de aluminio, hasta las cargas donde es consumida.

La corriente se confina a dicha trayectoria por medio del aislamiento, sin embargo todo aislamiento está limitado a la imposibilidad de diseñarlo de tal manera que nos garantice que la corriente no sufrirá desviación alguna dentro de la trayectoria señalada.

Cuando sucede esta desviación se dice que se produce un corto circuito o falla de aislamiento. Ejemplo para este tipo de fallas los tenemos entre conductores aéreos y de tierra.

2. Fallas de Conducción.- Se dice que existe una falla de conducción cuando en los elementos conductores de un sistema no hay continuidad ocasionado una interrupción indebida de la corriente o una caída de potencial. Ejemplo de este tipo de falla se presentan en líneas de transmisión cuando los elementos del sistema realizan esfuerzos excesivos que los hacen fallar mecánicamente.

3. Fallas de Operación.- Se dice que existe una falla de este tipo cuando los elementos del sistema son sometidos a condiciones anormales al ser operados inadecuadamente. Ejemplo de este tipo de falla se presenta cuando se sobrecargan los cables, esto origina una elevación de temperatura anormal, que trae como consecuencia pérdidas antes mencionadas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## b) FALLAS EXTRINSECAS

Son aquellas ocasionadas por fenómenos externos, de origen atmosférico; Estas fallas se presentan ante descargas atmosféricas (rayos) que al caer sobre las líneas de transmisión o en las cercanías de las mismas, provocan sobretensiones que sobrepasan en mucho a la tensión nominal, creando situaciones fortuitas que se distinguen por aumentos de potencia fuera de control por la brevedad de su duración y elevada magnitud.

### 1.6. TIPOS DE PROTECCION EN LINEAS DE TRANSMISION

Entre las más comunes se pueden mencionar a las siguientes:

- 1.- Protección de Sobrecorriente.
- 2.- Protección De Distancia con Relevadores de Distancia
- 3.- Protección con Relevadores Piloto.

#### 1.6.1. PROTECCION DE SOBRECORRIENTE

Es la protección que actúa cuando la corriente que fluye por un circuito, es mayor que un valor predeterminado, esta protección esta basada fundamentalmente en el principio de operación de los relevadores de una sola magnitud, es decir mediante la atracción electromagnética y la inducción electromagnética. El primer caso corresponde a los relevadores que funcionan mediante la atracción de un émbolo dentro de un selenoide o una armadura que es atraída por un electroimán. El segundo caso corresponde a los relevadores de inducción electromagnética, que funcionan bajo el principio del motor de inducción.

Con los tipos de relevadores descritos podemos obtener una operación instantánea o bien de retardo de tiempo, el cual puede ser controlado por medio de un disco giratorio acoplado al rotor de los relevadores de inducción electromagnética, a continuación se mencionan estos relevadores

### 1.6.1.1. RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO

Esta diseñado para operar con retardo de tiempo no intencional, son ampliamente utilizados como relevadores de tiempo inverso o muy inverso(Figura 1.5).

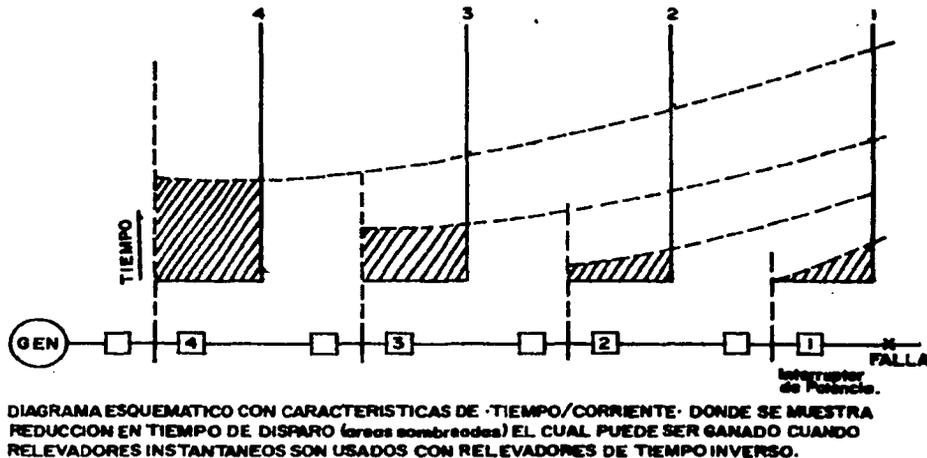


Fig. 1.5 Diagrama característico tiempo/corriente

Su principio de operación es el de atracción electromagnética, de ajuste muy alto, es decir, únicamente opera con corrientes muy altas.

Los relevadores de sobrecorriente son un aditamento muy valioso para relevadores de sobrecorriente de tiempo inverso o muy inverso, pues se pueden lograr grandes reducciones en el tiempo de disparo bajo condiciones de generación máxima.

En general el tiempo de operación del relevador de sobrecorriente instantáneo puede variar entre 0.0016 a 0.1 seg.

### 1.6.1.2. RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE CON RETARDO DE TIEMPO.

Estos relevadores tienen características de operación, tal que su tiempo de operación varía inversamente proporcional con respecto a la magnitud de la corriente, es decir que

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

el tiempo de operación disminuyen con el aumento de corriente, con esto, si el relevador opera más rápido con dicho incremento de corriente se dice que tiene una característica de tiempo inverso, logrando encontrar características propias de este tipo de relevadores como: Características de tiempo inverso, muy inverso y extremadamente inverso (ver figura 1.6).

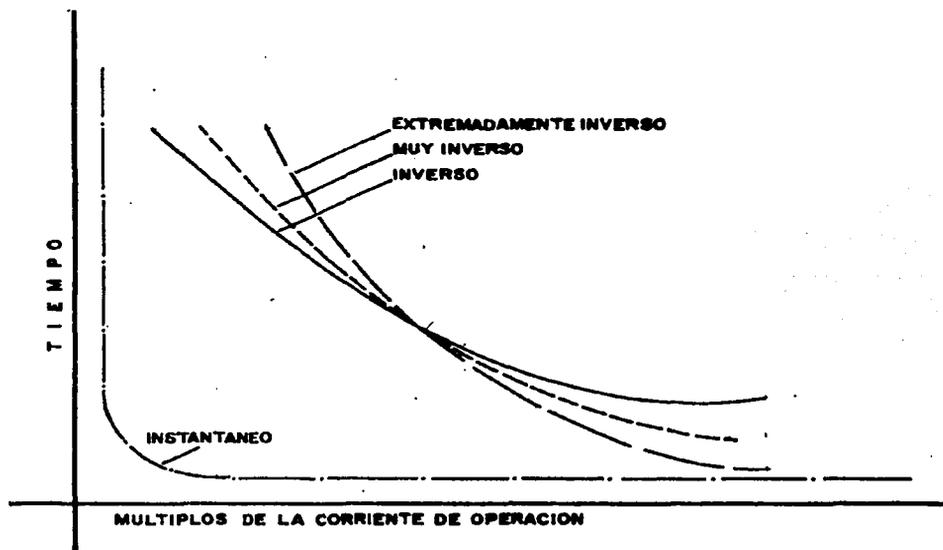


Fig. 1.6 CARACTERISTICAS DE UN RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE

Este tipo de relevadores son usados como una protección de fase en circuitos en donde la magnitud de corriente bajo condiciones de cortocircuito es siempre arriba de la máxima carga y en donde el elemento de tiempo es permisible y deseable en el restablecimiento de fallas.

ESTADO CON  
FALLA DE ORIGEN

Característica de operación.- Los intervalos de tiempo mínimos entre la actuación de relevadores sucesivos, deben ser iguales al tiempo que tarda el interruptor en despejar la falla desde que recibe la señal de actuación del relevador, más el tiempo de sobremarcha del relevador y un margen de seguridad que esta comprendido entre 0.25 y 0.4 seg. (ver figura)

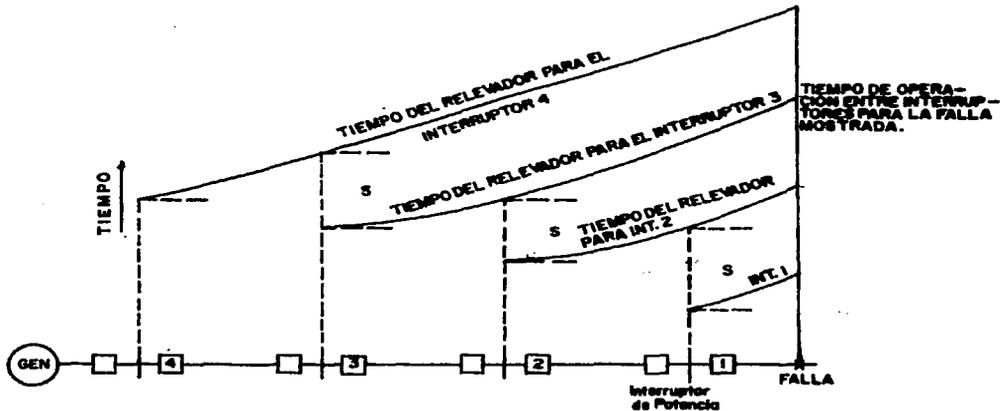


Fig. 1.7 DIAGRAMA ESQUEMATICO CON CARACTERÍSTICAS DE TIEMPO/CORRIENTE, MOSTRANDO LA COORDINACIÓN DE LOS RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO

### 1.6.1.3. RELEVADORES DE TIERRA DE SOBRECORRIENTE.

La aplicación de este tipo de relevadores no direccionales es esencialmente la misma que la mencionada líneas arriba, excepto por una diferencia importante, ya que los relevadores de tierra reciben únicamente corriente de secuencia cero, no son afectados por corrientes de carga balanceada y operan para corrientes de simple fase a tierra.

Estos relevadores tienen rangos de corriente pick-up(valor mínimo de operación) más bajos. Preferentemente los relevadores de tierra se deben instalar separados de los de fase esto es para que puedan ser calibrados separadamente, obteniendo con esto una mayor sensibilidad en las fallas a tierra.

#### **1.6.1.4. APLICACION DE LOS RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE.**

Estos relevadores se utilizan en la protección de sistemas de producción y distribución de energía eléctrica, en instalaciones industriales y en algunas líneas de transmisión, donde no es justificable debido a su costo, la protección de distancia.

Generalmente se emplean conjuntos de dos o tres relevadores para la protección de fallas y otro relevador para la protección de fallas entre fases y otro relevador para la protección de fallas a tierra, los relevadores de sobrecorriente normalmente se calibran para que actúen con corrientes superiores a las de plena carga de la instalación a proteger, para que en las condiciones de máximo cortocircuito proporcionen una coordinación de tiempos de disparo de interruptores que controlan los diferentes tramos que tiene una línea de transmisión.

Son usados, en la protección primaria de fallas a tierra en la mayoría de líneas de transmisión, donde no se tiene ninguna otra protección, y como protección de respaldo en las líneas que tienen protección por hilo piloto para la protección primaria.

Sin embargo, la protección de distancia como primaria y de respaldo contra fallas a tierra está reemplazando lentamente a la de sobrecorriente

#### **1.6.1.5. PROTECCION CON RELEVADORES DIRECCIONALES DE C.A.**

La protección direccional tiene múltiples aplicaciones y es de las más sencillas y económicas, principalmente para pequeños sistemas en anillo donde hay derivaciones que se pueden controlar con interruptores.

Los relevadores direccionales de C.A. están capacitados para distinguir al flujo de corriente en una dirección o en otra, reconociendo las diferencias en el ángulo de fase entre la corriente y la magnitud de polarización, la capacidad de distinguir el flujo de corriente en una dirección o en otra depende de la selección de la magnitud de polarización y del ángulo del par máximo donde todas las variaciones proporcionadas por los relevadores direccionales pueden ser de dos tipos:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- a).- Relevador Direccional de Potencia
- b).- Relevador Direccional de Sobrecorriente

a).- Relevador Direccional de Potencia.- Estos relevadores reaccionan a la magnitud y signo de flujo de potencia, emplean generalmente la estructura tipo wattthorímetro, los cuales cuentan con dos bobinas de operación, una de corriente y la otra de voltaje, separadas en dos circuitos magnéticos diferentes, en donde se toma como magnitud de referencia al voltaje, pues este permanece más o menos constante, ya que todos estos relevadores se utilizan generalmente para protecciones contra condiciones distintas a los cortocircuitos, es decir se protege al sistema de potencia contra el retomo de energía, impidiendo así daños a los generadores.

Debido a su capacidad para poder distinguir el flujo de potencia entre una dirección u otra, depende de la selección de dicha magnitud de polarización y del ángulo de par máximo del relevador, se seleccionan las conexiones y características de un relevador de potencia direccional de tal manera que el par máximo en el relevador aparece cuando conduce la carga por el circuito, a factor de potencia unitario.

El relevador se pondrá en trabajo para el flujo de potencia en una dirección a través del circuito y se repondrá para la dirección opuesta del flujo de potencia como se muestra en la figura 1.8.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

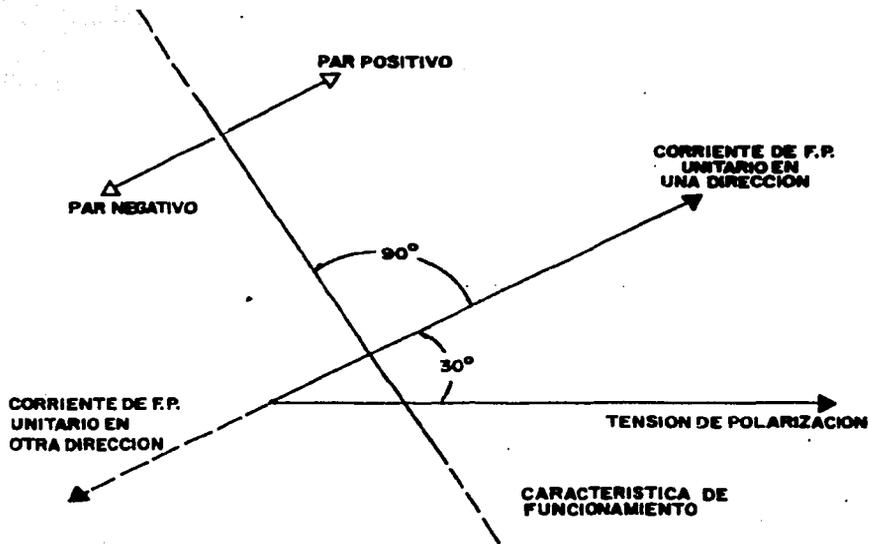
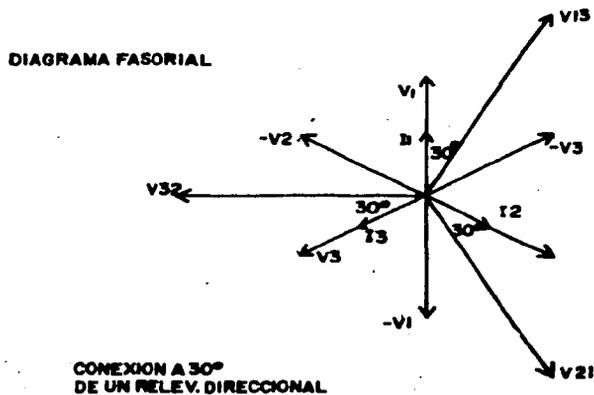


Fig. 1.8 característica de un relevador de Sobrecorriente Direccional

Las conexiones más empleadas son las llamadas de  $30^\circ$  y la de  $90^\circ$ , en estas conexiones para un relevador dado no se mezclan corrientes y tensiones de la misma fase. Como se muestra en las siguientes figuras 1.9 y 1.10.



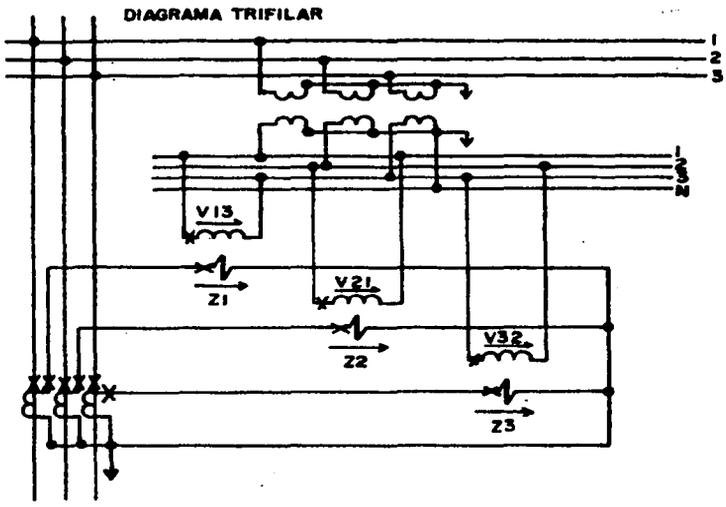
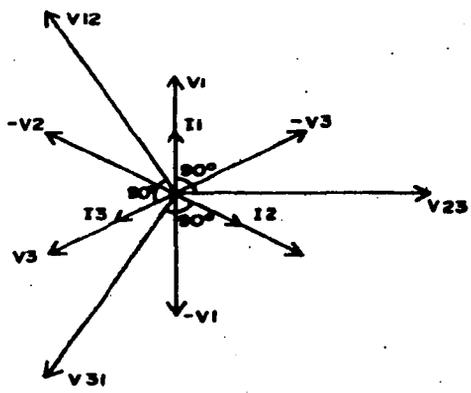


Fig.1.9 Diagrama fasorial a 30° y su respectiva conexión

**DIAGRAMA FASORIAL 90°**



**CONEXION 90°  
DE UN RELEV.  
DIRECCIONAL DE  
POTENCIA**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

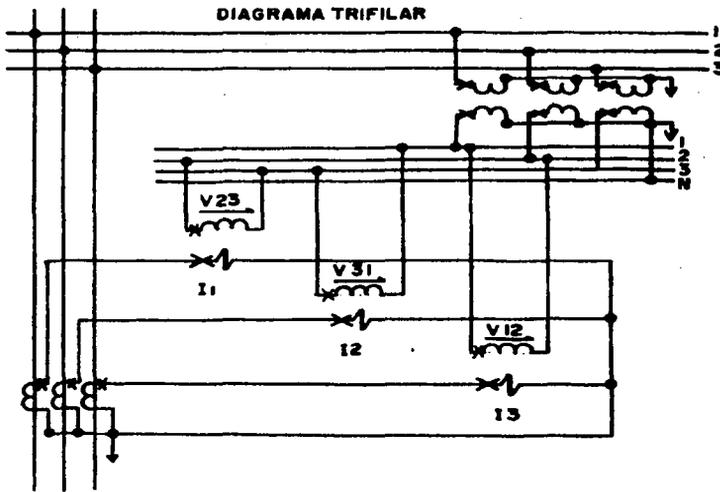


Fig.1.10 Diagrama fasorial a 90° y su respectiva conexión

b).- Relevador Direccional de Sobrecorriente.- Estos relevadores están accionados por dos fuentes diferentes independientemente una de la otra, por lo tanto emplean estructuras actuantes de dos magnitudes de influencia, como son:

Las estructuras son del tipo; wathorímetro, de tambor de inducción y las de anillo sencillo y doble inducción, las tres últimas son simétricas.

Una estructura actuante simétrica es aquella en que los flujos mutuos que atraviesan al rotor, están en el mismo ángulo de fase con sus corrientes actuantes. Para la estructura tipo wathorímetro, el ángulo de fase entre las corrientes actuantes, puede ser significativamente diferente del ángulo de fase entre los flujos.

Debido a que los cortocircuitos incluyen corrientes que atrasan sus posiciones de factor de potencia unitaria, generalmente por ángulos grandes, es deseable que los relevadores direccionales para protección de cortocircuito estén arregladas para desarrollar par máximo bajo tales condiciones de corriente atrasada.

Este par está formado por una unidad direccional y una de sobrecorriente, estas unidades pueden ser con  $I_1 - I_2$  ó  $I - V$ , en donde las características de funcionamiento, está formada por una línea recta.

La característica de la unidad direccional es la magnitud de influencia que debe ser constante en magnitud y en ángulo al suceder una falla.

La magnitud que se toma como referencia y que produce uno de los flujos se llama "magnitud polarizante". Esta es la referencia contra la que se compara el ángulo de fase de la magnitud de influencia, por lo tanto el ángulo de fase polarizante debe permanecer más o menos fijo, aún cuando la otra magnitud sufra grandes cambios en el ángulo de fase.

Esta referencia puede tomarse de cualquier parte del sistema, un ejemplo de este lo tenemos en el neutro de un transformador de potencia conectado en estrella-delta.

Generalmente se toma como magnitud polarizante o de referencia al voltaje por ser más estable.

Las características de la unidad de sobrecorriente son de tiempo inverso y muy inverso. Ya que los diferentes tipos de fallas de cortocircuito en un sistema trifásico de potencia producen varias relaciones de fase entre las corrientes y voltaje, se hace necesario seleccionar correctamente las corrientes y voltajes que se deben aplicar al relevador, para que este opere correctamente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las conexiones para relevadores direccionales más usadas se muestran en la tabla 1 y sus conexiones respectivas se señalan en los dibujos de las conexiones a 30° y 90°.

CONEXION	RELEVADOR TIPO	FASE 1		FASE 2		FASE 3		PAR MAXIMO
		I	V	I	V	I	V	
30°	Watt	I <sub>1</sub>	V <sub>13</sub>	I <sub>2</sub>	V <sub>21</sub>	I <sub>3</sub>	V <sub>32</sub>	30°
60°	Watt	I <sub>1</sub>	V <sub>13</sub>	I <sub>2</sub> I <sub>3</sub>	V <sub>21</sub>	I <sub>3</sub> I <sub>2</sub>	V <sub>32</sub>	60°
60°	Watt	I <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	I <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	60°
90° - 45°	Watt	I <sub>1</sub>	V <sub>23</sub>	I <sub>2</sub>	V <sub>31</sub>	I <sub>3</sub>	V <sub>12</sub>	45°
90° - 60°	CILINDRO	I <sub>1</sub>	V <sub>23</sub>	I <sub>2</sub>	V <sub>31</sub>	I <sub>3</sub>	V <sub>12</sub>	60°

**Tabla 1** Conexiones Típicas de Relevadores Direccionales

### RELEVADOR DIRECCIONAL DE SOBRECORRIENTE DE TIERRA.

Se han construido relevadores direccionales para proteger los circuitos de fallas a tierra, los cuales han dado mayor sensibilidad y selectividad, sustituyendo ventajosamente a los de sobrecorriente de tierra, en sistemas de neutro conectado a tierra.

Están basados también en la comparación de dos cantidades una de las cuales se toma para polarizar.

Consiste de dos unidades, una de sobrecorriente de tiempo del tipo disco de inducción y una unidad instantanea direccional del tipo copa de inducción.

La unidad direccional puede ser polarizada por potencial, corriente o por ambos, siendo más fáciles de polarizar por las características del sistema. (ver dibujo siguiente).

Estos relevadores se construyen con características de sobrecorriente de tiempo inverso y muy inverso.

La protección direccional de sobrecorriente de tierra se usa como complemento de la protección direccional de sobrecorriente de fases.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aplicación de este tipo de relevadores, esta protección es usada como respaldo en líneas de cierta importancia. En líneas radiales en paralelo, la discriminación de una falla se obtiene por medio del ajuste del relevador, lo cual no se obtiene por si mismo con el relevador de sobrecorriente, la conexión de un relevador de este tipo se muestra en la figura 1.11.

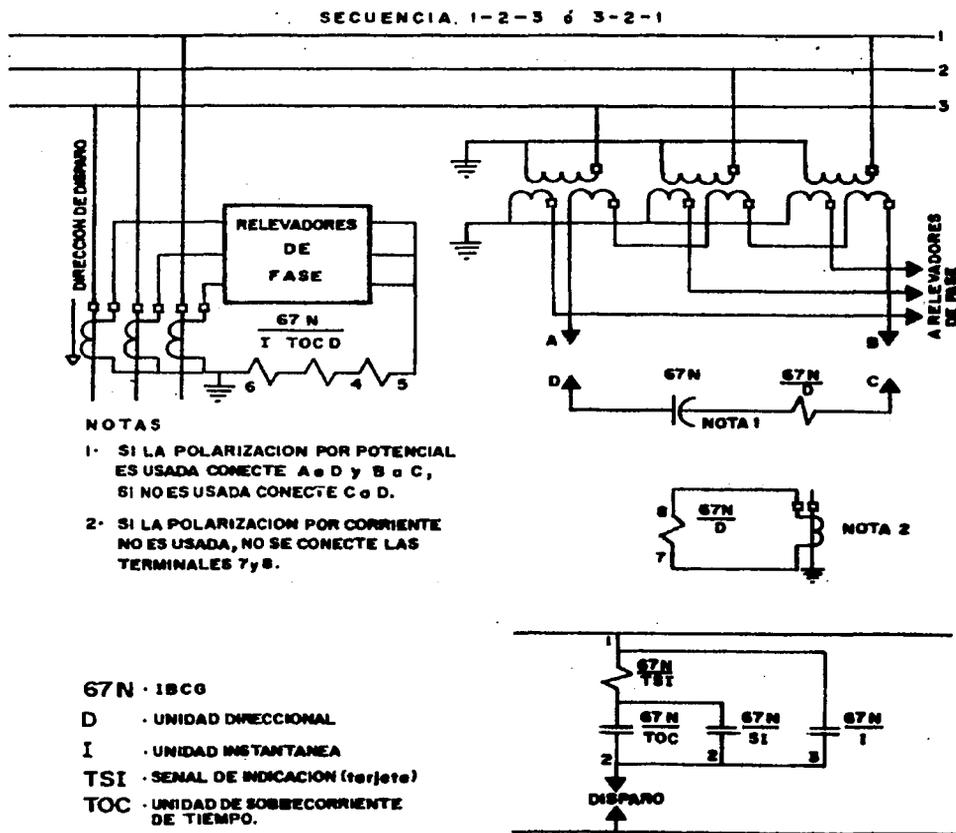


Fig. 1.11 Conexión de un Relevador de Sobrecorriente Direccional de Tierra

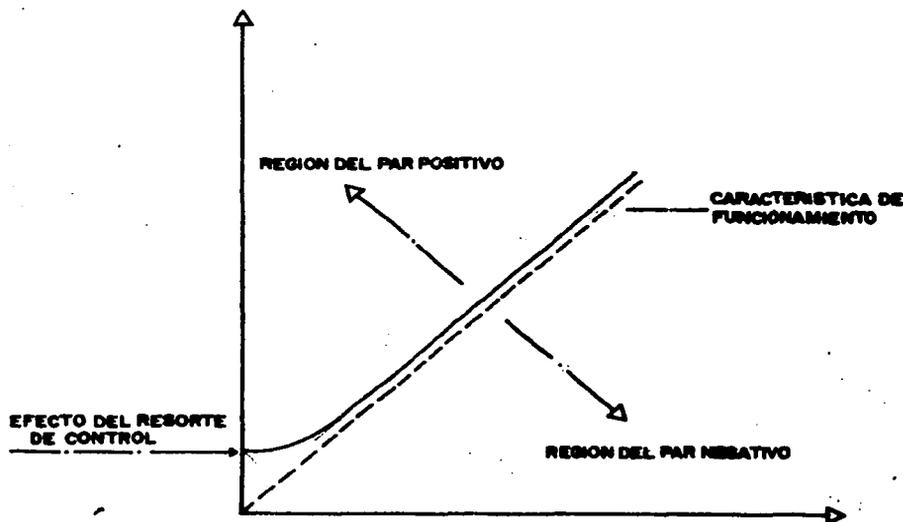
### 1.6.2. PROTECCION CON RELEVADORES DE DISTANCIA.

El principio de los relevadores de distancia se basa en la impedancia o reactancia de un circuito, entre el relevador y el punto donde ocurre la falla, es proporcional a la distancia entre ellos, ya que la impedancia por unidad de longitud de un conductor es constante, por lo tanto la impedancia es proporcional a la distancia.

Estos relevadores son adecuados para medir la distancia en términos de secuencia positiva, ya sea de impedancia o de reactancia. Estas cantidades pueden ser representadas en función de la relación  $V/I$ , donde  $V$  es la caída de tensión a través de la falla e  $I$  es la corriente de la falla.

Las estructuras actuantes en estos relevadores, son las de anillo doble de inducción y la de tambor o copa, los cuales son de alta velocidad de operación.

La característica de operación en función de la tensión y la corriente se muestran en la figura 1.12, donde aparece el efecto del resorte de control que origina una curvatura notoria en la característica, solo en el extremo de baja corriente.



**Fig. 1.12** Característica de Funcionamiento de un Relevador de Distancia. Existen tres tipos de relevadores de distancia electromecánicos que son.

- a).- Impedancia
- b).- Reactancia
- c).- Admitancia (mho)

Las características de funcionamiento se describen a continuación.

### 1.6.2.1. RELEVADOR DE DISTANCIA TIPO IMPEDANCIA.

En un relevador de impedancia el par producido por un elemento de corriente esta equilibrado por el par producido por el elemento de tensión, el par de operación es proporcional al cuadrado de la tensión y su ecuación es.

$$T = K_1 I^2 - K_2 V^2 - K_3$$

de donde K = efecto del resorte (espiral) de control

Cuando el par es igual a cero, tenemos que:

$$T = 0 ; \quad K_2 V^2 = K_1 I^2 - K_3 ; \text{ y si dividimos todo entre } K_2 I^2$$

$$V^2 / I^2 = K_1 / K_2 - K_3 / K_2 I^2$$

$$(V / I)^2 = K_1 / K_2 - K_3 / K_2 I^2$$

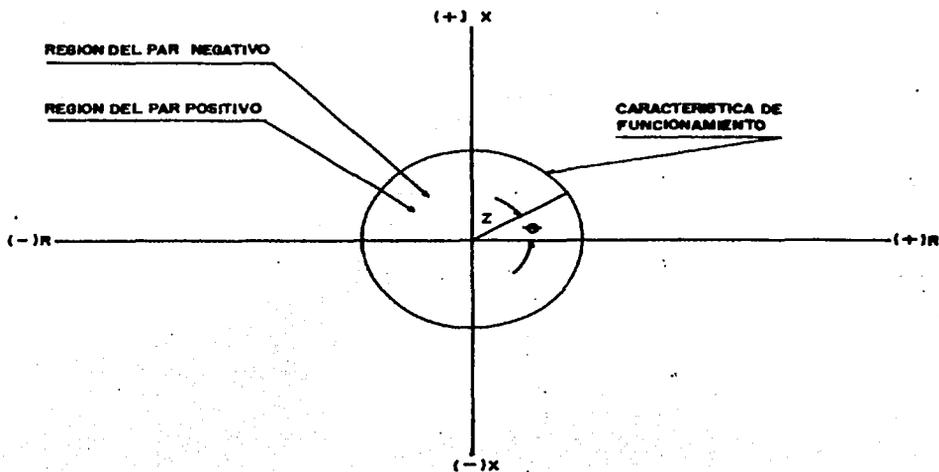
$$V / I = \sqrt{K_1 / K_2 - K_3 / K_2 I^2} ; \text{ Despreciando el efecto del resorte,}$$

esto es haciendo  $K_3=0$

$$Z = \sqrt{K_1 / K_2} ; \quad \text{Que es igual a una constante}$$

Los relevadores de alta velocidad pueden utilizar una estructura de atracción magnética de balanza o una estructura de tambor o copa de inducción o de anillo doble.

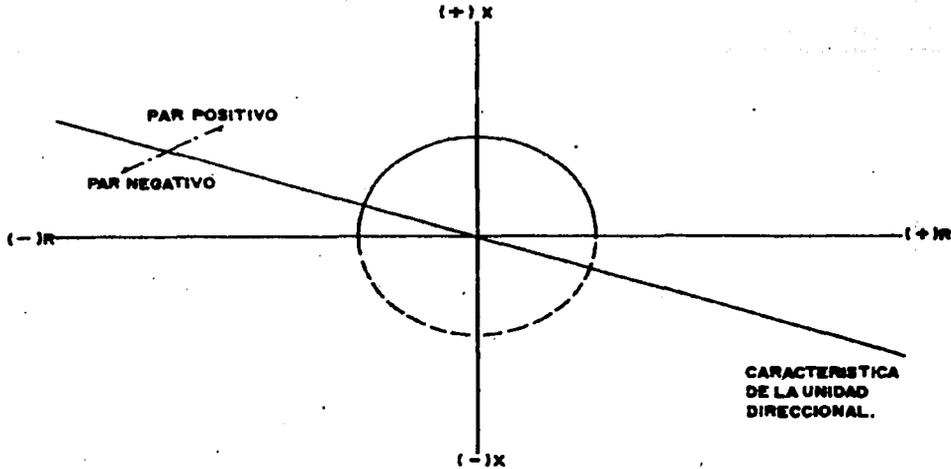
Se observa que la característica de funcionamiento es un círculo con centro en el origen, como se puede observar en la figura 1.13



**Fig. 1.13 .RELEVADOR DE DISTANCIA TIPO IMPEDANCIA MODIFICADA.**

Como se puede observar el relevador del tipo impedancia no es direccional, por lo que se hace necesario agregarle un relevador direccional en caso de que se necesite, para poder darle direccionalidad al disparo. La unidad direccional tiene como característica de funcionamiento una línea recta, como se puede observar en la figura anterior.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Fig 1.14** Característica de funcionamiento de un relevador de distancia tipo Impedancia modificada

### 1.6.2.2. RELEVADOR DE DISTANCIA TIPO REACTANCIA.

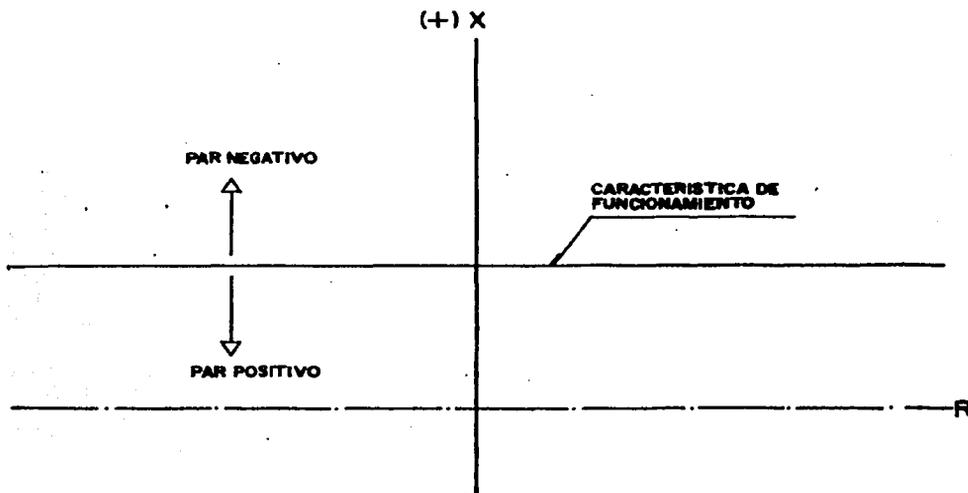
Este es un relevador de sobrecorriente con retensión direccional, es decir, que en la unidad de operación de reactancia existe un elemento de sobrecorriente que desarrolla un par positivo y un elemento direccional de corriente-tensión que se opone o ayuda al elemento de sobrecorriente, según sea el ángulo de fase entre la corriente y la tensión, el elemento direccional está arreglado para desarrollar par máximo negativo cuando su corriente se atrasa de su tensión de  $90^\circ$ .

Las estructuras de tambor o copa de inducción o de doble anillo de inducción se utilizan para este tipo de relevadores.

Un relevador de distancia del tipo reactancia no utiliza una unidad direccional sencilla como la del relevador tipo impedancia; porque el relevador de reactancia dispararía bajo condiciones de carga normales con o cerca del factor de potencia unitario. Se requiere una unidad direccional que sea inoperante bajo condiciones normales de carga; el tipo de unidad utilizada para este propósito tiene un elemento de tensión de

retención que se opone al elemento direccional, y que se conoce como: Unidad de admitancia o mho.

El relevador de distancia del tipo reactancia tiene como característica de funcionamiento una componente X constante paralela al eje de las abscisas como se observa en la figura 1.15.



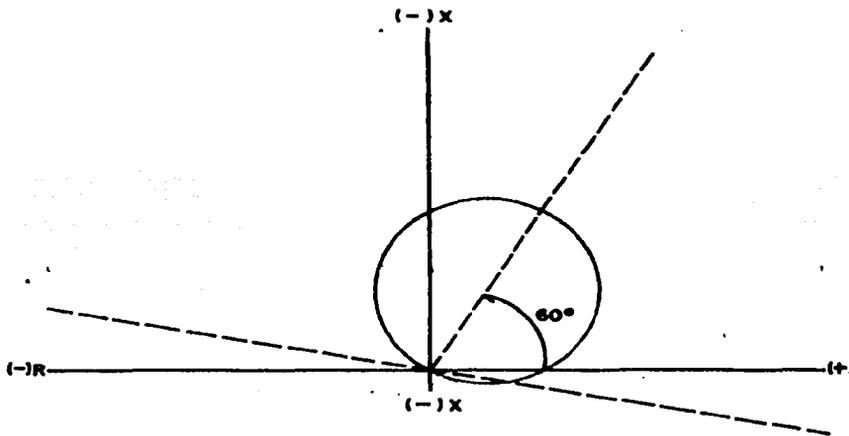
**Fig. 1.15** Característica de un relevador de distancia Tipo reactancia

La resistencia componente de la impedancia no tiene efecto en el funcionamiento del relevador, este responde únicamente a la reactancia componente.

### 1.6.2.3. RELEVADOR DE DISTANCIA TIPO ADMITANCIA (MHO).

Este es un relevador direccional de tensión de retención, se utilizan las estructuras de cilindro de inducción o de anillo doble de inducción, el relevador de distancia completo para la protección de líneas de transmisión está compuesto de tres unidades Mho de alta velocidad ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) y una unidad de tiempo.

No se requiere unidad direccional separada, pues las unidades Mho son inherentemente direccionales. La característica de funcionamiento de este relevador es circular, que pasa a través del origen como se puede observar en la figura 1.16.



**Fig. 1.16** Característica de un relevador de distancia Tipo Admitancia

#### **1.6.2.4. APLICACION DE LOS RELEVADORES DE DISTANCIA.**

Su aplicación, en líneas de transmisión está en función de las características de operación de cada relevador, en donde estas características han sido estudiadas hasta un punto tal, que ya se encuentran bien definidas, debido a la práctica de operación que con ellos se ha logrado.

En líneas de transmisión la protección por relevadores de distancia, se utiliza como una protección de respaldo.

## **PROTECCION DE FALLAS ENTRE FASES CON RELEVADORES DE DISTANCIA.**

Para la protección de falla entre fases de una línea de transmisión se utilizan tres relevadores de distancia modificada, cada uno con sus tres zonas de operación.

La primera zona es instantánea y es ajustada para que tenga un alcance del 80% de la longitud total de la línea, en condiciones ideales el alcance debiera ser del 100%, pero no es posible llevarlo a cabo, debido a que existen errores de cálculo, en transformadores de corriente y potencial, los cuales en un momento, pudieran provocar un sobrealcance con respecto a la protección adyacente, cuando ocurriese una falla al principio de esta, lo que no es conveniente ni deseable.

El ajuste para la 2a zona, se hace al 100% de la línea 1 más el 50% de la línea 2 adyacente, aunque la unidad de operación de la zona 2 es instantánea, se le da un retardo de tiempo para completar su operación, logrando con esto que la zona 2 sirva de respaldo a la protección primaria de la línea adyacente.

El ajuste para la 3a zona se hace al 100% de la línea 1 más el 100% de la línea 2 adyacente, más el 50% de la línea 3 adyacente; de la misma manera que en la zona 2, la unidad de la zona 3 es instantánea, pero se le da un retardo de tiempo mayor aún que al de la zona 2, logrando con esto que la zona 3 sirva de respaldo a la protección, de las líneas adyacentes.

La operación y ajuste de este esquema de protección se representa en las figuras 1.17 y 1.18.

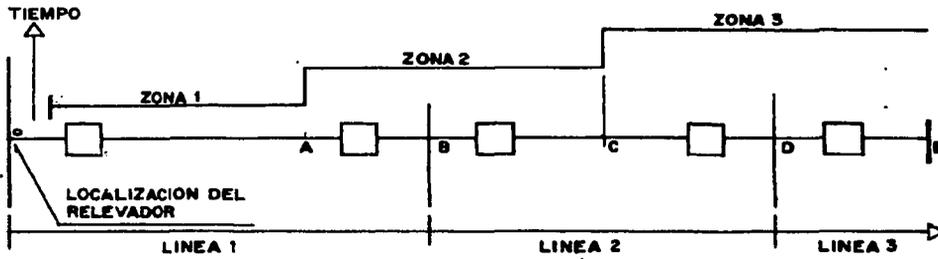


Fig 1.17 AJUSTE DE RELEVADORES DE DISTANCIA POR ZONAS

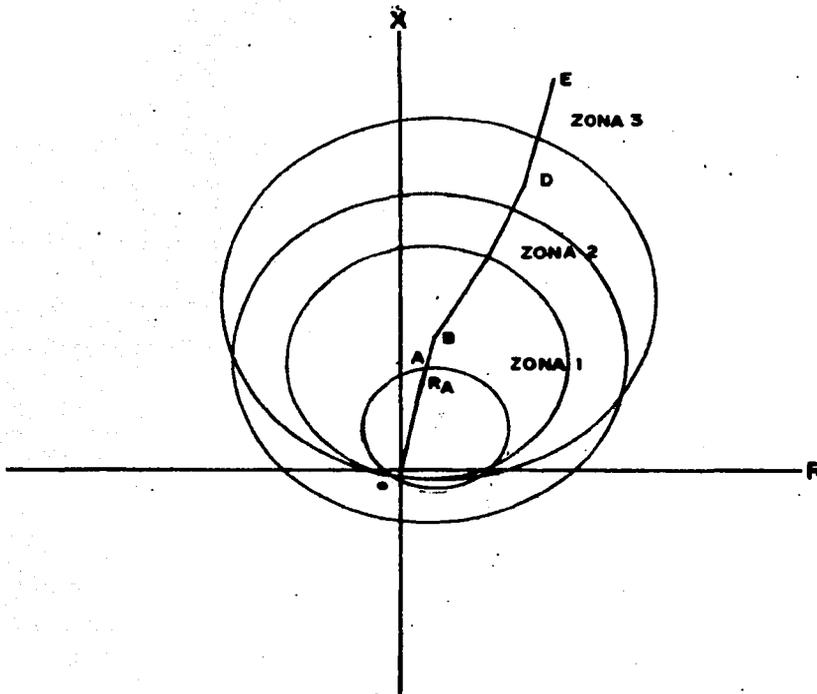


Fig. 1.18 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA PROTECCION DE DISTANCIA DE FASE

TESIS CON  
FALLA DE

## **PROTECCION DE FALLAS A TIERRA CON RELEVADORES DE DISTANCIA.**

Para la protección de fallas a tierra se emplean 3 relevadores de distancia monofásicos del tipo reactancia, que tienen la ventaja de no influir en su operación, las variaciones de la resistencia del arco o del terreno puede variar en valores muy amplios, sin ser fácil su cálculo.

Ya que la característica propia de estos relevadores no es direccional, es necesario agregar al esquema un relevador direccional, así como un relevador de tiempo que nos dará los tiempos de retardo para las zonas 2 y 3.

Para una medición más precisa de la distancia, el relevador de tierra puede alimentarse con una tensión de fase a neutro y la suma de la fase correspondiente y una cantidad proporcional a la corriente de secuencia cero.

Si existe otra línea cercana que pueda inducir tensión en la línea de que se trata, cuando ocurre una falla a tierra donde quiera, debe agregarse también a la corriente de fase una cantidad proporcional a la corriente de secuencia cero de la otra línea, la compensación es necesaria porque, las variaciones en la distribución de la corriente de secuencia cero, relativas a la distribución de las corrientes de secuencia positiva y negativa originaría de otro modo errores inaceptables en la medición de la distancia.

Esta protección se usa como complemento de la protección de distancia de fase, siguiendo su mismo principio.

La operación de este esquema se muestra en la figura 1.19.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

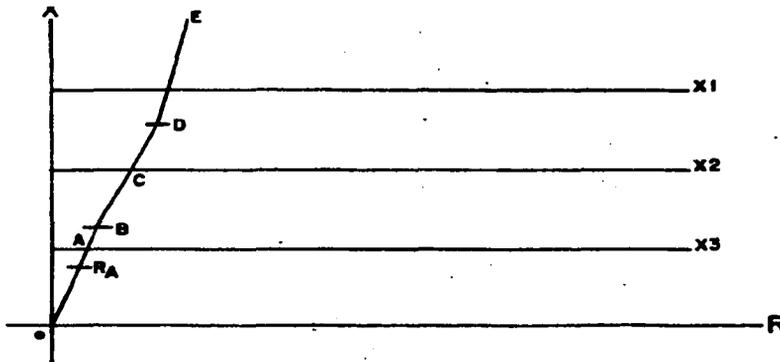


Fig 1.19 PROTECCIÓN DE DISTANCIA A TIERRA

#### 1.6.2.5. SELECCION ENTRE IMPEDANCIA, REACTANCIA O ADMITANCIA (MHO).

Para la protección de falla de fase, para líneas muy cortas se puede utilizar el relevador de tipo reactancia, esto es debido a que dicho tipo de relevador, prácticamente no se ve afectado por la resistencia de arco. Por otro lado en algunas partes del sistema, este tipo de relevadores son los más inclinados a funcionar erróneamente en ondas severas de potencia de sincronización.

El tipo admitancia (MHO) es el más indicado para la protección de falla de fase a fase para líneas largas y en particular ahí, en donde se pueden presentar ondas severas de potencia de sincronización; su característica de funcionamiento encierra el espacio mínimo en el diagrama R - X, lo que significa que este será menos afectada por condiciones anormales del sistema, distintos de las fallas en las líneas, en otras palabras, es la característica más selectiva de todos los relevadores de distancia, por lo que el relevador de tipo mho es el más afectado por la resistencia de arco que cualquier otro tipo, se aplica en líneas largas. El hecho de que este convine la función direccional y la medición de la distancia en una unidad con un contacto la hace muy segura.

El relevador de Impedancia es el más adecuado para la protección de fallas de fase en líneas de moderada longitud, que en líneas muy largas o muy cortas. El arco afecta

más a un relevador de impedancia que a uno de reactancia, pero menos a un relevador Mho.

No existe una línea divisoria definida entre las áreas de aplicación donde uno y otro tipo de relevador de distancia sea el más adecuado.

Una vez analizadas las características de operación de los relevadores de distancia, se puede observar que estas se adaptan para responder a todos los problemas que se presentan en la protección de líneas de transmisión, ya que esta familia de relevadores es muy versátil, además encuentran aplicación como protección de respaldo a generadores y transformadores.

Una de sus grandes ventajas es que no se ven afectadas por cambios en los sistemas de potencia, es decir que no influyen en su operación ningún cambio en el nivel de falla de cortocircuito, otra de sus ventajas, es su alta velocidad de operación y de reposición, con lo que se pueden lograr recierres en las líneas sin perder el sincronismo.

### **PROTECCION OPCIONAL DE BLOQUEO POR INESTABILIDAD DEL SISTEMA.**

Debido a que los relevadores de distancia tienden a operar en falso cuando hay una oscilación del sistema, ya que su unidad de operación para fallas trifásicas confunde esta situación, por lo que es necesario poner un relevador de bloqueo de disparo contra oscilaciones.

El disparo solo se requiere en ciertas localidades cuando generadores pierden el sincronismo, pero solo deberá limitarse a dichas localidades.

La diferencia fundamental entre una falla trifásica y una oscilación, es que la falla reduce súbitamente al voltaje e incrementa la corriente, mientras que en la oscilación la variación de corriente y voltaje es gradual y relativamente equilibrada, ya que si una magnitud se incrementa, también lo hace la otra, condición que aprovecha el relevador de bloqueo para abrir un contacto que interrumpe al circuito de disparo de los relevadores de distancia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El relevador de distancia empleado para este fin, es un relevador de impedancia monofásica, su ajuste se hace siempre igual al alcance de la zona 2, mínimo 1 omh. Con lo que la característica del relevador contra oscilaciones en el diagrama R - X, es concéntrica de la zona 2 de los relevadores de distancia de fases.

El relevador de bloqueo puede ser del tipo impedancia o tipo Mho.

### **1.6.3 PROTECCION CON RELEVADORES PILOTO.**

Este tipo de protección, es una adaptación de los principios de la protección diferencial para las protecciones de secciones de líneas de transmisión y solo proporciona protección primaria, por lo que la protección de respaldo debe ser suplementaria.

El término piloto significa que entre los sistemas de la línea de transmisión hay un canal y existen tres tipos de canales semejantes en uso y se les conoce como:

- a).- Hilo Piloto
- b).- Onda Portadora
- c).- Microondas

#### **1.6.3.1. PROTECCION POR HILO PILOTO.**

Un hilo piloto consiste generalmente de un circuito de dos hilos del tipo de línea telefónica, ya sea hilo desnudo o cable, a menudo estos circuitos son arrendados a la compañía local de teléfonos.

La protección por hilo piloto, como ya se mencionó es una adaptación de la protección diferencial, existiendo protección por hilo piloto de C.D. y C.A.

El sistema más usado es el de la protección por hilo piloto de C.A. por corriente circulante el cual se muestra en la figura 1.20.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

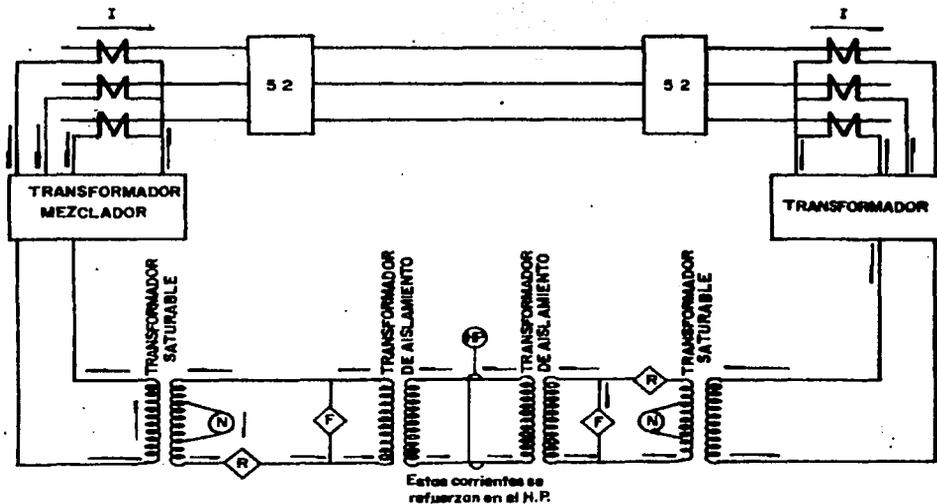


Fig. 1.20 Esquema de la Protección por Hilo Piloto

Este tipo de protección no se utiliza con líneas de transmisión largas, ya que la instalación de los hilos resultaría muy costosa, más aun, cuando se tiene que instalar posterior por separado, cuando no se tienen líneas de distribución cerca.

De acuerdo a estudios, se ha llegado a la conclusión de que la distancia máxima, para que resulte costeable este tipo de protección, es de 16 Km., para distancias mayores conviene instalar un sistema carrier, que provee la ventaja de poder utilizarse para propósitos de telemedición y telecomunicación.

### 1.6.3.2. PROTECCION POR ONDA PORTADORA (CARRIER).

No es necesario entender los detalles de los transmisores o receptores de corriente portadora para comprender los principios fundamentales de la protección. Lo que es necesario saber es cuando, se aplica una tensión de polaridad positiva en el circuito de control del transmisor, este genera una tensión de salida de alta frecuencia.

En los sistemas carrier la señal es introducida al circuito de línea de potencia a través de un dispositivo de acoplamiento, que tiene por objeto dividir la tensión capacitiva de la línea y adaptar la impedancia característica del equipo carrier a la línea de alta tensión

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

para permitir el acoplamiento, el cual puede efectuarse de entre una fase de la línea de transmisión y tierra o entre dos fases.

Cada receptor de corriente portadora recibe esta señal tanto de un transmisor local como del transmisor en el otro extremo de la línea(remoto), el receptor convierte la corriente portadora recibida en una tensión de corriente directa que puede utilizarse en un relevador o bien en otro circuito para realizar cualquier función deseada. Esta tensión es cero cuando no esta siendo recibida la corriente portadora.

El acoplamiento entre dos fases es técnicamente mejor, pero, mucho más costoso, ya que requiere de dos dispositivos de acoplamiento y dos trampas de onda.

Las trampas de onda de la línea mostrada en la figura 1.21, son circuitos resonantes en paralelo, sintonizados en la frecuencia carrier, que tiene impedancia despreciable a la frecuencia de las corrientes de potencia pero que tiene impedancia muy elevada a la frecuencia de las corrientes portadoras.

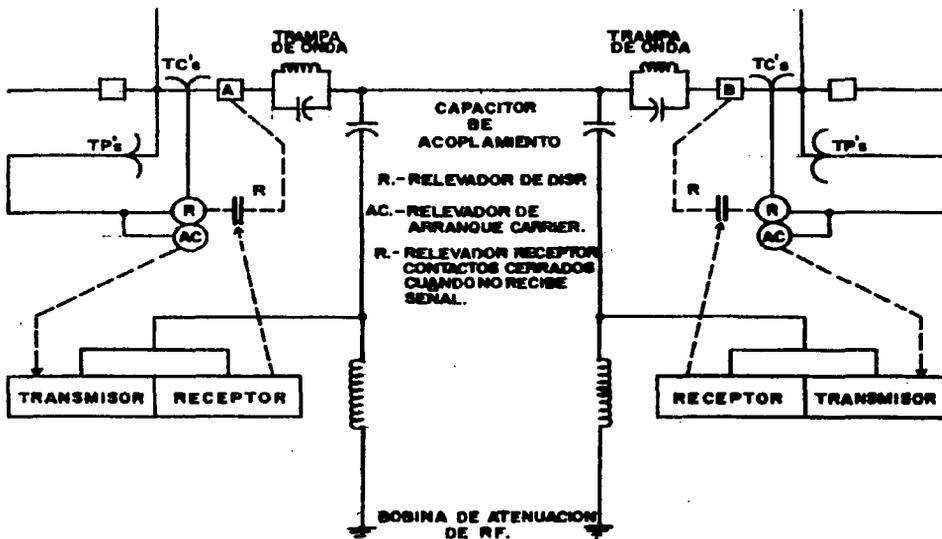


Fig. 1.21 Protección de Distancia por Onda Portadora

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las trampas de onda son utilizadas para mantener las corrientes portadoras en el canal deseado, así como para evitar la interferencia con otros canales adyacentes de corriente portadora. También evitan pérdidas en la señal de la corriente en circuitos de potencia adyacentes por cualquier razón. Siendo la principal de los circuitos externos. Consecuentemente la corriente portadora solo puede fluir a lo largo de la sección de línea entre trampas.

La función de los condensadores de acoplamiento consiste en seleccionar el canal en el cual se va a trabajar.

Para evitar atenuaciones excesivas en las señales recibidas y para aislar el equipo de carrier de tierra, se instala una bobina de atenuación entre equipo transmisor-receptor de carrier y tierra, tal como se muestra en la figura anterior.

El equipo carrier se emplea para: Telemedición, Telecontrol, Transmisor de Datos, Comunicación, y cuyo proceso es interrumpido automáticamente cuando sucede una falla de cortocircuito en la línea, dando prioridad absoluta a las señales del equipo de protección.

Cuando un voltaje de polaridad positiva se aplica en un circuito de control de un transmisor, conformado por un oscilador y un amplificador, se genera voltaje de salida de alta frecuencia, el rango de frecuencia utilizado para este propósito es de 50-500 KHZ, dependiendo de los reglamentos de comunicación vigentes, en cada país. A bajo 50 Khz el costo de los componentes de acoplamiento resultaría muy elevado y arriba de 500 Khz las pérdidas de la línea y la atenuación de la señal también sería considerable; con una salida de 15 watts se ha encontrado, que es suficiente para abarcar las pérdidas de línea con longitudes hasta de 160 Km., con una pérdida máxima de 30 desibeles.

Existen tres tipos de esquemas aplicables a la protección de líneas de transmisión por onda portadora, y son:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 1.- Comparación Direccional.
- 2.- Comparación de Fase.
- 3.- Disparo Transferido.

1.- Esquemas de Comparación Direccional.- Estos son usualmente aplicados sobre un canal piloto del tipo bloqueador de onda portadora. Cada terminal tiene un transmisor y un receptor, a la misma frecuencia acoplados a la línea de potencia por las trampas de onda. Los relevadores de protección a cada extremo incluyen unos dispositivos de disparo de fase y neutro. Estos relevadores operan únicamente para fallas en dirección de la línea protegida y tienen un alcance más allá de la terminal remota. Estos relevadores son generalmente de impedancia con relevadores de distancia tipo direccional o tipo Mho. Entre ellos se incluirá la función de arranque portadora, en el caso de fallas externas. Los relevadores de arranque portadora no necesitan ser direccionales.

2.- Esquemas de Comparación de Fase .- En estos esquemas el ángulo de fase de la corriente de entrada a la terminal se compara con el ángulo de fase de la corriente de salida de la otra terminal, si estas dos corrientes están en fase, no puede haber falla en la sección de la línea protegida, si las dos corrientes están defasadas  $180^\circ$ , existen fallas en la línea. El canal portador se usa como piloto de bloqueo.

Cuando la falla es externa, la portadora será transmitida durante la alternancia de medio ciclo desde cada terminal y el receptor portador a cada terminal recibirá una señal continuamente de modo que el disparo bloqueado.

En caso de una falla interna la portadora es transmitida durante el mismo medio ciclo desde cada terminal y de aquí cada receptor recibirá medio ciclo de la portadora.

El equipo de relevadores de comparación de fase, suministran protección solamente para fallas que ocurren dentro de las terminales de la línea protegida, no existe protección de respaldo para fallas en líneas y barras adyacentes, esto es previsto y libera la línea dejándola desprotegida durante la eliminación del servicio del canal portador.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3.- Esquema con Disparo Transferido.- Este esquema es el más completo para la protección de líneas donde la protección por hilo piloto, resulta antieconómico, pues este completa, la deficiencia en el alcance de únicamente el 80% de la línea con la zona 1 de los relevadores de distancia. Introduciendo una forma de comunicación a alta frecuencia a través de un conductor de la misma línea llamado equipo de comunicación carrier.

El tener protegido al 100% de la línea en forma instantánea minimiza el daño que puede ocurrir con una falla de corto circuito, ya que este, es función del tiempo que se tarda en librar la falla, se conserva mejor la estabilidad del sistema, pudiéndose recerrar la línea en forma de corto circuito sin perder el sincronismo.

El funcionamiento del disparo transferido se muestra esquemáticamente en la figura 1.22.

En ella podemos describir la operación de este esquema al ocurrir una falla después del 80% de la línea entre el punto B y el interruptor 2, el relevador de distancia que tiene el sentido de disparo 1-2, detecta la falla en zona 2, pero el relevador de distancia del interruptor 2 tiene sentido de disparo 2-1 y se detecta esta falla en zona 1, mandando el disparo del interruptor 2 en forma instantánea, pero como la falla aún continua alimentándose por el interruptor 1, que tiene que esperar para abrir el retardo de tiempo de la zona 2, para abrir al mismo tiempo los dos interruptores de los extremos de la línea, hace que cierre el contacto de la unidad de operación de la zona 2, a la vez que arranca al relevador de tiempo, también energiza un relevador auxiliar de arranque carrier.

Al cerrar sus contactos el relevador de arranque de carrier induce al mismo tiempo una polaridad positiva de C.D. con lo que el transmisor envía una señal de alta frecuencia a través de la línea, siendo recibida por el receptor de carrier del otro lado de la línea, con lo que inicia el proceso de comparación de las circunstancias en que se encuentran ambos extremos de la línea, la cual al ser recibida por el receptor del lado 1, manda disparar el interruptor 1.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Todo este proceso tarda aproximadamente 10 milisegundos desde que se detecta la falla por el relevador de distancia de la zona 2, hasta que manda a disparar el interruptor 1, en caso de fallar el equipo carrier, la falla es liberada por la zona 2 del relevador de distancia.

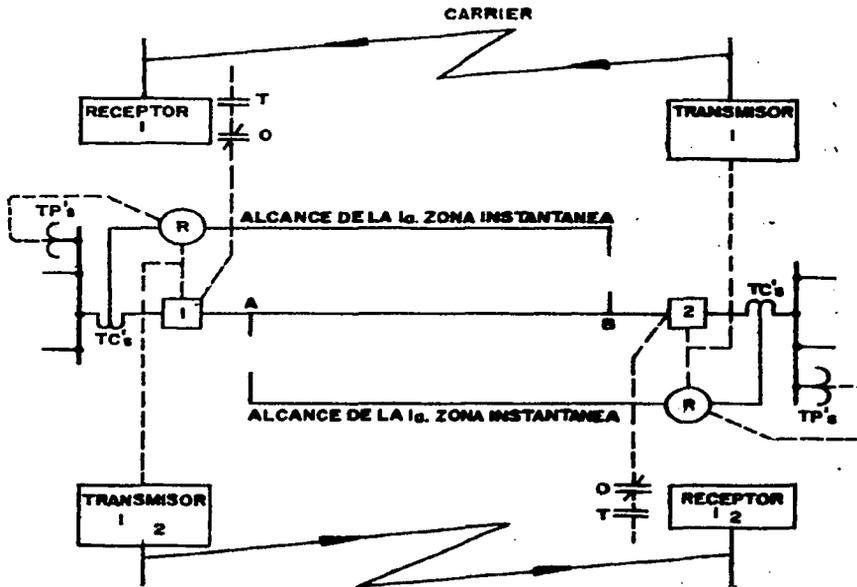


Fig. 1.22 Diagrama de Disparo Transferido

### 1.6.3.3. PROTECCION DE MICROONDAS.

Cuando no se dispone de líneas de alta tensión directas entre los puntos que requieren enlace, es decir, que existen subestaciones intermedias, el empleo de onda portadora resulta demasiado costoso debido a las trampas de onda y condensadores adicionales de acoplamiento que deben instalarse en las subestaciones intermedias; es en estos casos, donde el empleo de microondas resulta competitivo. Igualmente resulta económico cuando se requiere de un gran número de canales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La señal de microondas se apoya y propaga a través de la atmósfera entre las localidades de antena y línea de vista. El canal básico de microondas se subdivide, de tal manera que puede ser utilizado para una gran variedad de funciones al mismo tiempo.

Cuando uno de los canales portadores de un esquema de microondas se utiliza por los relevadores, generalmente se modula por el equipo de tono de audio de corrimiento de frecuencia. Los esquemas de los relevadores de protección operan de común acuerdo con el equipo sintonizador de audio, el cual utiliza los canales portadores de microondas para propagar la señal de tono hacia las terminales remotas de la línea protegida. En la mayoría de los casos, algunas señales de tono de audio son diferentes, pudiendo ser utilizados simultáneamente sobre el mismo canal protector.

Puesto que el canal básico es un canal de radio de onda corta, este se ve afectado por las condiciones atmosféricas y puede estar sujeto a desvanecimientos ocasionados por los mismos. Es por esto que este canal de microondas es generalmente utilizado como hilo piloto de disparo.

## **1.7. SISTEMAS DE MEDICION.**

La forma para conocer el comportamiento de los sistemas eléctricos de potencia, en condiciones normales, es midiendo o cuantificando los parámetros o componentes de la energía eléctrica (corriente, voltaje, potencia, factor de potencia, frecuencia, etc.) para así, manejarla y controlarla adecuadamente y poder corregir en su momento las desviaciones o anomalías de operación que se presentan, esto permite al sistema, mantener una adecuada cantidad y calidad en el suministro de la energía eléctrica.

Las mediciones eléctricas que se llevan a cabo en una línea de transmisión son: corrientes, voltajes, potencia activa y potencia reactiva.

### **1.7.1. INSTRUMENTOS DE MEDICION.**

Los instrumentos de medición adquieren su nombre según la unidad que mide como se indica en la tabla 2 que a continuación se indica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INSTRUMENTO	ABREVIATURA DEL INSTRUMENTO	UNIDAD	MIDE
AMPERMETRO	AM	Ampere	CORRIENTE
VOLTMETRO	VM	Volt	DIFERENCIA DE POTENCIAL
WATTMETRO	WM	Watt	POTENCIA ACTIVA INSTANTÁNEA
VARMETRO	VM	Var	POTENCIA ACTIVA INSTANTÁNEA
WATTHORIMETRO	WHM	Watt-Hora	POTENCIA ACTIVA INTEGRADA
VARHORIMETRO	VARHM	Var-Hora	POTENCIA ACTIVA INTEGRADA

Para indicar cantidades mayores, se utilizan prefijos a las unidades anteriores, tales como Kilo, para indicar 1000 y Mega para indicar 1000000. Así se dice Kiloamperes (KA) para indicar 1000 amperes y Megawatts (MW) para indicar un millón de watts.

#### 1.7.1.1. TIPOS DE INSTRUMENTOS DE MEDICION.

**Instrumentos Indicadores.-** Indican las lecturas o valores de las mediciones, por medio de una aguja, que se mueve a lo largo de una escala fija, estas lecturas son independientes del tiempo. Se emplean en corriente alterna y en corriente directa.

**Instrumentos Registradores.-** Como su nombre lo indica, registran sobre una carta móvil, el valor y la variación con respecto al tiempo de la magnitud eléctrica que se está midiendo. La carta de registro se mueve por un mecanismo de relojería alimentado con energía eléctrica o de cuerda.

**Instrumentos Medidores-Integradores.-** Indican mediante un mecanismo integrador, el incremento de energía de un circuito eléctrico. Generalmente este tipo de instrumentos se emplean para medir la potencia activa(watts) o potencia reactiva(VARS), consumida en un determinado tiempo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ***CAPITULO 2***

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

48-A

## **2. PROPUESTA DE NORMALIZACION DE ASPECTO MECANICO.**

### **2.1. GENERALIDADES**

Los procesos de producción industrial son conjuntos de operaciones unitarias con una secuencia que puede cambiarse y no por ello dejar de producir artículos manufacturados en las industrias de la transformación.

El proceso de producción complicado y diverso, exige un método, ya que no es posible detener a capricho la eficiencia. Para esto es necesario encontrar el tipo de obrero competente y a la maquinaria adecuada para cada operación, determinar, donde se puede realizar el trabajo, facilitarlo para eliminar los desplazamientos en sentido contrario a la secuencia del proceso productivo.

Un artículo se puede fabricar con un proceso de producción específico, sin ser este único y sin embargo el resultado final debe ser el mismo.

Una operación unitaria es un trabajo simple que debe efectuarse de un proceso industrial como: cortar lámina, perforarla, etc.

Para este anteproyecto de normalización, se dan las especificaciones que establecen las características generales de las partes constructivas y requisitos que deben cumplir los tableros dúplex de control, protección y medición.

Por tal motivo y con el fin de no restringir el proceso de producción a uno solo, se mencionaran en este capítulo, los requisitos necesarios de un tablero dúplex de control, protección y medición para líneas de transmisión.

La construcción de un tablero, el alambrado del mismo, todos los aparatos que cubren este anteproyecto, así como los diagramas eléctricos, están sujetos a normas como ANSI(American National Standarts Institute), NEMA(National Electric Manufactures Association), C.C.O.N.N.I.E.( Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica), de acuerdo a su edición más reciente. Se puede admitir

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

excepciones a dichas normas, solo a indicaciones expresamente, de acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto.

## **2.2. ESPECIFICACIONES GENERALES.**

A). – Información General: La localización de la planta o Subestación Eléctrica, localización de la sala de tableros dentro de la misma y diagrama unifilar.

B). – Características Generales del Tablero: Tipo de tablero número de secciones que lo componen y función que desempeña cada sección.

C). – Lista y Características del Equipo: Como son, instrumentos de medición y/o protección, dispositivos de control, alarmas y equipo misceláneo.

D). – Condiciones de Fabricación: Disposición de equipo en el tablero, construcción metálica, acceso al equipo, pintura, armado, diagramas, que debe suministrar el fabricante, alambrado, acabado y empaque.

## **2.3. REQUISITOS ESTRUCTURALES.**

Es interesante desde un punto de vista de Ingeniería, efectuar el diseño de la estructura del tablero, pero no es práctico ni económico debido a que el estudio que se efectúa para verificar las cargas que soporta cada miembro de la estructura que es un tanto compleja y laboriosa; y en caso de llegar a un cierto valor en dimensiones y especificaciones del material a usar en la estructura, se tendría que utilizar este valor por un cierto factor de seguridad y adaptarlo a las posibilidades del material que generalmente nos ofrece el mercado, por lo cual en la fabrica de tableros se han considerado las normas de fabricación de estructuras que rigen para las fábricas de Estados Unidos (N.E.M.A., A.I.E.E., A.S.S.).

Las cuales cuando tienen necesidades de montar algún dispositivo especial en los tableros, basan su diseño en experiencias anteriores de problemas más o menos semejantes o en pruebas físicas destructivas efectuadas para ese propósito.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.4. MATERIAL EMPLEADO Y ELEMENTOS COMPONENTES.

Para la fabricación de los módulos, techo, puertas, alerones o cualquier otro elemento que intervenga en el ensamble del tablero, se utiliza lámina de acero rolado en frío, calidad comercial, libre de rebabas y sin uniones, con los siguientes materiales en porciento de peso y características mecánicas.

% Carbono	0.18
% Manganeso	0.60
% Fósforo	0.04
% Azufre	0.05
Esfuerzo a la tensión	3380 Kg/cm <sup>2</sup>
Dureza Rockell	851

El calibre de lámina utilizado para los diferentes componentes que conforman al tablero es de un calibre N° 10 (3.18 mm)

### COMPONENTES.

- a). – Panel Frontal o Mando: En él cual se instalará el equipo de medición, de control y señalización, además del diagrama sinóptico o bus mímico(necesario para el conocimiento del circuito que opera el tablero, tomando como base el diagrama unifilar).
- b). – Panel Posterior o de Relevadores: En él se instalará todo el equipo de protección necesario para cada proyecto en particular, así como los relevadores auxiliares que tengan señalización visual(bandera).
- c). – Alerón: En esta lámina se instalará el equipo misceláneo tal como relevadores auxiliares sin bandera, fusibles, resistencias, unidades direccionales de disparo, tablillas terminales, cuchillas de prueba.
- d). – Puertas, Marcos y Tapas: Que deben instalarse a los extremos de cada tablero según el número de secciones de que conste la subestación, está formada por dos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

bastidores, puerta y una tapa, considerando de antemano su fácil desmontaje por si hubiera necesidad de aumentar el número de secciones.

e). – Ductos Metálicos: Que además de ser utilizados para darle una mayor resistencia mecánica al tablero son usados como ductos pasacables, es decir, para enlazar al panel frontal con el panel posterior.

f). – Techo: El cual cubre al tablero, evitando contaminación de polvo a la parte interior del mismo.

g). – Porta Lámparas: El cual será para el sistema de alumbrado propio del tablero.

h). – Base.- Se utiliza para la transportación del tablero, esta echa de canal de fierro de 101mm. X 50.8mm. y sus dimensiones varían oste el tamaño del tablero.

Las medidas más comunes de estas secciones modulares son:

Altura: 2286mm.

Ancho: 610, 710, 810 y 914 mm.

Profundidad: 1524 y 1824 mm.

En la figura 2.1, de ensambles que se muestra, se puede observar las partes que conforman a un tablero eléctrico en general.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **2.5. PERFORACIÓN DE LOS TABLEROS**

Para poder llevar a cabo este proceso es necesario tener conocimiento del plano de colocación de equipo (mostrado mas adelante) en el cual se puede observar que el tablero esta representado a escala, teniendo una serie de referencias acotadas, además de que cada aparato tiene indicada una clave, que consta de la letra G y un número, el cual nos indica a que grupo de perforación hace referencia y según los planos norma 16973-A, B y C de perforación de equipo, que son empleados para Luz y Fuerza del Centro, y los planos norma 040-A y B de perforación que son empleados para la Comisión Federal de Electricidad.

Este plano norma es un auxiliar para el personal encargado de maquilar la lámina y representa con dimensiones exactas la perforación que se tendrá que hacer, según sea el equipo indicado.

## **2.6. DISTANCIAS MINIMAS.**

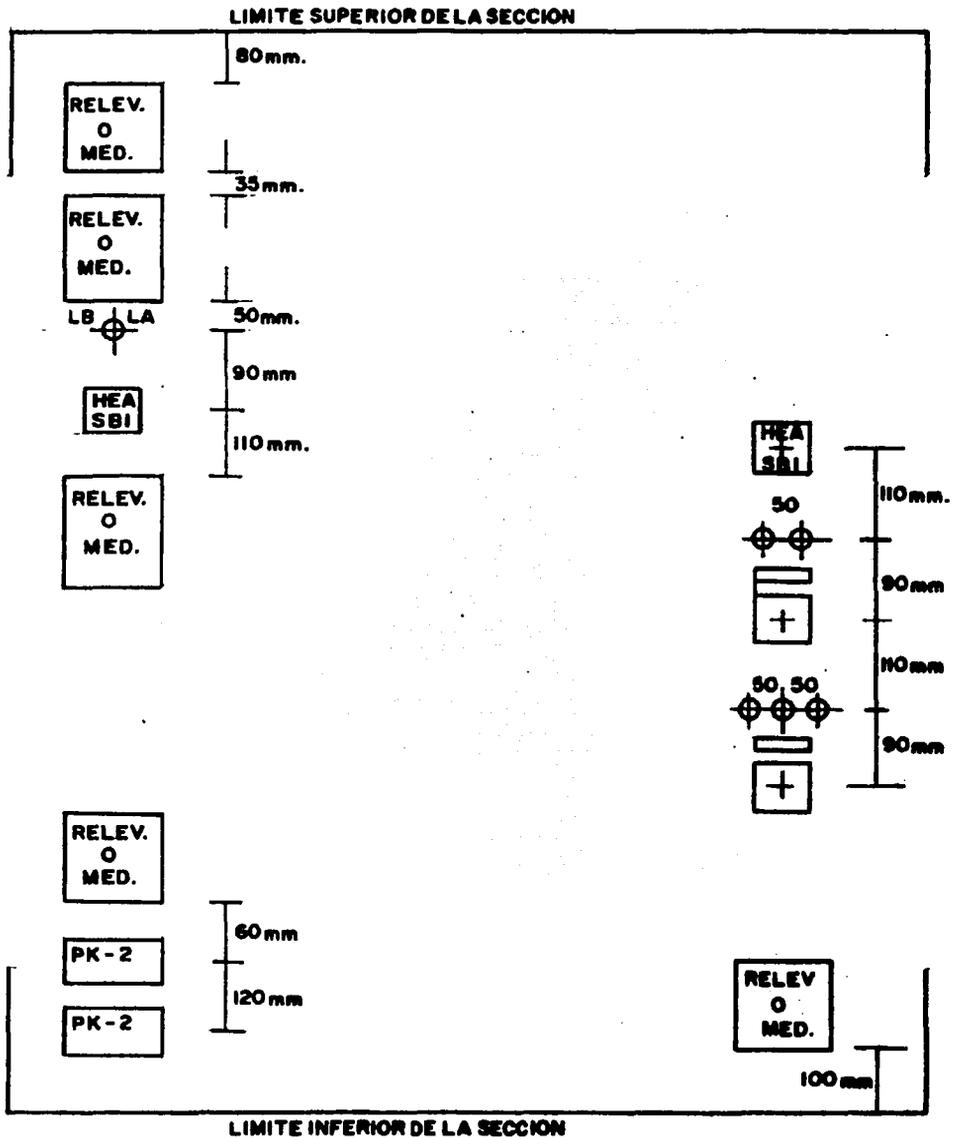
Durante el largo periodo de tiempo en que la fábrica de tableros se ha dedicado a la construcción de tableros eléctricos, se ha llegado a la conclusión de utilizar distancias mínimas para el mejor aprovechamiento del espacio que existe en los diferentes tipos de tableros.

En la figuras 2.2 (distancias verticales mínimas) y 2.3 (distancias horizontales mínimas), se muestran éstas, esto es con el fin de no interferir o estorbar en su acceso, montaje o alambrado entre uno y otro equipo

Es pertinente hacer la aclaración de que son "distancias mínimas" las aquí indicadas, lo que implica que es posible dar distancias mayores, pero nunca menores.

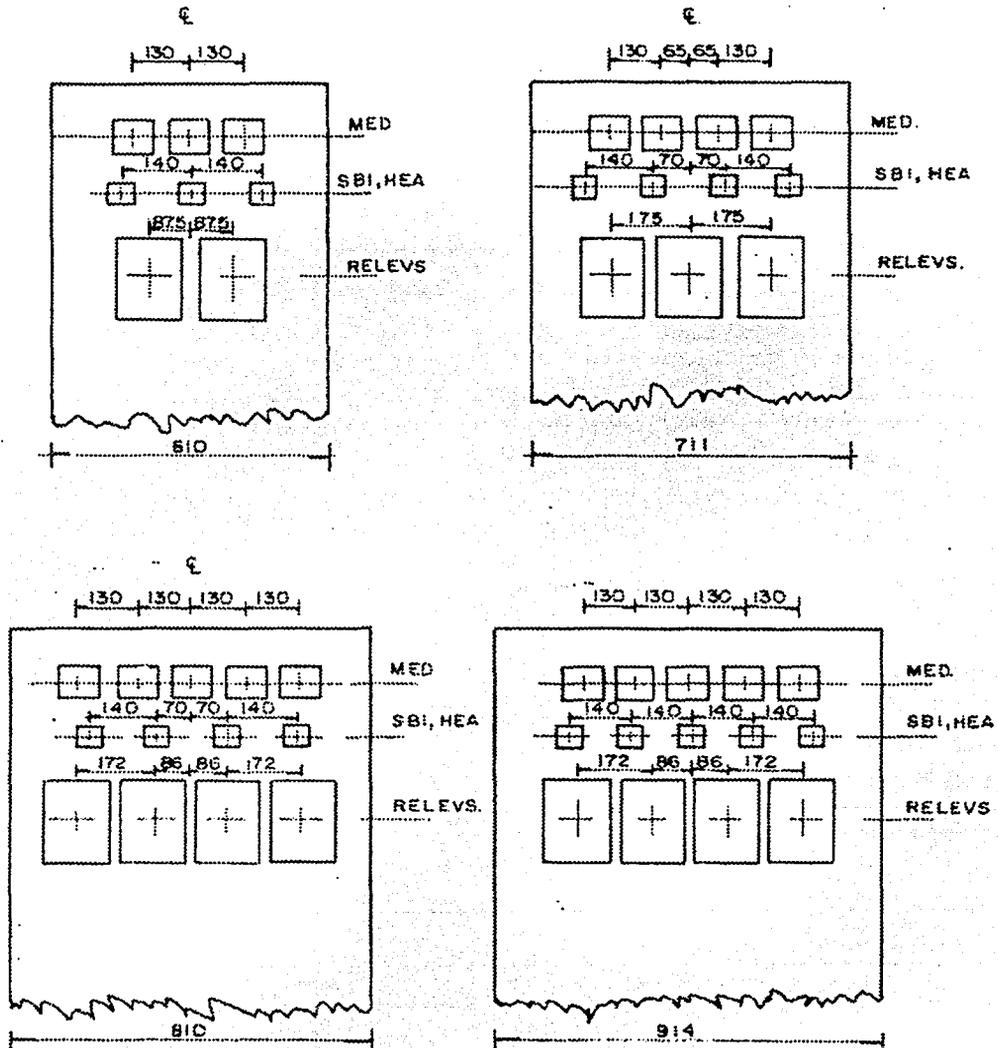
TESIS CON  
FALLA DE CALIFICACION

Fig 2.2 DISTANCIAS VERTICALES MINIMAS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.3 DISTANCIAS HORIZONTALES MINIMAS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **2.7. PINTURA.**

Este proceso es de vital importancia para el módulo ya que la lámina se debe preparar, eliminando protuberancias, escamas de laminación, polvos, grasas y óxidos, de acuerdo a los siguientes pasos.

1.– Se debe aplicar una solución desoxidante-desengrasante por inmersión por espacio de 24 horas o más en CESCO (producto formado basado en ácido), de alta eficiencia y de reducida agresividad.

2. – Se deberá aplicar un primario acondicionador(wash-primer) para lograr características impermeables y anticorrosivas, el cual puede ser:

a). – Un primario de Piroxilina, que es una laca para zonas salinas y corrosivas.

b). – Un primario Alquidálico de Cromato de zinc, para zonas rurales o para el Distrito Federal.

3. – Aplicar plasta con Piroxilina, para eliminar asperezas y sinuosidades en la lámina, cuando así se requiera.

4. – Acabado, pudiendo ser de:

a). – Acabado laca mate para zonas no muy corrosivas.

b). – Acabado Esmalte Alquidálico, para zonas rurales y el Distrito Federal.

c).- Acabado Poliamido Epoxiccatalizado, para zonas salinas y corrosivas

## **2.8. DUCTOS.**

Como se podrá observar también en el plano de la colocación de equipo ahí aparecen indicados estos, en posición vertical, a los extremos de cada módulo y que son utilizados para alojar los cables que conectan al equipo contenido en dicho módulo, y en posición horizontal de lado a lado, para comunicar con los verticales o para hacerlo con otros módulos adyacentes según se requiera.

## **2.9. ACCESORIOS.**

Con esta denominación, se les llamara a todos aquellos elementos que ayudan a la interconexión entre los equipos principales del tablero y los exteriores, y son:

### **2.9.1. TABLILLAS TERMINALES DE CONEXION.**

Estas deben estar formadas por dos elementos que son:

1. – La base aislante con separador integrado, que debe ser de material sintético termofijo, no higroscópico y resistente a impactos.
2. – El elemento conductor, que debe ser resistente a la corrosión y para una capacidad máxima de 50 amps, y 600 V.C.D.

Estas tablillas deben estar preparadas para poder ser agrupadas con otras tablillas formando bloques de un máximo de 45 elementos, son utilizadas exclusivamente en circuitos de control y de potencial.

En la figura 2.4 se enumeran las características que deben tener las tablillas de conexión.

### **2.9.2. CUCHILLAS DE PRUEBA.**

Al igual que las tablillas, estas deben estar formadas por:

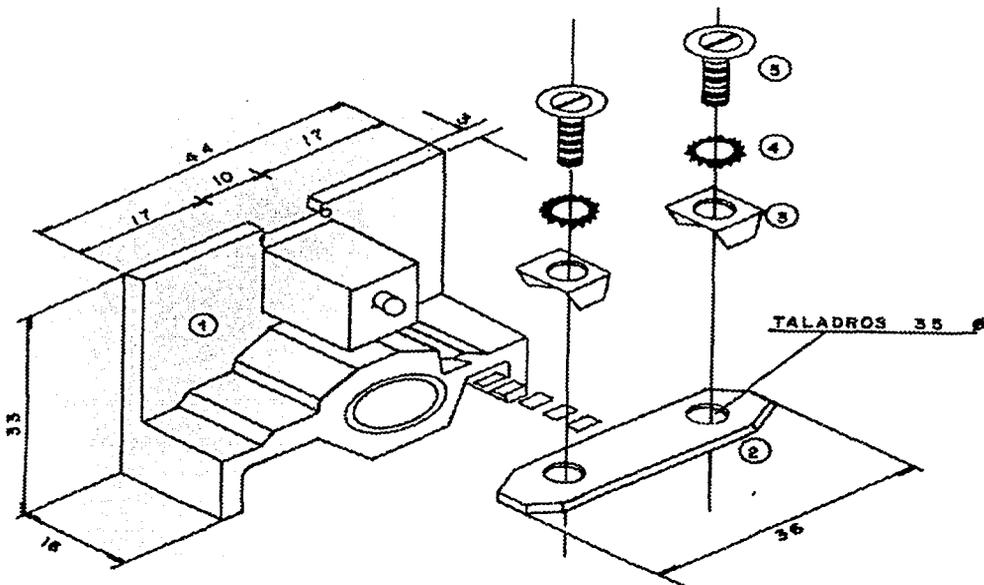
- 1- La base aislante con separador integrado que, debe ser de un material sintético, termofico, no higroscópico y resistente a impactos.
2. – El elemento conductor, que debe ser resistente a la corrosión y para una capacidad de 50 amps., y 600 V.C.D.



Estas deben estar preparadas para ser agrupadas con otras cuchillas formando bloques no superiores a 30 cuchillas, se utilizan exclusivamente a la entrada de los transformadores de corriente.

En la figura 2.5 se enumeran las características que deben tener las cuchillas de prueba.

**Fig 2.4 CARACTERISTICAS DE LAS TABLILLAS DE CONEXION.**



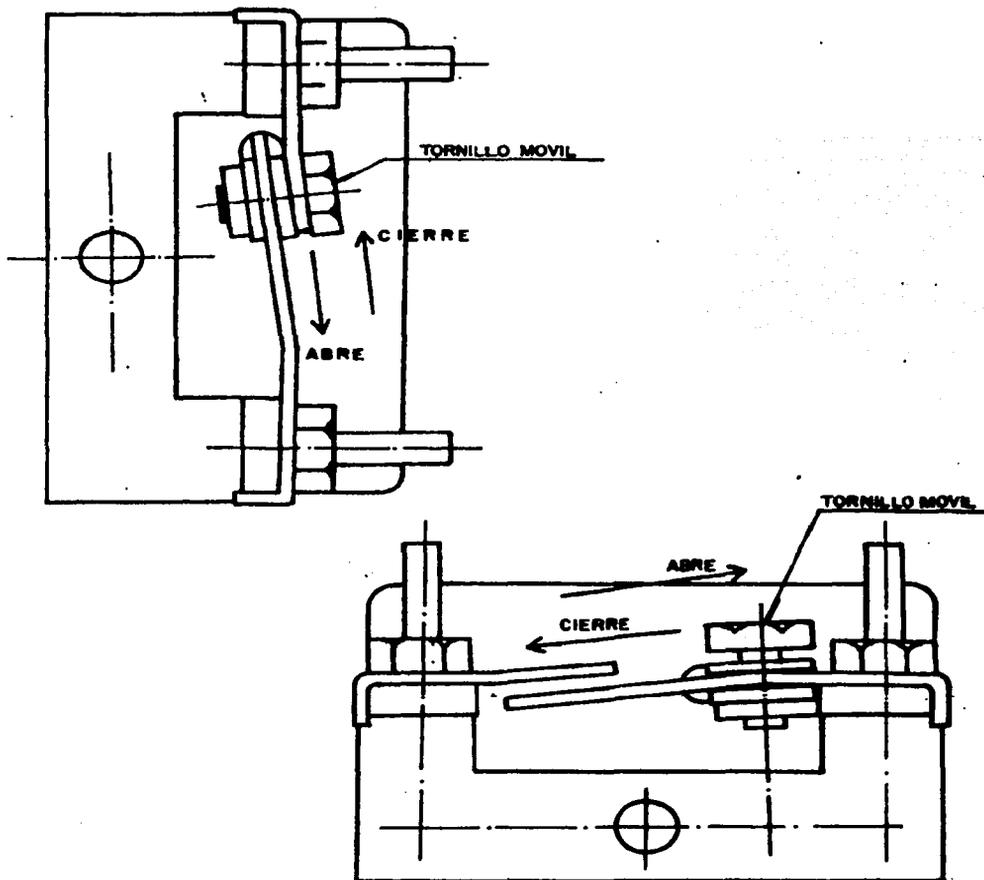
**CARACTERISTICAS TABLILLAS DE CONEXION**

- a) TENSION DE AISLAMIENTO 600 VOLTS
- b) CORRIENTE DE OPERACION 30 AMPS.
- MATERIAL UTILIZADO EN LAS TABLILLAS DE CONEXION—
- 1.- BASE DE BAQUELITA
- 2.- LISTON TERMINAL DE COBRE DE 10 X 36 X 15 DE ESPESOR
- 3.- PUENTE DE COBRE QUE FUNCIONA COMO ROLDANA PLANA
- 4.- ROLDANA ASTRIADA QUE FUNCIONA COMO ROLDANA DE PRESION
- 5.- TORNILLO DE COBRE DE 3.98 Ø X 476 DE LONGITUD

**NOTAS.**

- 1 - LA CONEXION DEL ALAMBRE DEBE DE SER CON EL TORNILLO Y PUENTE DE COBRE.
- 2 - ACOTACIONES EN mm.

**Fig. 2.5** CARACTERISTICAS DE LAS CUCHILLAS DE PRUEBA.



**LAS CUCHILLAS DE PRUEBAS SE INSTALAN EN POSICION**

**A) VERTICAL**

**B) HORIZONTAL**

**CUANDO SE INSTALAN EN POSICION VERTICAL DEBERAN COLOCARSE DE MANERA QUE ABRAN DESPLAZANDO EL TORNILLO MOVIL DE CONEXION DE ARRIBA HACIA ABAJO.**

**PARA CERRAR SE AFLOJA EL TORNILLO MOVIL Y SE CORRE HACIA DONDE INDICA LA FLECHA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 2.9.3. CONEXION A TIERRA.

Toda sección modular deberá estar provista en su interior tanto en el panel frontal como en el posterior, de una barra de cobre desnudo de 25.4 mm. X 6 mm., Para la conexión a tierra, esta barra de tierra como se le llama comúnmente debe estar de lado a lado del módulo, tomando en cuenta que deberá unirse con otros módulos, para formar una barra general de tierra.

### 2.10. DIAGRAMA SINOPTICO O BUS MIMICO.

Deberá proveerse un diagrama sinóptico(bus mímico), de plástico ó acrílico de color, de 3 mm., de espesor por 10 mm., de ancho, de acuerdo al código de colores para los diversos voltajes a que deberá operar en los diferentes sistemas de la C.F.E., a continuación se enlista este código de voltajes y colores.

TENSION(Kv)	COLOR
13.2 – 13.8	BLANCO
23	ROSA
34.5	VERDE
44	NEGRO
69	AZUL
110 – 115	AMARILLO
138	MORADO
150 – 161	NARANJA
220 – 230	AZUL o ROJO
400 – 440	MARRON, ORO, ROJO

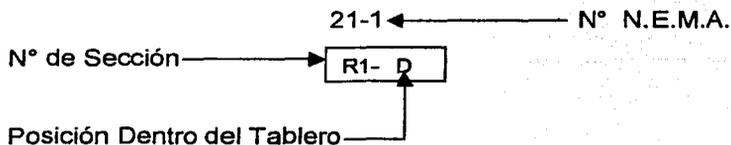
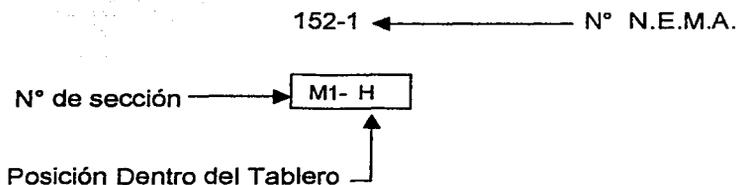
## 2.11. NOMENCLATURA.

Para poder identificar una sección y localizar de una manera oste y rápida oste aparato o circuito dentro del propio tablero, se deben identificar cada uno de los aparatos contenidos en él utilizando los números N.E.M.A. unidos con el abecedario, la manera como se ha logrado llegar a esto es como sigue:

1.- Se deben enumerar las secciones de los tableros en orden progresivo, anteponiendo al número correspondiente las letras "M" si se trata del panel frontal o de mando y "R" si se trata del panel posterior o del lado relevadores y "RA" si se tratase del alerón(el cual, por lo general va unido al panel posterior o de relevadores); por ejemplo M1, R1, RA1, M2, R2, RA2, etc.

2. - Cada uno de los aparatos contenidos en el tablero, tendrá su propia identificación. Para ello se utilizarán las letras del abecedario y números N.E.M.A. como sigue:

a). - Por la parte interior se identificarán de la manera siguiente; primeramente se pondrá el número N.E.M.A. que corresponda de acuerdo a su función, luego se pondrá a que sección pertenece y por último el lugar que ocupa dentro del tablero por ejemplo:



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **2.12. MONTAJE DE EQUIPO.**

### **2.12.1. RELEVADORES.**

Todos los relevadores para protección deben ser para montaje semi-embutido, del tipo removible y estar provistos de dispositivos de prueba integrados (Draw-out-type).

Las cajas deberán ser en color negro mate, además deben proporcionarse los aparatos auxiliares necesarios para su funcionamiento.

### **2.12.2. CONMUTADORES DE CONTROL Y DE INSTRUMENTOS DE MEDICION.**

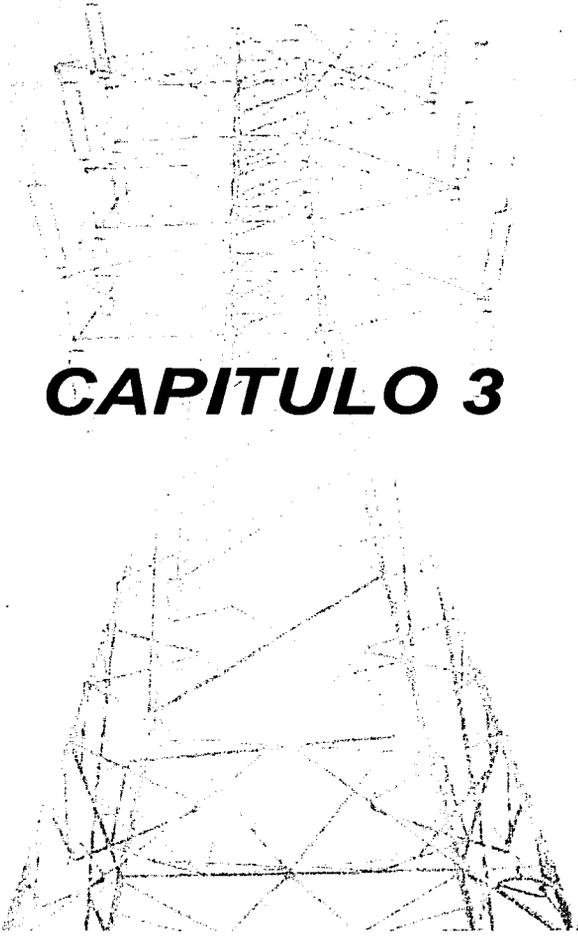
Todos los conmutadores de control y de instrumentos deberán ser de construcción rígida y resistentes al uso rudo, para su instalación en tableros, no se admitirán conmutadores con aislamiento de porcelana.

Deberán suministrarse los siguientes tipos de conmutadores

- a). – Conmutador de Control de Interruptores y Cuchillas, deberá ser con manija tipo pistola.
- b). – Conmutador de Instrumentos de Medición, deberá ser con manija tipo redondo con estrías.
- c). – Conmutador para Sincronización, deberá ser con manija tipo ovalado removible.
- d). – Conmutador para Recierre, deberá ser con manija ovalada.

### **2.12.3. CUADROS DE ALARMAS.**

Estos deberán ser para montaje semi-embutido con conexiones por la parte posterior, además se instalaran con un juego de tres botones para su control.



***CAPITULO 3***

64-A

### **3. PROPUESTA DE NORMALIZACION ASPECTO ELECTRICO**

#### **3.1 GENERALIDADES**

Ya que planos y diagramas en la ingeniería son un medio de comunicación de ideas, ha sido necesario normalizar símbolos, números y abreviaturas, que son parte competente de estos para su mejor comprensión.

Como toda normalización, esta no escapa de ser un instrumento más bien de tipo dinámico que estático y en consecuencia debe ser aprobada y revisada a través de su uso, entre fabricantes y usuarios de equipo eléctrico.

#### **3.2 DIAGRAMAS E INSTRUCTIVOS DE LOS TABLEROS.**

Todo proyecto tiene como fin, el realizar los diagramas necesarios para llevar a cabo la fabricación de un producto, para este caso los tableros de control, protección y medición.

Estos diagramas nos sirven como medio de comunicación entre el Ingeniero proyectista y el Ingeniero fabricante. Así como a los Ingenieros que se encargan de su instalación, operación y mantenimiento.

Los diagramas eléctricos son la historia clínica de una subestación, con ellos podemos obtener la información que se requiera; para conocer que tipo de arreglo de barra tiene, que servicios contiene, como esta protegida, como esta controlada etc. Con el fin de realizar modificaciones o ampliaciones.

Normalmente en los proyectos para los tableros de control, protección y medición, se utilizan los siguientes diagramas:

DISPOSICION DE EQUIPO

DIAGRAMA UNIFILAR

DIAGRAMA TRIFILAR

## DIAGRAMA ESQUEMATICO DIAGRAMA DE CONTROL

A continuación se hace una descripción de cada uno de los diagramas que se mencionan.

### **3.2.1. DISPOSICIÓN DE EQUIPO.**

Este plano debe incluir la siguiente información:

- a.- Arreglo general del tablero, mostrando la posición de las secciones modulares tipo y dimensiones del conjunto.
- b.- Dimensiones de las secciones (alto, ancho y profundidad) posición de los de los aparatos en su panel frontal, panel posterior y alerón, posición del equipo auxiliar (fusibles, resistencias, tablillas, etc).
- c.- Los símbolos, números, letras y bus mímico (cuadro sinóptico), necesarios para su identificación de acuerdo a especificaciones y normas.

**N O T A :** ESTE PLANO YA SE INDICO EN EL CAPITULO ANTERIOR EN DETALLE

### **3.2.2 DIAGRAMA UNIFILAR.**

Este plano es el que nos muestra mediante una sola línea la conexión entre los dispositivos componentes, partes de un circuito o un sistema de circuitos (medición, protección, sincronización, etc.), a estos circuitos se les representan con símbolos.

Además señala características de los elementos que lo constituyen en alta tensión, como capacidades de Generadores, Transformadores de Potencia, Interruptores, relaciones de Transformadores de Corriente y de Potencial, etc.

Debe señalar también los disparos de los interruptores por los relevadores que intervengan en la protección de acuerdo a su principio y funcionamiento y se muestra en la figura 3.1.

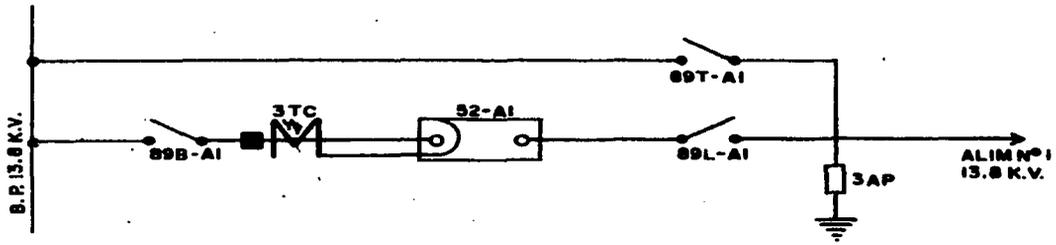


Fig. 3.1 DIAGRAMA UNIFILAR DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV

### 3.2.3 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV

En este diagrama se indica de una manera simplificada, el funcionamiento lógico de todas y cada una de las partes de los esquemas de control, protección, medición, sincronización, alarmas y en general todos aquellos dispositivos que componen al circuito eléctrico y se muestra en la figura 3.2.

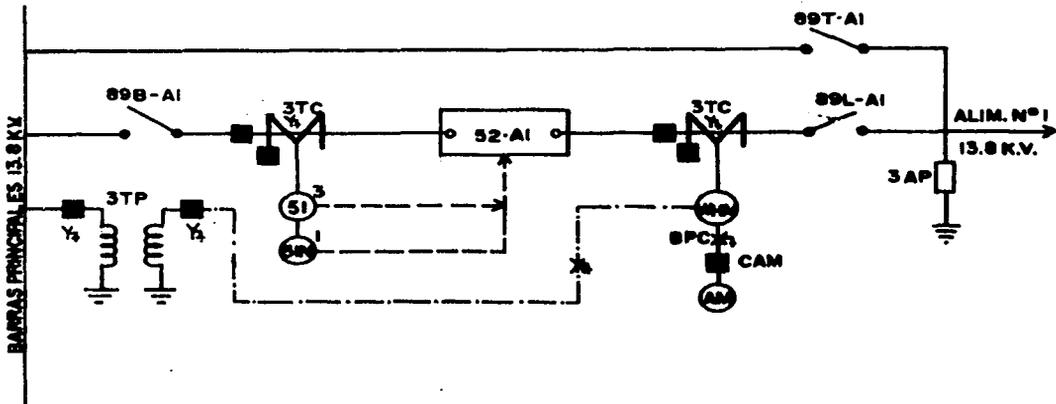


Fig. 3.2 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV

### 3.2.4. DIAGRAMA TRIFILAR.

En este diagrama se indica el desarrollo de las tres fases, tanto del sistema de alta tensión, como de los circuitos secundarios de corriente y potencial, mostrando la conexión de los aparatos, identificación de los mismos, tabllas y cuchillas de prueba con su nomenclatura respectiva, muestra también la secuencia real del alambrado del equipo, tal y como se muestra en la figura 3.3.

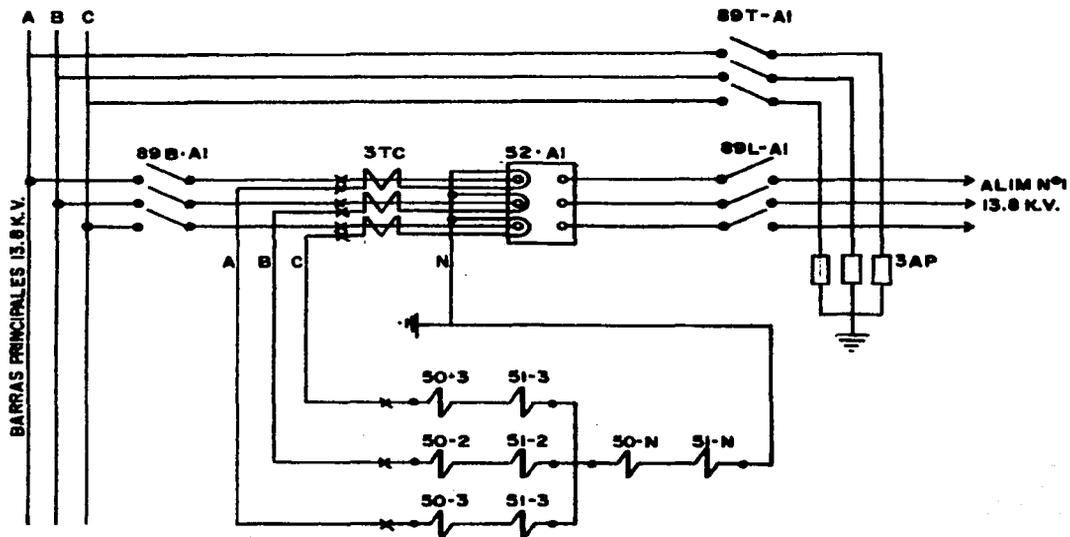
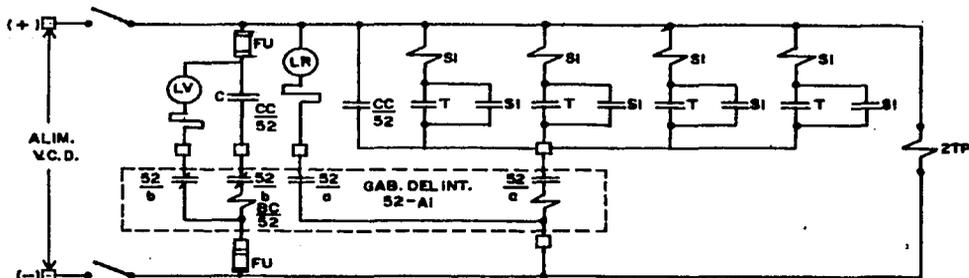


Fig. 3.3 DIAGRAMA TRIFILAR DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 kV

### 3.2.5. DIAGRAMA DE CONTROL.

El diagrama de control, es aquel que indica de una manera clara y sencilla, la operación y conexiones en su secuencia real, de todos aquellos circuitos que no estén incluidos en los diagramas anteriores, como por ejemplo: Control de interruptores(cierre y apertura), circuitos de alarmas, control de cuchillas, tal y como se muestra en la figura 3.4..



**Fig. 3.4** DIAGRAMA CONTROL DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV

### 3.2.6. DIAGRAMAS DE INTERCONEXION

Un diagrama de interconexión es aquel que solo contiene las conexiones externas entre tableros y todo el equipo de campo relacionado con aquellos.

Este diagrama tiene contenido en tablas o bloques a los grupos de tablillas y/o cuchillas de prueba, en los cuales rematarán los cables de control que provienen del equipo de campo, tales como: transformadores de corriente y de potencial, control de interruptores, de cuchillas motorizadas, señalización de cuchillas manuales, alarmas de transformadores e interruptores, etc.

### 3.2.7. INSTRUCTIVOS.

Los instructivos deberán contener la siguiente información:

- a.- Lista de aparatos contenidos en el tablero, donde se indiquen las características fundamentales de cada uno de ellos, así como la forma de identificación en los planos.
- b.- Instructivos de operación, calibración y mantenimiento de cada uno de los aparatos que se suministren.

### **3.3 DIAGRAMAS NORMALIZADOS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.**

Dos requisitos básicos de los diagramas de protección por relevadores son los que deben satisfacer; esto es, que sean funcionales y confiables, en donde su aplicación asegure un aprovechamiento máximo.

La confiabilidad es cuestión de diseño inherente a la amplia experiencia, en donde se involucra una selección adecuada no solo de los relevadores, sino también del equipo asociado.

Por ejemplo; la carencia de fuentes apropiadas de corriente y/o tensión de alimentación hacia los relevadores puede comprometer o exponer la protección.

La funcionalidad consiste, en que los diagramas, deben ser de lo más sencillo posible, indicándose las áreas de control de protección y de medición, sin eliminar ningún dispositivo con lo cual se tendrá una idea más clara del diagrama.

Con lo expuesto anteriormente y en base a una práctica desarrollada se pueden proponer los siguientes diagramas de control, protección y medición para líneas de transmisión, dividiéndose estos según el tipo de protección que se utilizará y son:

#### **3.3.1. DIAGRAMAS DE PROTECCION POR SOBRECORRIENTE DE LINEAS DE TRANSMISION.**

PLANO 1. – DISPOSICIÓN DE APARATOS EN TABLERO.

- " 2. – ESQUEMATICO DE PROTECCION.
- " 3. – TRIFILAR.
- " 4. – CONTROL Y RECIERRE DE INTERRUPTOR.
- " 5. – ALARMAS.

#### **3.3.2. DIAGRAMAS DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL DE LINEAS DE TRANSMISION.**

**PLANO 6. – DISPOSICION DE APARATOS EN TABLERO.**

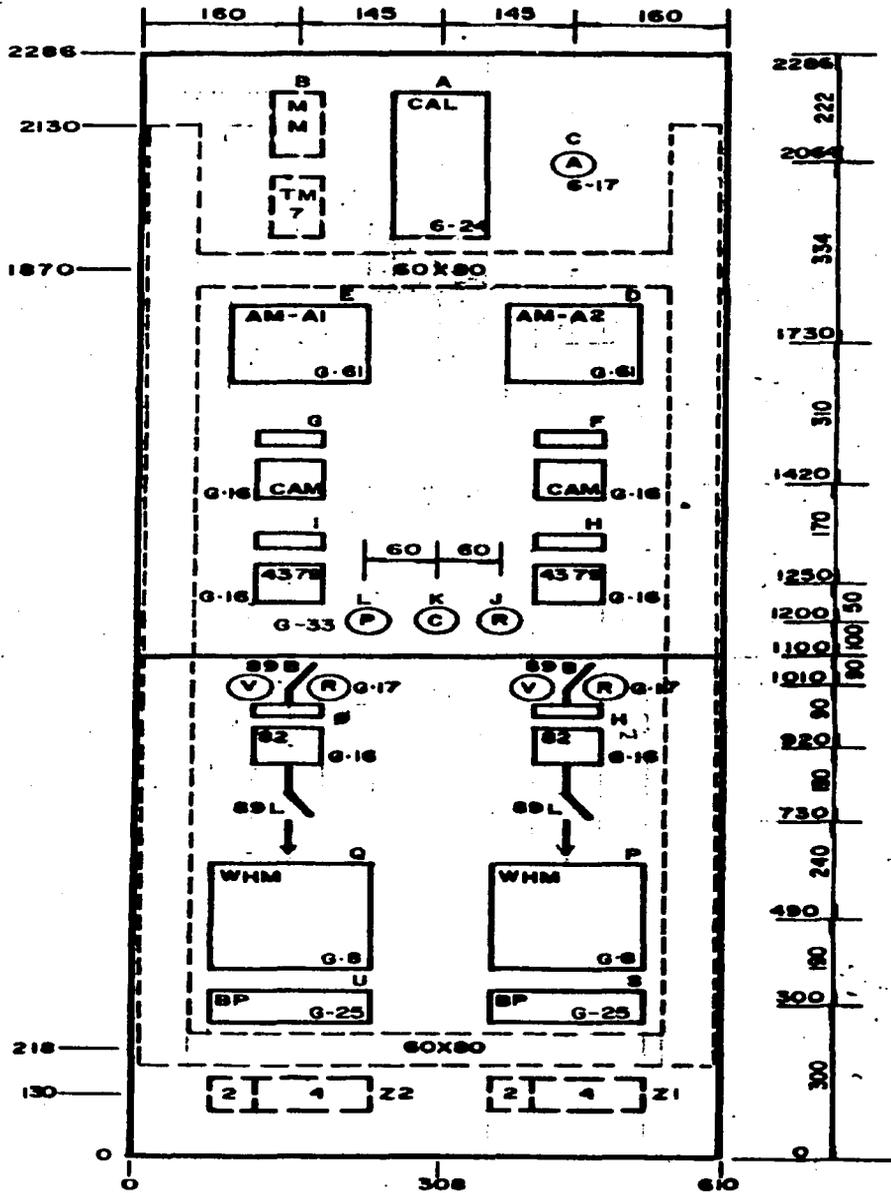
- " 7. – ESQUEMATICO DE PROTECCION.
- " 8. – TRIFILAR.
- " 9. – CONTROL Y RECIERRE INTERRUPTOR.
- " 10. – ALARMAS.

**3.3.3. DIAGRAMAS DE PROTECCION DE DISTANCIA DE LINEAS DE TRANSMISIÓN.**

**PLANO 11. – DISPOSICION DE APARATOS EN TABLERO.**

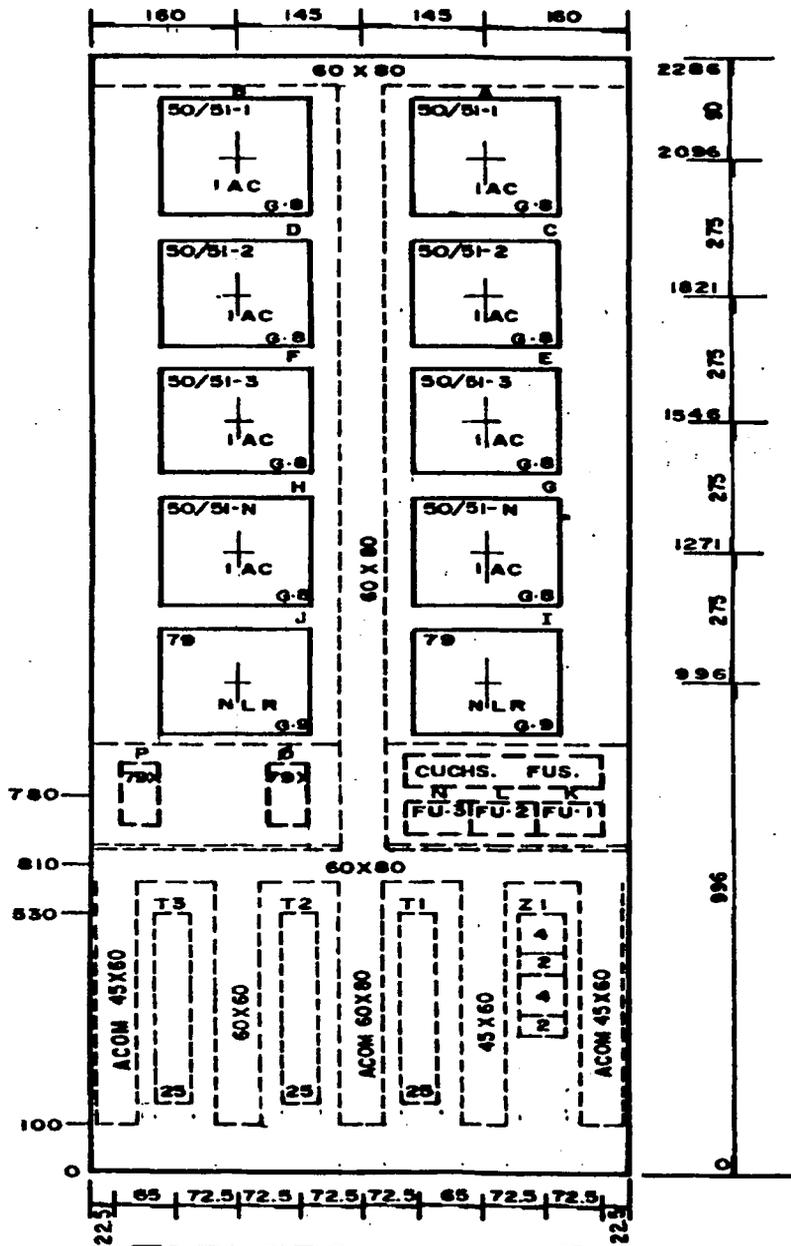
- " 12. – ESQUEMATICO DE PROTECCION.
- " 13. – TRIFILAR.
- " 14. – CONTROL Y RECIERRE INTERRUPTOR.
- " 15. – PROTECCION.
- " 16. – ALARMAS.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



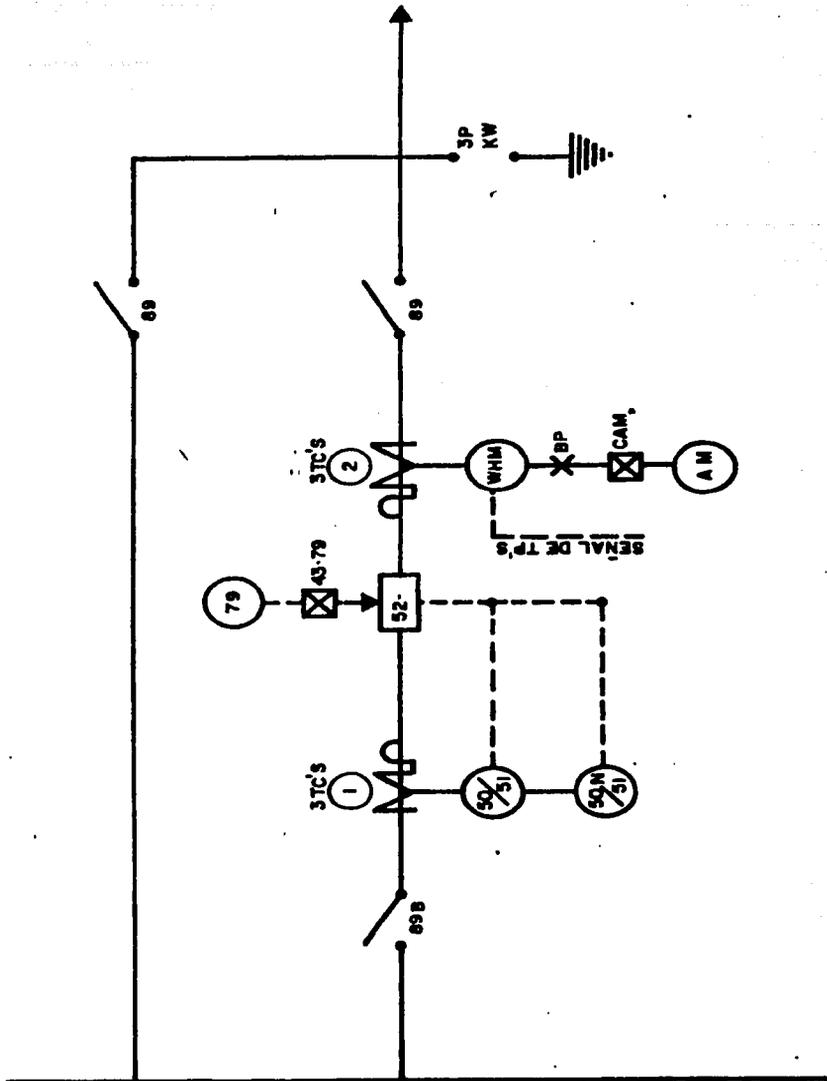
PLANO 1º. DISPOSICION DE EQUIPO (TABLERO M)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANO 1b. DISPOSICION DE EQUIPO (TABLERO R)

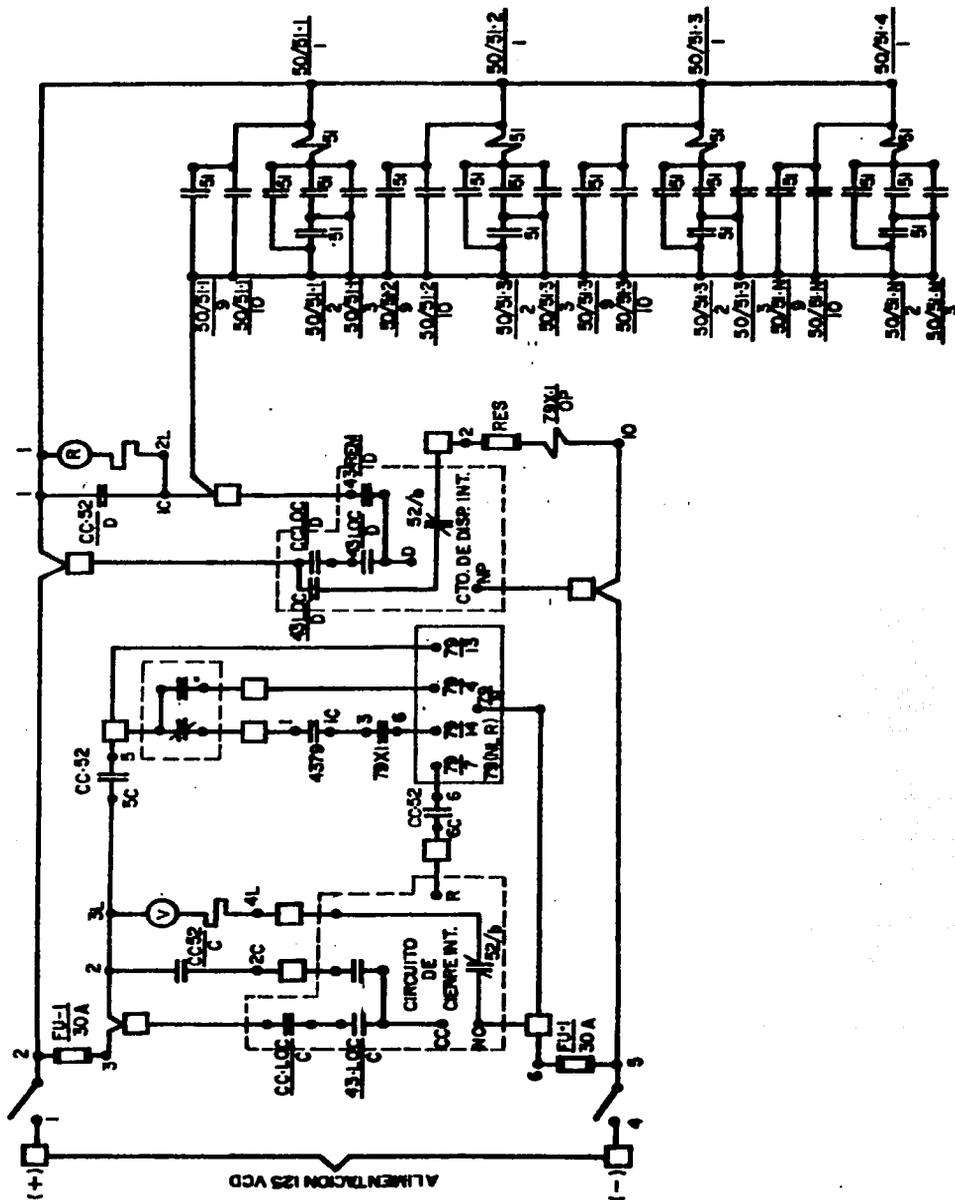
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANO 2. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PROTECCION

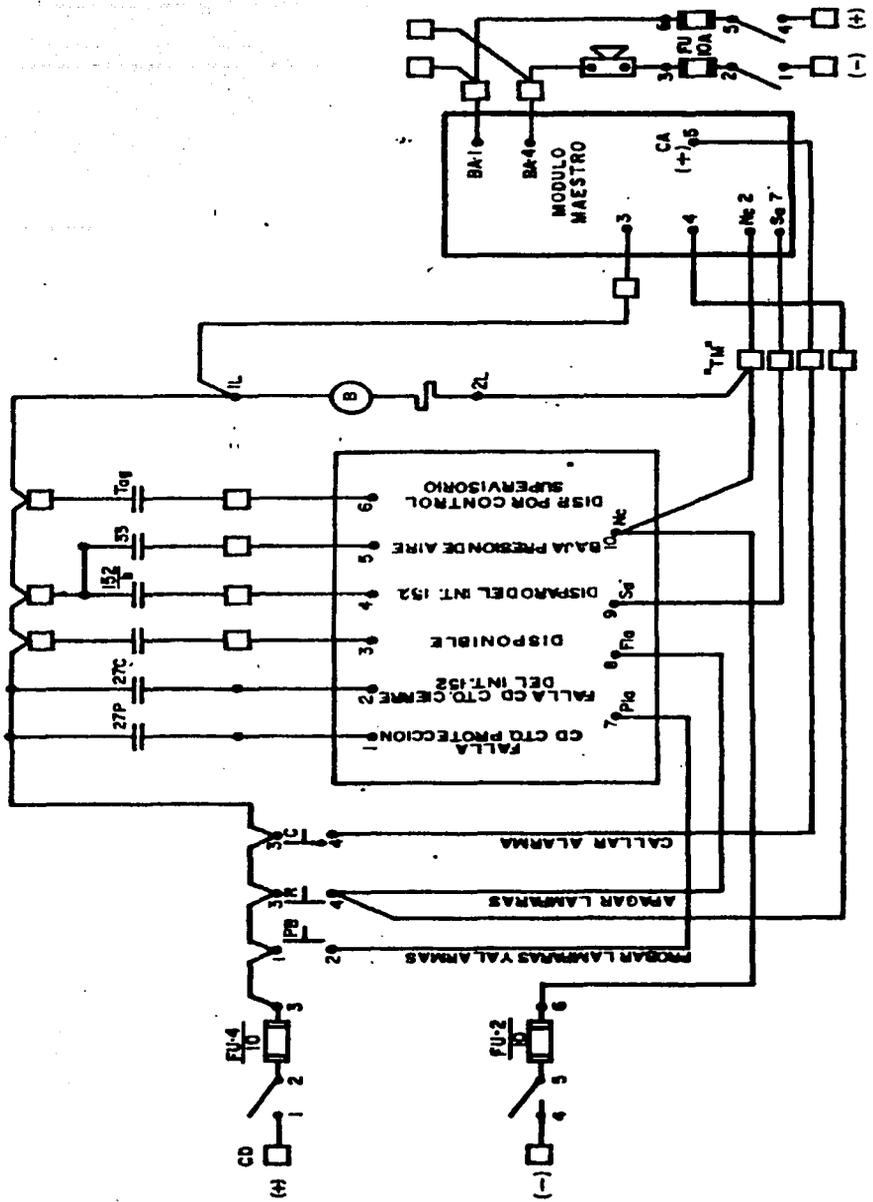
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





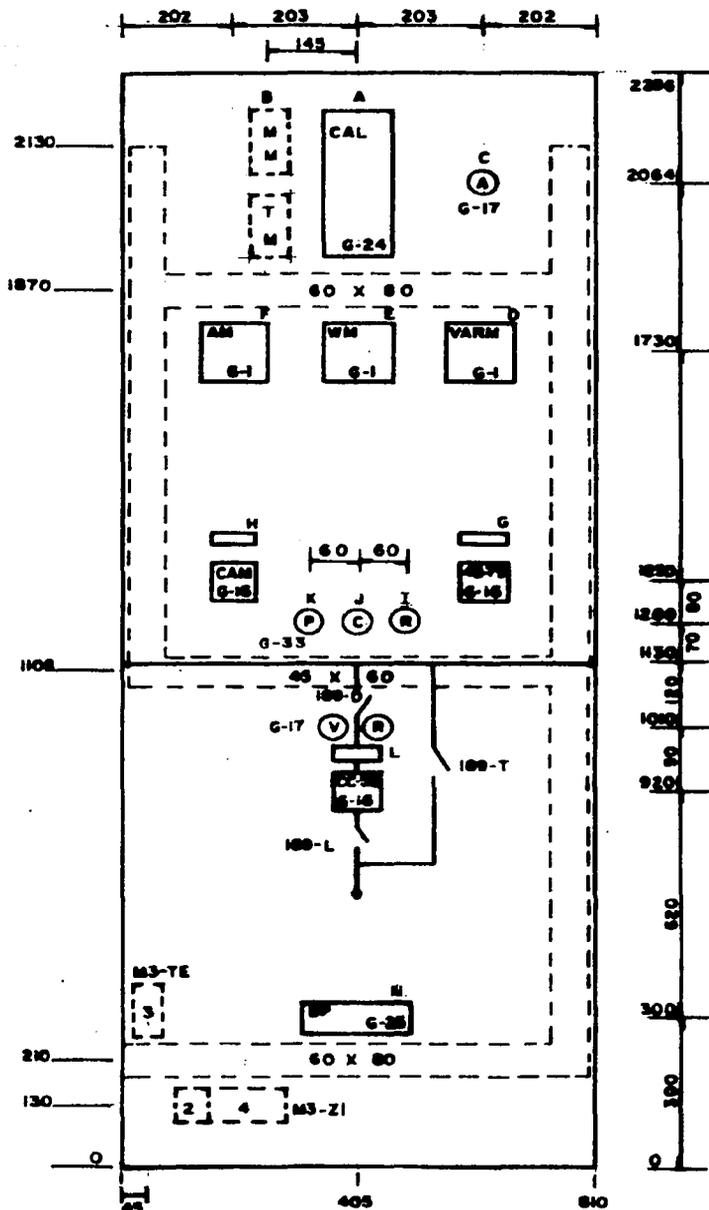
PLANO 4. DIAGRAMA DE CONTROL Y RECIERRE DE INTERRUPTOR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



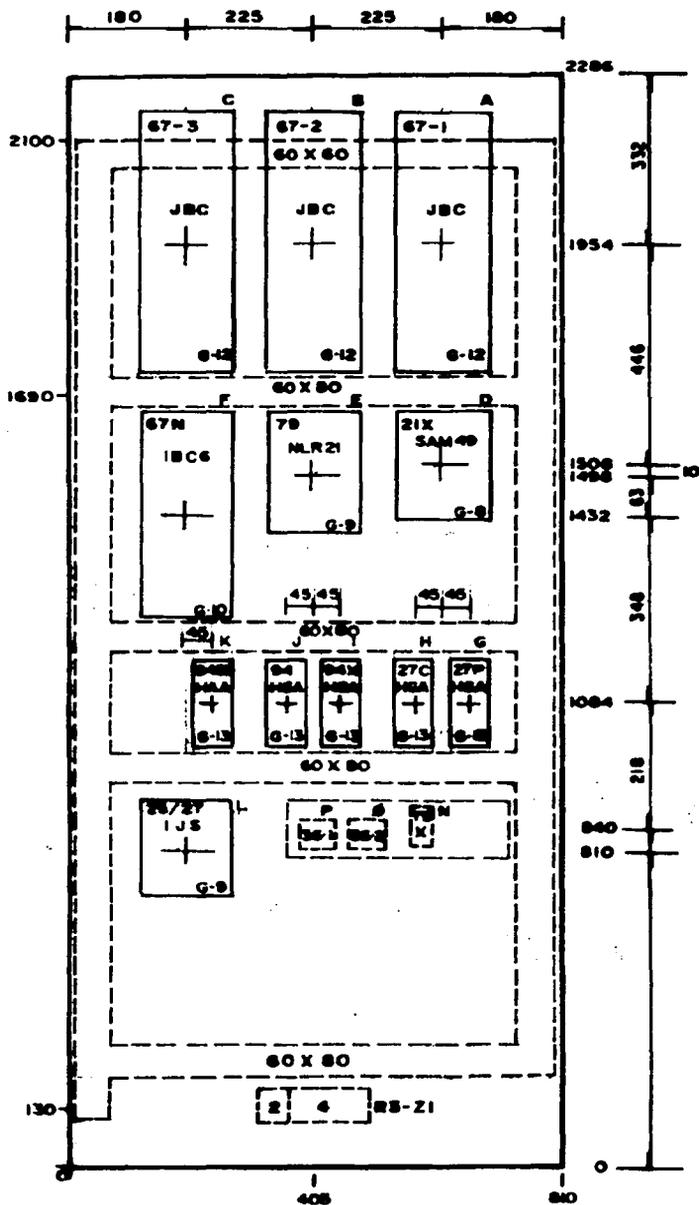
PLANO 5. DIAGRAMA DE ALARMAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANO 6<sup>a</sup>. DISPOSICIÓN DE EQUIPO (TABLERO M)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

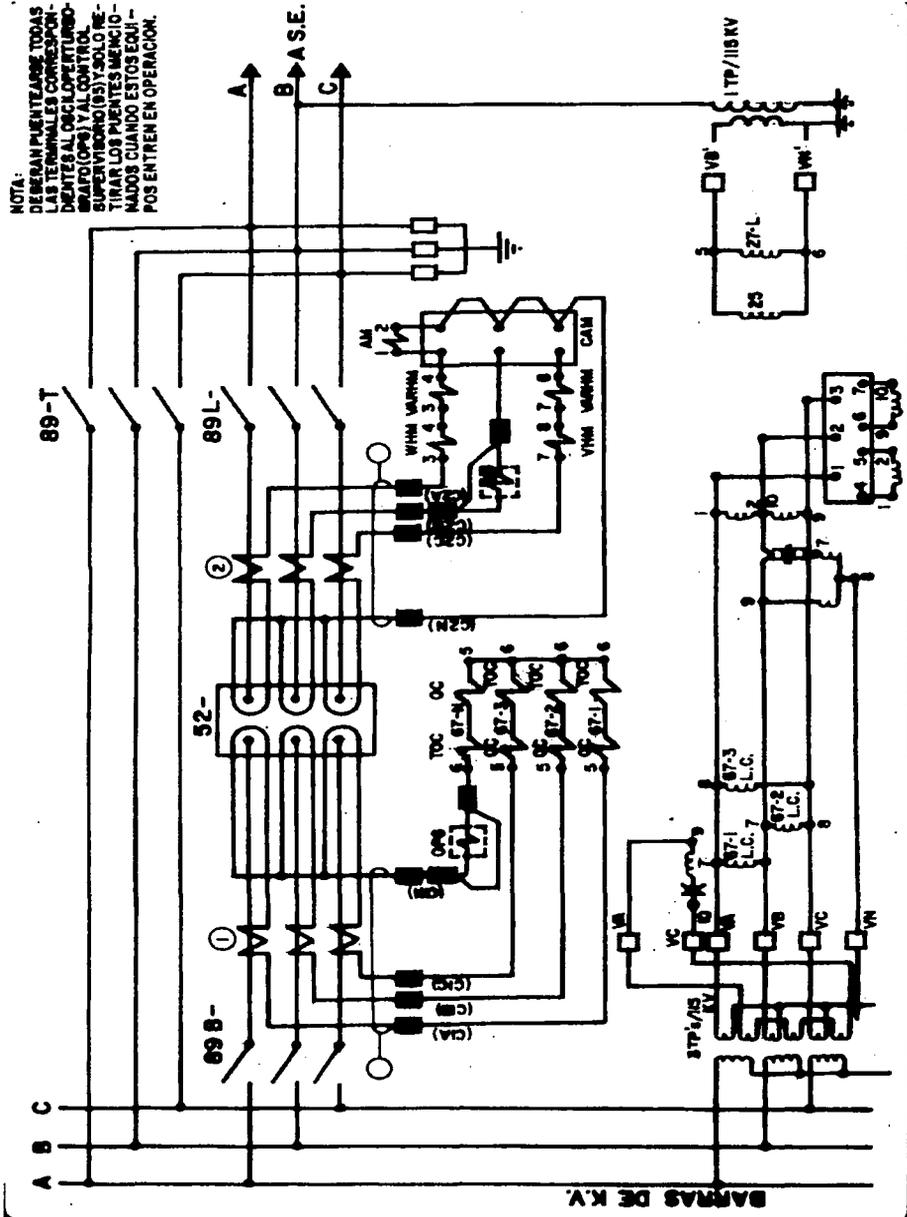


PLANO 6b DISPOSICION DE EQUIPO(TABLERO R)

ESTA TESIS CON  
DE FALLA DE ORIGEN

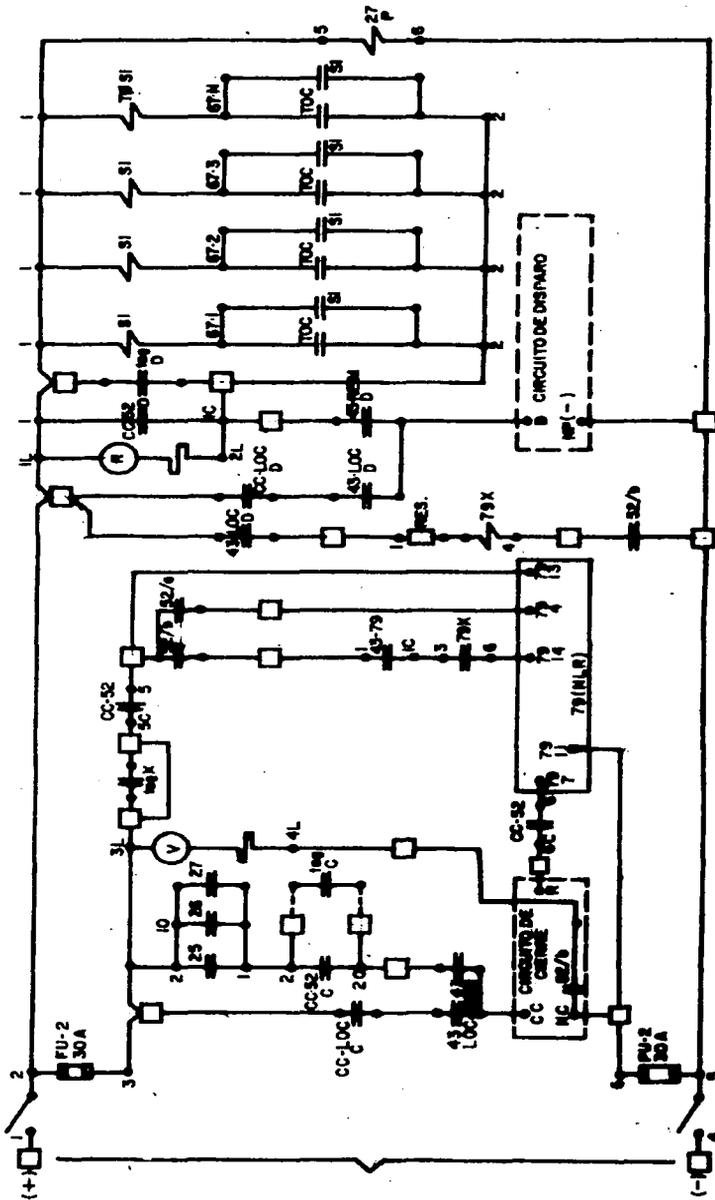


NOTA:  
 DEBERAN PUENTEARSE TODAS  
 LAS TERMINALES CORRESPON-  
 DIENTES AL CICLO CORRIENTE  
 SUPLENDOSE VALSALTA  
 SUPERVENCIONES Y SOLAMENTE  
 TIRAR LOS PUENTES MENCIO-  
 NADOS CUANDO ESTOS EQUI-  
 POS ENTREN EN OPERACION.



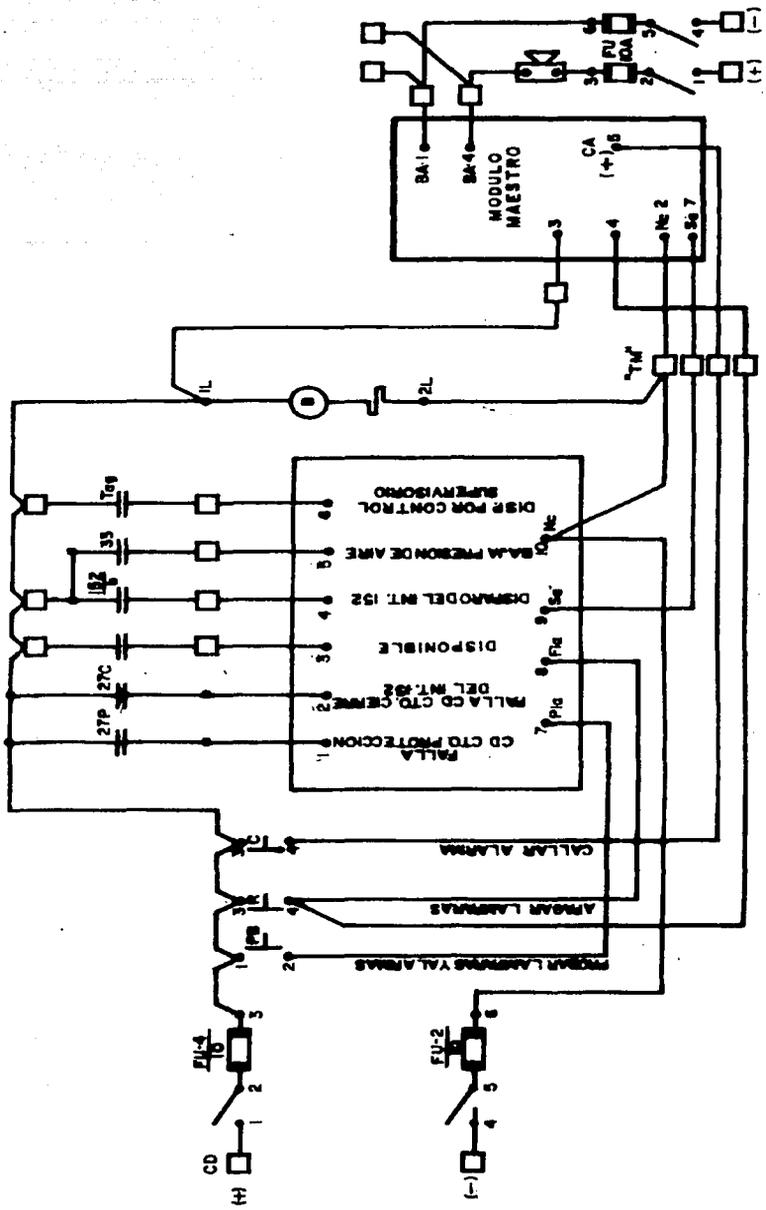
PLANO 8. DIAGRAMA TRIFILAR

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



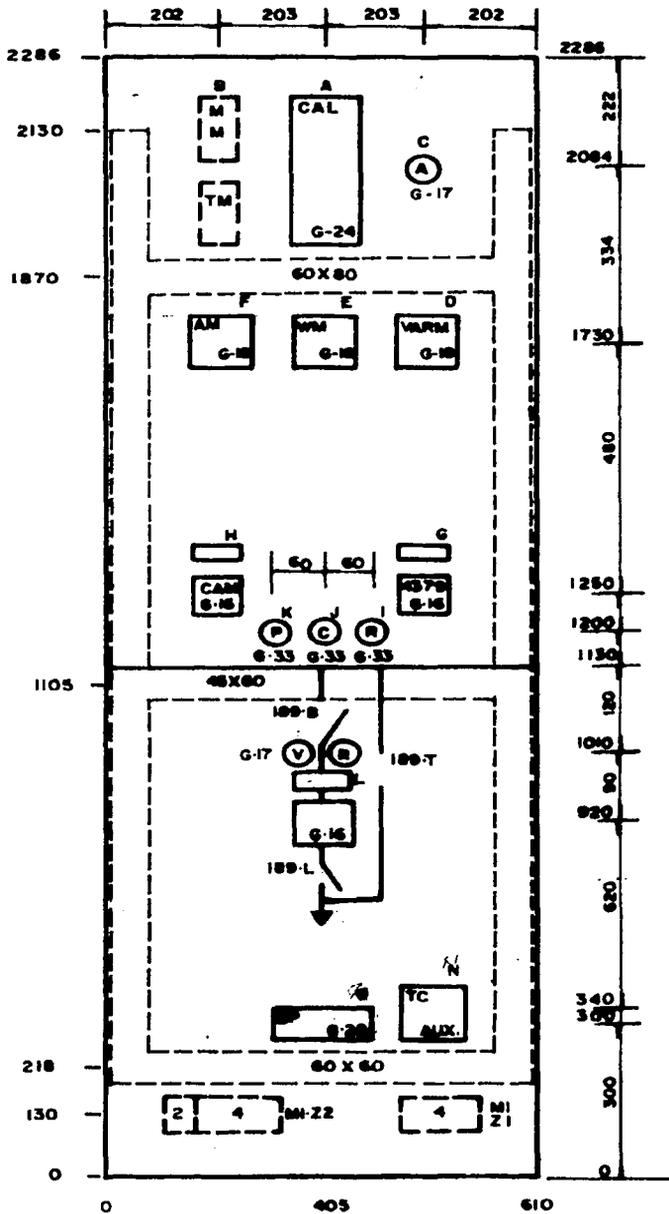
PLANO 9. DIAGRAMA DE CONTROL Y RECIERRE DE INTERRUPTOR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



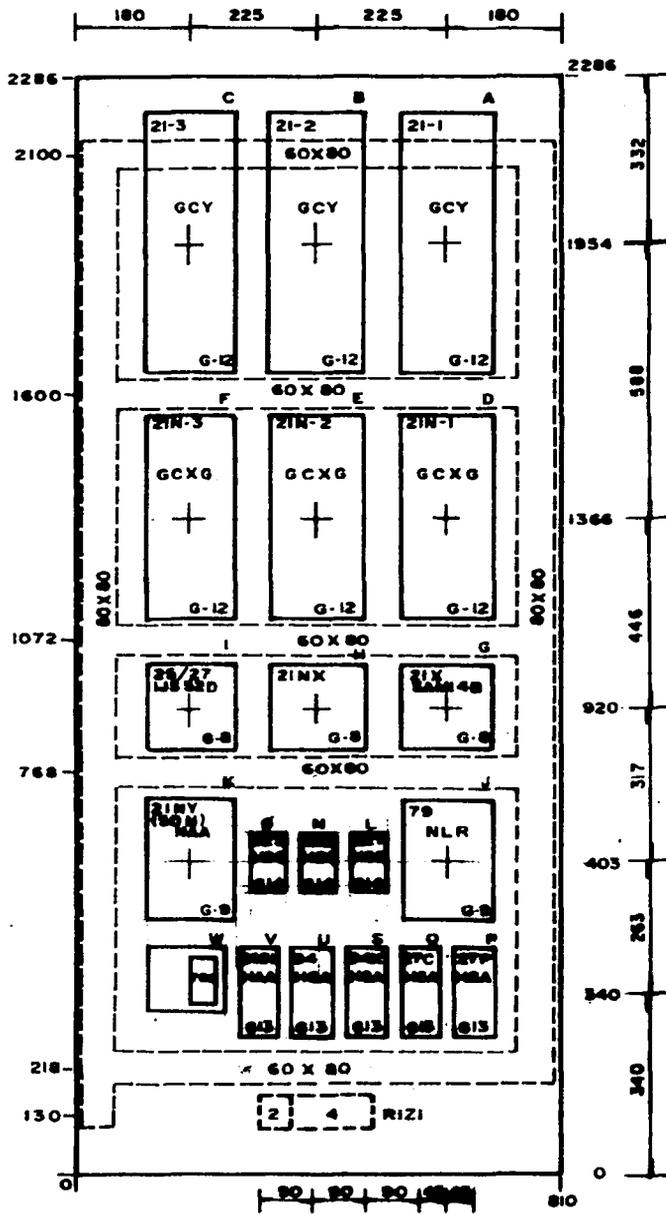
PLANO 10. DIAGRAMA DE ALARMAS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



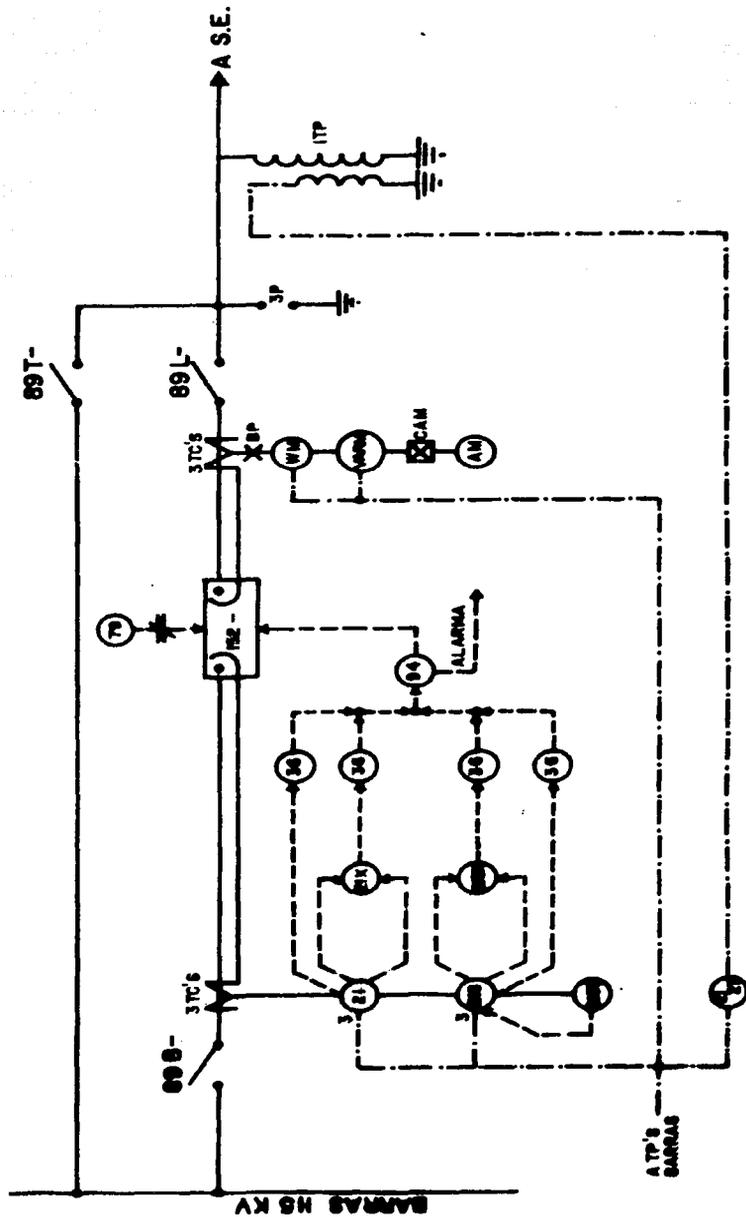
PLANO 10<sup>o</sup>. DISPOSICION DE EQUIPO (TABLERO M)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



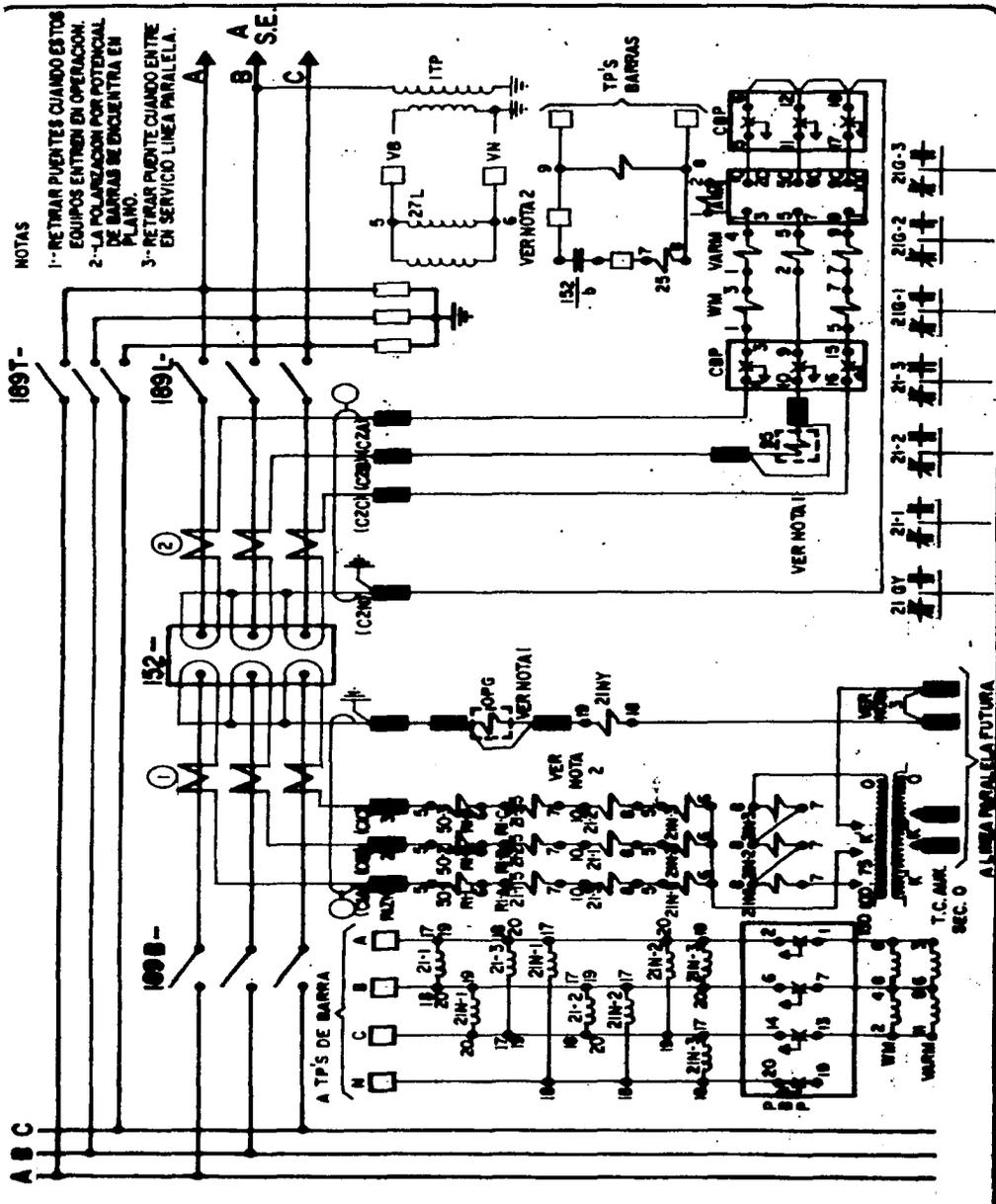
PLANO 11b. DISPOSICION DE EQUIPO (TABLERO R)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANO 12. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PROTECCION

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



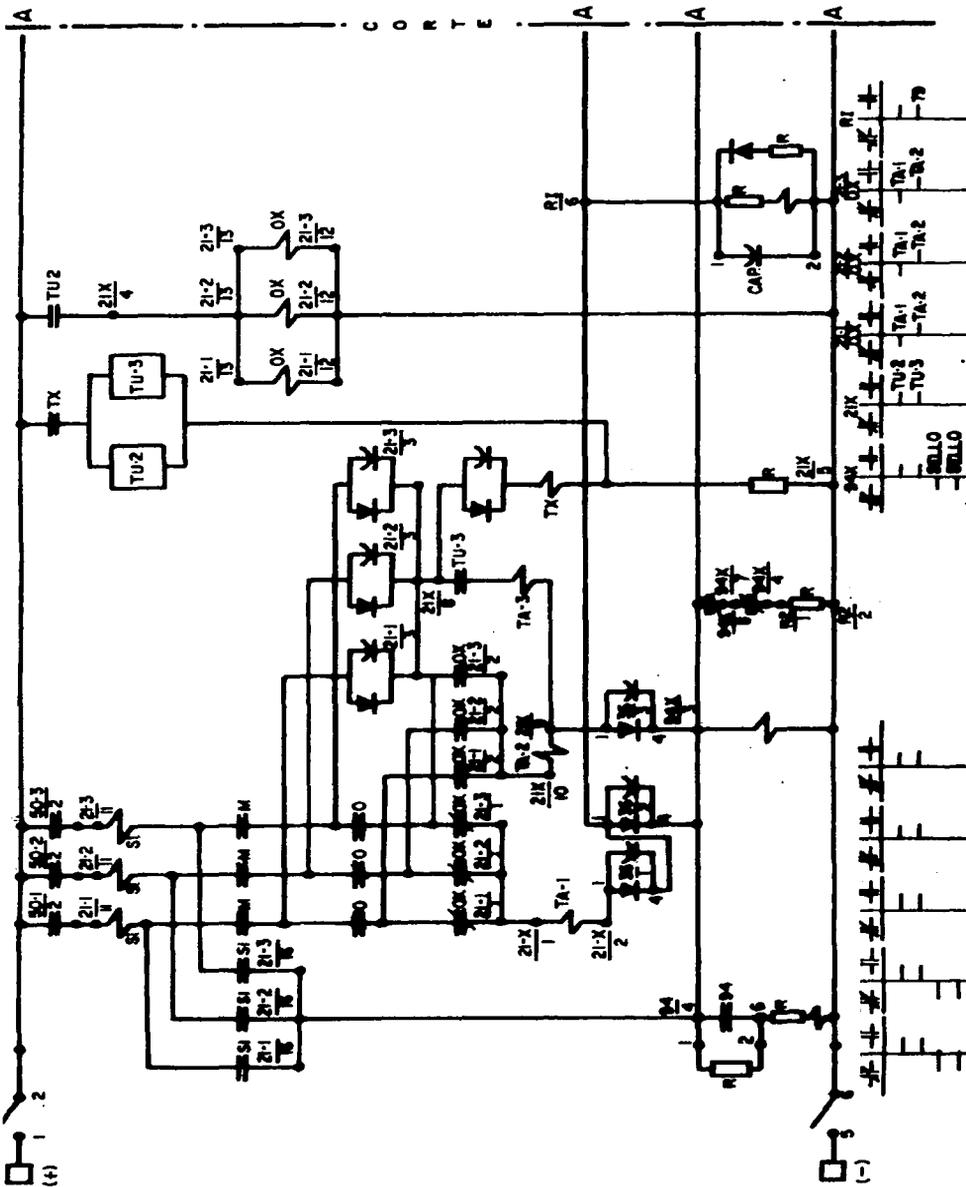
**NOTAS**

- 1- RETIRAR PUENTES CUANDO ESTOS EQUIPOS ENTREN EN OPERACION.
- 2- LA POLARIZACION POR POTENCIAL DE BARRAS DE ENCUESTRA EN PLANO.
- 3- RETIRAR PUENTE CUANDO ENTRE EN SERVICIO LINEA PARALELA.

**PLANO 13. DIAGRAMA TRIFILAR**

FESIS CON FALLA DE ORIGEN

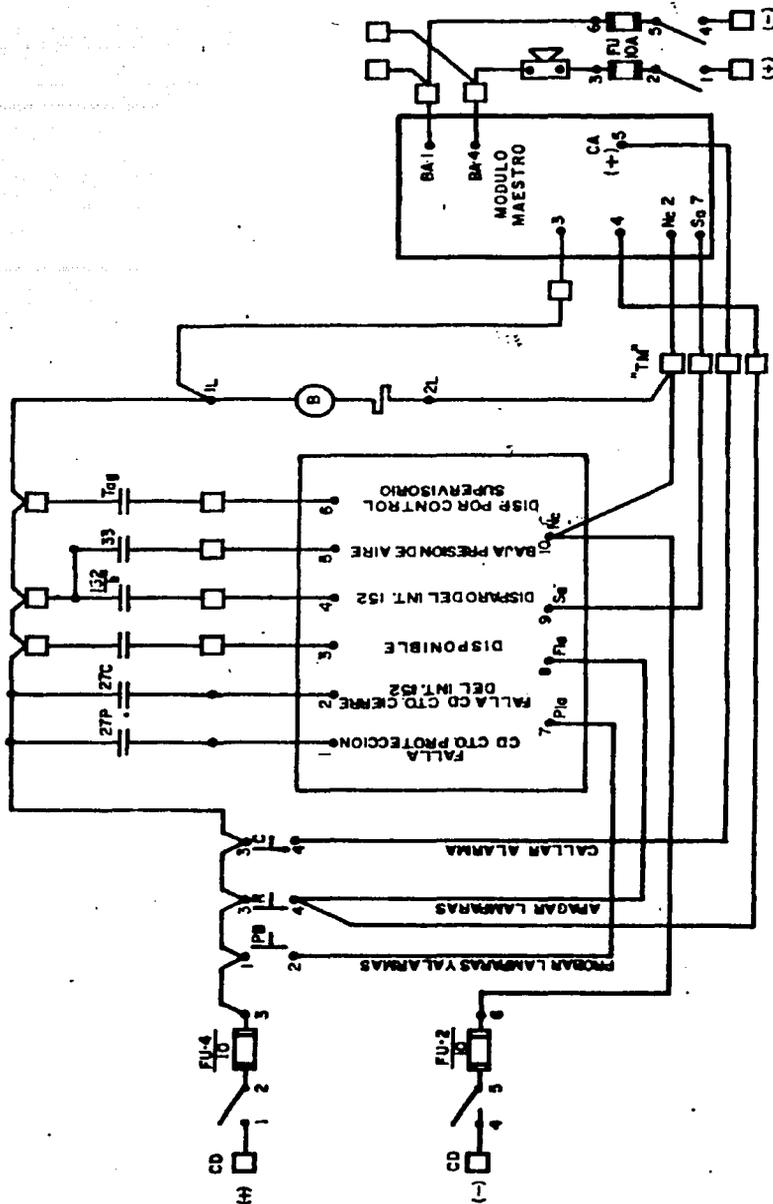




PLANO 15º. DIAGRAMA DE CONTROL DE INTERRUPTOR

FALLA DE ORIGEN





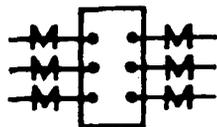
PLANO 16. DIAGRAMA DE ALARMAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

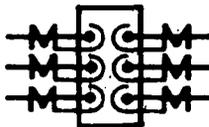
# SIMBOLOS ELÉCTRICOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES

	SEÑAL DE ALTA TENSION		SEÑAL DE CORRIENTE SECUNDARIA DE LOS TC.
	SEÑAL DE CORRIENTE DIRECTA O DE CONTROL		SEÑAL DE POTENCIAL SECUNDARIO DE LOS TP.
	CRUCE DE SEÑALES SIN CONEXION		CRUCE DE SEÑALES CON CONEXION
	BLOCK DE PRUEBAS DE UN CIRCUITO DE CORRIENTES DE LOS TC.		BLOCK DE PRUEBAS DE UN CIRCUITO DE POTENCIALES DE LOS TP.
	BLOCK DE PRUEBAS QUE PERMITE INSERTAR EN SERIE EQUIPO DE COMPROBACION.		DEFASADOR PARA VARIETRO O VARIERRMETRO
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO CON EL EQUIPO DESENERGIZADO O EN POSICION FUERA.		CONTACTO NORMALMENTE CERRADO CON EL EQUIPO DESENERGIZADO, O EN POSICION DE FUERA.
	COMUNICADOR DE VOLTMETRO		COMUNICADOR DE AMPERMETRO
	COMUNICADOR DE CONTROL		COMUNICADOR DE SINCRONIZACION
	SIMBOLO GENERAL DE RELEVADORES Y EQUIPO DE MEDICION. SE LUGAR PARA INDICAR N° MEDIDA O ABBREVIATURA.		WATTHORIMETRO
	AMPERMETRO		VARIORIMETRO
	VOLTMETRO		FRECUENCIMETRO
	WATTMETRO		SINCRONOSCOPIO
	VARIETRO		OSCILOPERTURBOGRAFO

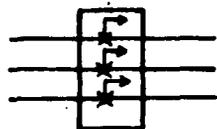
# SIMBOLOS ELÉCTRICOS PARA DIAGRAMAS TRIFILARES



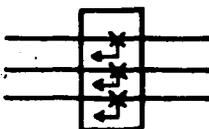
INTERRUPTOR DE POTENCIA  
CON TRANSFORMADORES DE  
CORRIENTE TIPO DEVANADO.



INTERRUPTOR DE POTENCIA  
CON TRANSFORMADORES DE  
CORRIENTE TIPO DONA.



BLOCK DE PRUEBAS DE UN  
CIRCUITO DE CORRIENTES  
DE LOS TC.



BLOCK DE PRUEBAS DE UN  
CIRCUITO DE POTENCIAL  
DE LOS TP.



CUCHILLA DE PRUEBA



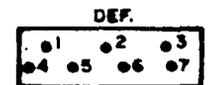
TABLILLA TERMINAL



BOBINA DE POTENCIAL PA-  
RA CIRCUITOS SECUNDARIOS  
DE LOS TP.



BOBINA DE CORRIENTE PA-  
RA CIRCUITOS SECUNDARIOS  
DE LOS TC.



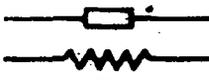
DEFASADOR PARA VARIETRO  
O WATTHORIMETRO



MARCAS DE POLARIDAD



FUSIBLE



RESISTENCIA



INTERRUPTOR TERMOMAG-  
NETICO.



CUCHILLA DESCONECTA-  
DORA.



BOTON DE PRESION DE A-  
PERTURA MOMENTANEA.



BOTON DE PRESION DE CIE-  
RRRE MOMENTANEO.



BOBINA DE CORRIENTE DI-  
RECTA PARA CIRCUITOS DE  
CONTROL EN C.D.



LAMPARA INDICADORA.  
LAMPARA PARA INDICAR  
COLOR



UNIDAD DIRECCIONAL DE  
DISPARO.



CONEXION A TIERRA

## ABREVIATURAS EMPLEADAS EN DIAGRAMAS.

TERMINO	ABREVIATURA
ALARMA	ALR
ALIMENTADOR	ALIM
ALTA TENSION	AT
AMPERE	A
AMPERMETRO	AM
APARTARRAYOS	AP
AUTOMATICO	AUT
AUTOTRANSFORMADOR	ATR
AUXILIAR	AUX
BATERIA	BAT
BAJA TENSION	BT
BLOCK DE PRUEBAS	BP
BLOCK DE PRUEBAS DE CORRIENTES	BPC
BLOCK DE PRUEBAS DE POTENCIAL	BPP
BOBINA DE CIERRE	BC
BOBINA DE DISPARO	BD
CAPACITOR	CAP
CICLOS POR SEGUNDO	c.p.s.
CIERRE	C
CUADRO DE ALARMAS	CALAR
CONMUTADOR DE AMPERMETRO	CMA
CONMUTADOR DE VOLTMERTO	CMV
CONMUTADOR DE SINCRONIZACION	CS
CONTACTO	CTO
CORRIENTE ALTERNA	CA
CORRIENTE DIRECTA	CD
DEFASADOR	DEF
DISPARO	D

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ABREVIATURAS EMPLEADAS EN DIAGRAMAS

TERMINO	ABREVIATURA
DIVISOR CAPACITIVO DE POTENCIAL	DP
ELEMENTO TERMICO	ET
ESTACION DE BOTONES	EB
FACTORIMETRO	FP
FARAD	F
FRECUENCIOMETRO	FM
FUSIBLE	FUS
GENERADOR	G
INTERRUPTOR	INT
LAMPARA ROJA	LR
LAMPARA VERDE	LV
MANUAL	MAN
NEGATIVO	NEG
NEUTRO	N
NORMALMENTE ABIERTO	NA
NORMALMENTE CERRADO	NC
OSCILOPERTURBOGRAFO	OPG
PARARRAYOS	PAR
POLO	P
POSITIVO	POS
REACTOR	REAC
RECIERRE AUTOMÁTICO	RAUT
RECTIFICADOR	RECT
RELEVADOR	REL
REMOVIBLE	REM
RESTABLECER	REST
RESISTENCIA	R
SECUNDARIO	SEC

TESIS CON  
FOTIA DE ORIGEN

## ABREVIATURAS EMPLEADAS EN DIAGRAMAS

TERMINO	ABREVIATURA
SINCRONOSCOPIO	SINC
SOBRECARGA	SC
SOLENOIDE	SOL
SUBESTACIÓN	SE
TABLILLA TERMINAL	TT
TRANSDUCTOR	TRANSD
TRANSFORMADOR	TR
TRANSFORMADOR AUXILIAR	TAUX
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	TC
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	TP
TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO	TA
TRAMPA DE ONDA	TO
VOLT	V
VOLTMETRO	VM
VARHORIMETRO	VARHM
VARMETRO	VARM
VOLTAMPERE REACTIVO	VAR
WATT	W
WATTHORIMETRO	WHM
WATTMETRO	WM
WATT-HORA	WH

## NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION

DISPOSITIVO	DESIGNACIÓN	FUNCION DEL APARATO
1	Elemento Maestro	Dispositivo iniciador, tal como un conmutador de control, relevador de tensión, flotador, etc., que actúa ya sea directamente o por medio de dispositivos auxiliares como relevadores de protección o de tiempo, para operar un equipo.
2	Relevador con retardo de tiempo, para arranque o cierre.	Dispositivo cuya función, es dar un retardo de tiempo deseado antes o después de cualquier operación, en una secuencia de control o en un esquema de protección por relevadores
4	Contactador Maestro	Aparato cuya función, es poner un equipo en funcionamiento bajo las condiciones deseadas, y retirarlo de funcionamiento cuando se encuentre bajo condiciones diferentes o anormales, es controlado generalmente por un dispositivo N° 1
8	Dispositivo de desconexión del circuito de control	Dispositivo, tal como un desconectador de navajas, un interruptor automático o de fusibles desmontables en grupo; utilizado para conectar o desconectar el circuito de control de los aparatos o de las barras colectoras del equipo de control
21	Relevador de distancia	Relevador que funciona cuando la admitancia, impedancia o reactancia de un circuito, aumenta o disminuye más allá de determinados límites.
25	Relevador de Sincronismo o verificador de sincronismo	Opera cuando dos circuitos de corriente alterna, están dentro de los límites deseados de frecuencia, ángulo de fase y voltaje, para permitir la conexión en paralelo de dos circuitos
27	Relevador de bajo voltaje	Funciona cuando el voltaje, desciende de un valor determinado

**NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION**

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>DESIGNACION</b>	<b>FUNCION DEL APARATO</b>
30	Relevador Anunciador	Dispositivo de reposición no automático, que da una o más indicaciones visuales, independientes al funcionar los dispositivos de protección
32	Relevador Direccional de Potencia.	Funciona con un determinado valor de flujo de energía, en una dirección dada o al producirse una inversión en la dirección del flujo, debido a un arco inverso en el circuito anódico o catódico de un rectificador.
33	Interruptor de Posición	Interruptor que cierra o abre un contacto, cuando el dispositivo principal de un aparato cualquiera, no enumerado en la presente lista, llega a una posición dada.
36	Dispositivo de Polaridad	Dispositivo de direccionalidad que permite el funcionamiento de otro dispositivo, a una predeterminada polaridad solamente.
43	Conmutador manual de Transferencia	Dispositivo accionado manualmente, que permite la transferencia de un circuito de control a otro con el objeto de modificar el plan de operación del equipo del esquema de operación.
49	Relevador térmico de máquina o transformador	Relevador que opera cuando la temperatura del devanado de una máquina de corriente alterna o directa, excede de un valor determinado
50	Relevador Instantáneo de Sobrecorriente	Relevador que opera instantáneamente, al alcanzar la corriente un valor excesivo o si la corriente aumenta con demasiada rapidez, lo cual es señal de falla en el circuito protegido

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION

DISPOSITIVO	DESIGNACION	FUNCION DEL APARATO
51	Relevador de Sobrecorriente de tiempo para corriente alterna	Relevador de acción retardada que funciona cuando la corriente alterna de un circuito excede de un valor determinado. El retardo de tiempo puede variar en función inversa a la intensidad de la corriente, o puede ser en función de tiempo definido.
52	Interruptor de Potencia para Corriente Alterna	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir un circuito de corriente alterna bajo condiciones normales o de falla
55	Relevador de factor de Potencia	Relevador que funciona cuando el factor de potencia de un circuito de corriente alterna, llega a ser mayor o menor de un valor determinado
59	Relevador de Sobrevoltaje	Relevador que opera cuando el valor del voltaje excede de un valor determinado
60	Relevador de equilibrio de Voltajes	Relevador que funciona al existir una diferencia dada en un voltaje entre dos circuitos
61	Relevador de Equilibrio de Corrientes	Relevador que opera al producirse una diferencia dada entre las intensidades de corriente, de entrada o de salida
62	Relevador con retardo de tiempo para apertura o disparo	Relevador de acción retardada que actúa en combinación con el dispositivo que inicia la operación de interrupción, detención o apertura de una secuencia automática
63	Relevador de flujo, nivel o presión de gas o líquido	Relevador que funciona a valores dados de presión, flujo o nivel de un líquido o de un gas o a un régimen de variación determinado de dichas magnitudes

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION**

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>DESIGNACION</b>	<b>FUNCION DEL APARATO</b>
64	Relevador protector Contra fallas a tierra	Relevador que funciona si falla el aislamiento a tierra de una máquina, transformador u otro aparato, o si se produce un arco a tierra en una máquina de corriente directa
67	Relevador Direccional de sobrecorriente para corriente Alterna.	Relevador que funciona cuando el valor de la sobrecorriente llega a un valor determinado y en una dirección prefijada
68	Relevador de Bloqueo contra oscilaciones del sistema	Relevador que inicia una señal piloto para producir una acción de bloqueo o de disparo, al producirse fallas externas en una línea de transmisión o en otros aparatos, o que contribuyen con otros dispositivos a bloquear la acción de disparo o de recierre bajo condiciones de falta de sincronismo o de oscilaciones de energía
74	Relevador de Alarma	Cualquier relevador de alarma que no sea del tipo anunciador descrito bajo el número 30, utilizado para para hacer funcionar una alarma visible o audible, o en combinación con dicha alarma
79	Relevador de Recierre	Relevador que controla automáticamente el recierre y bloqueo en posición abierta de un interruptor
81	Relevador de Frecuencia	Relevador que funciona a un valor determinado de la frecuencia que puede ser mayor, menor o igual a la frecuencia normal

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION.**

DISPOSITIVO	DESIGNACION	FUNCION DEL APARATO
83	Relevador Automático de transferencia	Relevador que funciona para elegir automáticamente entre ciertas fuentes de energía o condiciones de servicio de un equipo
85	Relevador Receptor de un Sistema de Onda Portadora de Hilo Piloto	Relevador accionado o restringido por una señal del tipo utilizado en sistemas protectores por onda portadora o del tipo de protección direccional por hilo piloto
86	Relevador auxiliar de bloqueo sostenido	Relevador accionado eléctricamente y de reposición eléctrica o manual, que sirve para desconectar y mantener desconectado un equipo cualquiera después de producirse condiciones anormales
87	Relevador de Protección Diferencial	Relevador de protección, que funciona bajo una diferencia porcentual, ángulo de fase o de otra diferencia cuantitativa de dos corrientes o de otras magnitudes eléctricas
89	Cuchilla Desconectadora	Desconectador utilizado como seccionador o separador de circuitos de potencia de corriente alterna o directa, de operación manual o motorizada
90	Dispositivo Regulador	Dispositivo que funciona para regular una o varias magnitudes, tales como voltaje, corriente, potencia, velocidad, frecuencia, temperatura o carga y mantenerlas a un valor determinado o entre ciertos límites, sea en máquinas, líneas de enlace u otros aparatos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE ACUERDO CON SU FUNCION

DISPOSITIVO	DESIGNACION	FUNCION DEL APARATO
94	Relevador de Disparo Libre	Relevador que opera disparando un interruptor, contactor u otro aparato, o para permitir que dichos elementos sean disparados en forma inmediata por otros dispositivos, o para impedir el recierre inmediato del interruptor en el caso en que éste se abra automáticamente, no obstante que su circuito de recierre se mantenga en posición de operado.

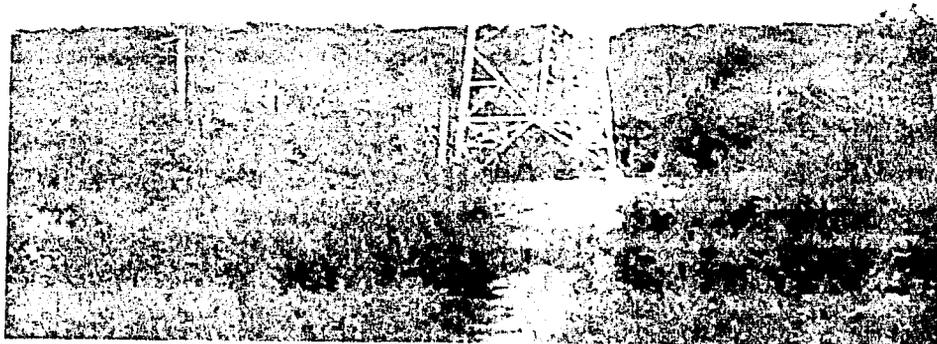
95 al 99 Utilizados solo para aplicaciones especiales en instalaciones individuales, si tal aplicación no esta cubierta bajo ninguna de las definiciones de dispositivos y funciones a los cuales se les ha asignado un número entre el 1 y el 94.

rincipal  EMPLEADOS EN NUMEROS PARA DESIGNAR APARATOS O DISPOSITIVOS

Las letras X, Y, y Z, se emplean generalmente como sufijos y forma parte del dispositivo rincipal marcado con el número que le precede, por ejemplo: los dispositivos 21X y 62Y. Son relevadores auxiliares de los relevadores 21 y 62 respectivamente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# ***CAPITULO 4***



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

107-A

## **4 PROPUESTA DE NORMALIZACION DE ALAMBRADO.**

### **4.1. GENERALIDADES.**

Con el conocimiento de los diagramas eléctricos, referentes al tipo de servicio, para este caso líneas de transmisión y tomándolas como base, para llevar a cabo el alambrado del tablero, es necesario, tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

### **4.2. CONDICIONES DE SERVICIO.**

El alambrado del tablero se realiza de acuerdo al pedido o especificaciones, referente al tipo de conductor a emplear, aplicando los siguientes criterios:

#### **4.2.1. NORMAS**

Que deben cumplir los conductores en los puntos comprendidos a:

NOM-J-12 Cable con Cableado Concéntrico para usos Eléctricos.

NOM-J-142 Conductores con aislamiento de cadena cruzada.

CCONNIE 10.3.1. Conductores con aislamiento termoplástico para su instalación, hasta 600 volts.

CCONNIE 10.1.7. Cable concéntrico de cobre.

#### **4.2.2. CONDUCTOR**

Debe de ser de cobre suave estañado.

#### **4.2.3. AISLAMIENTO.**

El aislamiento del conductor debe estar compuesto por policloruro de vinil (PVC), aplicándolo por extrusión que pueda operar a una temperatura máxima de 105 °C, tanto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

en ambiente húmedo como en seco, con una tensión máxima de operación de 1000 volts. Además debe de contar con las siguientes propiedades.

- a). - Inherente a la acción de los hidrocarburos.
- b). - Alta resistencia de abrasión.
- c). - Bajo coeficiente de fricción.
- d). - No inflamable.
- e). - Alta resistencia al ataque de las substancias químicas y agentes corrosivos.

#### **4.2.4. M A R C A D O.**

Todos los conductores deben tener a lo largo de su longitud y en su superficie exterior, impresos los siguientes datos que deben repetirse cada 300 mm., como máximo.

- a).- Nombre del fabricante.
- b).- Tensión de operación.
- c).- Tipo de aislamiento.
- d).- Temperatura máxima
- e).- Calibre.

#### **4.2.5. C A L I B R E.**

Los tipos de calibre utilizados en el alambrado de un tablero son:

- a).- 12 AWG            Para alumbrado y fuerza de tableros.
- b).- 14 AWG            Para alumbrado, control, protección y medición  
(Secundarios de TC'S y TP'S ).
- c).- 18 AWG            Alarmas, OPG'S y otros circuitos de señalización que  
requieren de un gran número de conductores y que  
conducen corrientes reducidas.

#### 4.2.6. IDENTIFICACION.

Con objeto de distinguir los cables para efectos de instalación e identificación de circuitos, estos deberán manufacturarse con los siguientes colores.

BLANCO	CIRCUITOS SECUNDARIOS DE TC'S (C.A.)
NEGRO	CIRCUITOS SECUNDARIOS DE TP'S (C.A.)
ROJO	CIRCUITOS DE CONTROL Y SEÑALIZACION (C.D.)

#### 4.3. CONEXIONES.

La conexión de los conductores cableados deberá hacerse con conector tipo zapata preaislada con ojollo de compresión tipo AMP (Aireraft Marine Products) o equivalente.

Para la conexión de los cables a relevadores e instrumentos de medición, se deben emplear conectores tipo zapata aisladas cerradas.

Para la conexión a bloques o grupos de tabilllas y cuchillas de prueba y conmutadores de control, se deberán utilizar zapatas aisladas del tipo abierto.

No se debe alambrear con conductores que estén añadidos, aún cuando estos estén soldados.

Se deberán conectar como máximo dos conductores en cada borne del equipo, incluyendo tabilllas terminales y cuchillas de prueba.

Las conexiones de tablero a tablero o de tablero a equipo de campo, deberán hacerse a través de las tabilllas o cuchillas de prueba, dependiendo del circuito que se trate y nunca directamente al equipo componente del tablero.

Todo cable de control y de potencia que proviene del campo deberá entrar por la parte inferior del tablero

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El alambrado en general del tablero es decir, el propio del tablero así como el que proviene de campo no deberá interferir con el acceso al túnel, ni con la circulación del mismo.

#### **4.4. PROPUESTA DE NORMALIZACION DE ALAMBRADO.**

Por la simplicidad de forma y elaboración, facilita la comprensión y por consiguiente la rapidez para realizar el alambrado de los tableros por el personal encargado de llevarlo a cabo, se le puede llamar alambrado lineal.

A continuación de una manera sencilla, se describe el sistema que se sigue en su elaboración.

En este sistema de alambrado, se tienen dos columnas de rectángulos colocados a la izquierda de cada rectángulo según sea el caso. A continuación y considerando la posición de los rectángulos de izquierda a derecha. En el primero de ellos se anotará la sección a la cual pertenece, a continuación la nomenclatura del equipo, que debe tener de acuerdo a su ubicación física en el tablero.

En el segundo rectángulo se anotará el número de borne correspondiente, de acuerdo a catálogo esto si es relevador, instrumento de medición, cuadro de alarmas o conmutador de control, si es tablilla de conexión o cuchilla de prueba, se anotará el borne correspondiente, de acuerdo al arreglo hecho previamente.

Los pasos mencionados se hacen borne por borne de acuerdo al diagrama eléctrico correspondiente.

Realizado lo anterior se unen los rectángulos por medio de una línea, para indicar con esto, la conexión que hay entre aparatos.

Cuando se corta una línea, querrá decir que en ese punto finaliza un circuito y/o existe un contacto o una bobina.

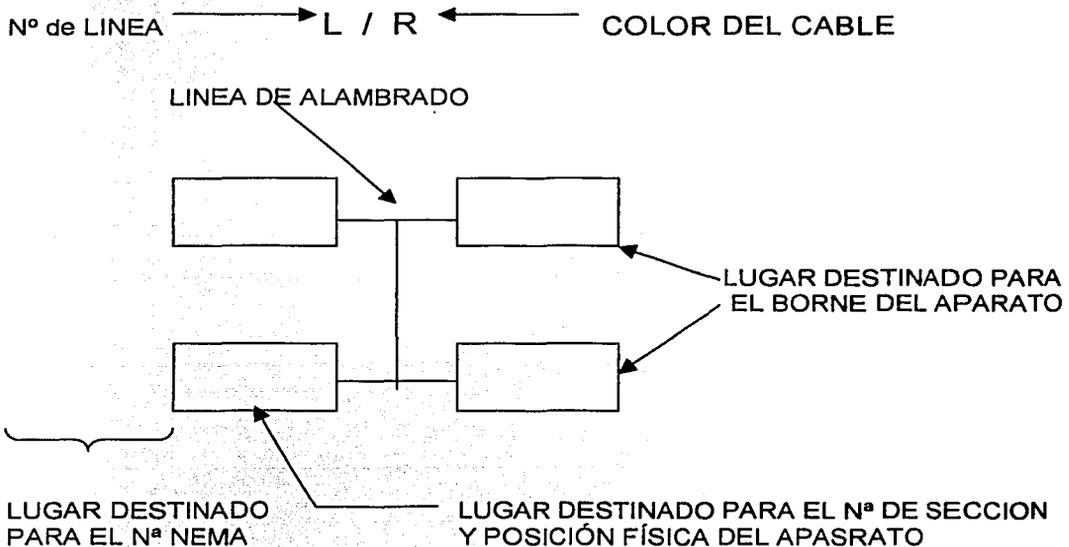
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la parte superior de las columnas se indica, el número de línea secuencial que se está alambrando y debajo de una diagonal el color de cable con el cual se deberá alambra.

La secuencia que debe cumplir el diagrama de alambro lineal normalizado al ser elaborado es:

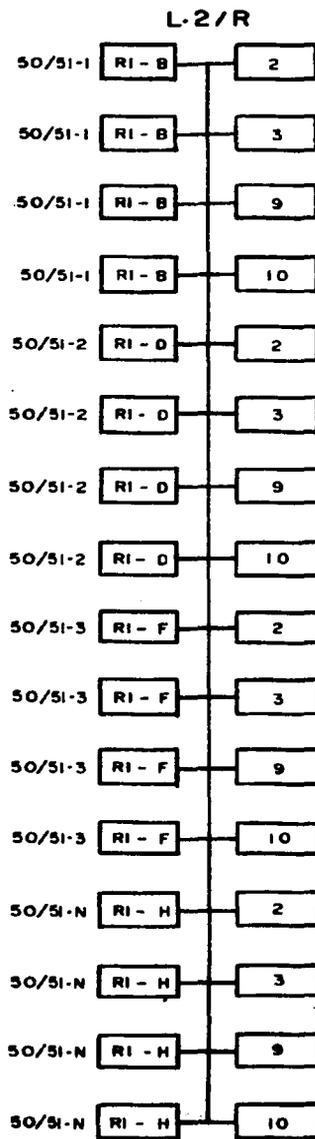
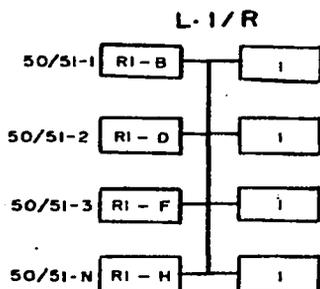
ALERON -----> RESPALDO -----> MANDO.

A continuación se ilustra con un ejemplo el diagrama de alambro lineal propuesto para normalizar.



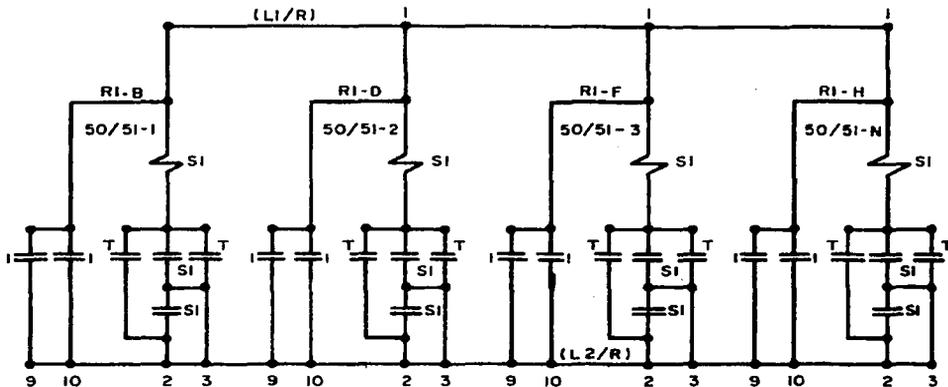
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## EJEMPLO DE ALAMBRADO LINEAL



**EJEMPLO DE  
ALAMBRADO LINEAL**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



EN EL EJEMPLO SE ILUSTRAS COMO SE PREPARA UN ESQUEMATIUCO PARA ELABORAR EL ALAMBRADO LINEAL PARA CUALQUIER TABLERO, DE ACUERDO A LA DISPOSICIÓN FÍSICA MOSTRADA EN EL PLANO N° 1b

#### 4.4.1. ESTRUCTURA PROTOTIPO O ARNES.

Estructura que sirve como base a un alambrado que es realizado en forma provisional, condicionado por factores tales como tiempo y cantidad, y que será trasladado al gabinete definitivo en su momento oportuno

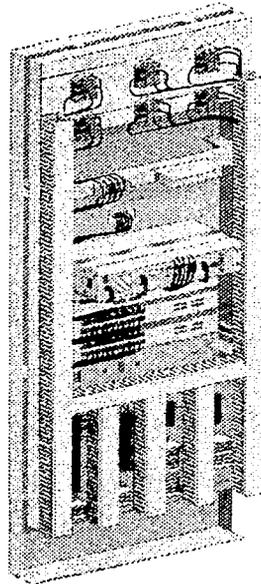
La armadura o prototipo deberá hacerse de un material rígido, en este caso se puede utilizar varilla cold-rolled de 1/8 de pulg. de diámetro o de 1/4 de pulg. de diámetro como máximo, ya que si se hiciera de un calibre más grueso dificultaría su traslado, debido al peso propio del alambrado y del amés.

Este tipo estructura prototipo se puede utilizar en base a la propuesta de normalización eléctrica, ya que esta no varía y dependiendo de la cantidad de tableros de servicios similares, que en un momento dado se tengan que fabricar, debido a la urgencia o

prontitud con que se requieran para ponerlos en servicio, ocasionando con esto que no se dispongan de la cantidad de láminas necesarias maquiladas, es decir que existan en ese momento láminas ya perforadas, para poder armar dichos tableros.

Es por esto que se ha implementado este tipo de estructura para poder reducir tiempo en la fabricación de tableros.

En un tablero norma se realiza su alambrado en forma definitiva, de acuerdo a su lógica y ordenamiento y es posible que después de terminado este, se puede montar o sujetar a dicha estructura o amés, de acuerdo a los haces de cable como quedarán finalmente, se identifica claramente cada uno de los cables, indicando a que aparato y borne irán conectados, luego se procede a retirar estructura y alambrado pudiéndose almacenar en posición vertical, como se muestra en la figura 4.1



**Fig. 4.1** Prototipo de alambrado

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

Ya que la demanda de energía eléctrica en nuestro país tiende a incrementarse considerablemente de acuerdo a los requerimientos del mismo, por lo que el incremento de los sistemas de potencia es inherente a esta expansión. Estos se van haciendo cada vez más complejos y que se refleja en los esquemas de protección y en el equipo utilizado, los cuales requieren revisiones periódicas para su actualización, corrección y/o adaptación a las nuevas condiciones de operación, por lo que se hace necesario que un esquema de protección sea seleccionado correctamente desde su inicio, para que su aplicación sea lo bastante flexible y pueda ser adaptable a los cambios que presentan los sistemas.

Basándose en el frecuente uso de un mismo equipo, en la repetición de un determinado esquema, la similitud de la filosofía y su aplicación, se plantea el presente trabajo tratando de dar los lineamientos básicos para la fabricación de un tablero eléctrico tipo duplex.

Del estudio de los temas contenidos en el presente trabajo se puede comprender el papel tan importante que desempeñan los tableros eléctricos, como dispositivos de control, protección y medición, ya que deben cumplir adecuadamente con las exigencias de confiabilidad, calidad y cantidad requerida para satisfacer la necesidad del buen funcionamiento de los sistemas eléctricos.

Lo anterior se puede cumplir, si los recursos humanos relacionados con la fabricación de tableros eléctricos se encuentran capacitados con el conocimiento y empleo de las técnicas y normas relacionadas con el equipo que los conforman. Esto trae como consecuencia, una disminución en la dependencia tecnológica extranjera.

Tratando con esto de unificar tanto el criterio del personal que diseña, el que construye y el que prueba tableros eléctricos, trayendo como consecuencia el reducir costos e que construye y el que prueba tableros eléctricos, trayendo como consecuencia el reducir costos en cada uno de los puntos en que interviene dicho personal

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Es recomendable e importante la normalización en la fabricación de tableros tipo duplex de otros servicios, tales como Bancos de Potencia, Alimentadores, etc., que son requeridos en una subestación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ***APENDICE 1***

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

112-A

# APÉNDICE I

## RELEVADORES DIGITALES

### ANTECEDENTES

Las técnicas de protección digital de sistemas eléctricos de potencia surgió a finales de la década de los 60's, donde investigadores desarrollaron distintos algoritmos de protección en líneas de transmisión y demostraron su viabilidad. Estos trabajos constituyeron una continuación de los esfuerzos que se venían realizando en el desarrollo de aplicaciones de tiempo real de las computadoras digitales en sistemas eléctricos de potencia.

Los resultados de estos primeros proyectos de investigación y trabajos posteriores tuvieron que esperar a que las computadoras digitales alcanzaran, además de su capacidad, el precio adecuado para su aplicación práctica en el área de protección.

Esto se hizo realidad con el advenimiento del microprocesador, que inicio la etapa de desarrollo de relevadores y sistemas digitales de protección capaces de competir con los electromecánicos y estáticos existentes hasta el momento.

La técnica de la protección digital hoy en día esta consolidada.

### EVOLUCION

Con la llegada de los microprocesadores y su avance en cuanto a la rapidez de operación y la tecnología digital de muestro-filtrado, manejo de datos y cálculo de los mismos, se diseñaron los relevadores digitales para realizar la medición, comparación y operación del relevador por medio de programas en base a algoritmos que caracterizan las curvas, zonas y lógica de operación del relevador al ocurrir una falla, estos algoritmos pueden variar en los relevadores, dependiendo de la función que van a realizar.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los relevadores de este tipo efectúan la lógica de operación al igual que los analógicos, pero realmente quien realiza la función, es un microprocesador o varios. Trabajando en paralelo, llevando uno la coordinación de los demás y el muestreo de las señales. Los ajustes se realizan por medio de un teclado que puede ser en el relevador o en una PC., por medio de software o un protocolo propio de cada fabricante a través de los cuales se pueden visualizar los ajustes dados al relevador o cambiarlos, el indicador visual se puede encontrar en algunos casos en el propio relevador o en la pantalla de una PC.

Al final los ajustes pueden ser impresos o almacenados en el propio relevador para su posterior verificación.

El hardware del relevador digital sirve para propósitos similares a los del hardware del relevador tradicional, acepta voltajes, corrientes y datos de otras fuentes analógicas así como datos del estado de los contactos del interruptor a proteger y de los circuitos de control.

Dicho hardware procesa la información y efectúa las acciones de control necesario; cerrando o abriendo contactos, conectando o desconectando interruptores por medio de las acciones indicadas. Además incluye dispositivos indicadores tales como leds o pantallas de cristal de cuarzo.

Tanto los relevadores en proceso de experimentación como los comerciales, incluyen innovaciones únicas, tales como circuitos de comunicación que proporcionan acceso local o remoto a los ajustes, datos de medición, archivos de falla, localización de la misma etc. El mantenimiento es reducido y su disponibilidad se incrementa con el autodiagnostico.

ANÁLISIS CON  
FALLA DE ORIGEN

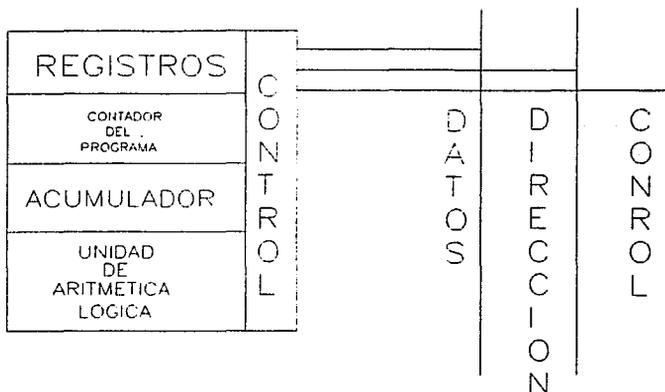


FIG 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN MICROPROCESADOR

Un diseño básico de hardware sirve para diferentes propósitos de protección ya que este puede ser diseñado en forma general y lo que determina la aplicación es el software. El procesamiento de datos para propósitos no de protección en si, puede incluirse fácilmente por ejemplo: reporte de eventos, medición de demanda y estimación de temperatura ambiental.

Las configuraciones del hardware puede ir desde una sola tableta de microprocesador, para relevadores de sobrecorriente, pasando por diseños unitarios, que incluyan control, protección, hasta el uso de varios procesadores y sofisticados canales de comunicación.

A pesar de la amplia gama de los sistemas, los principios del hardware siguen siendo similares.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## MICROPROCESADOR

El microprocesador lleva a cabo las lógicas de protección y otras tareas definidas en programas almacenados permanentemente en memoria, la figura 1, Proporciona un diagrama de bloques de un microprocesador. Cuando el procesador se pone a trabajar por primera vez o se repone, carga su contador de programas con una dirección, esta es colocada en el bus de direccionamiento y realiza la lectura de datos para traer la primera instrucción de la memoria. Dicha instrucción se almacena en un registro de instrucción y es ejecutada por la unidad aritmética lógica, las instrucciones pueden efectuar otros registros, a la memoria o al control. Cuando la instrucción es completada, el contador del programa proporciona la siguiente dirección para el acarreo de otra instrucción, continuando así el proceso.

Los procesadores que se signan para el diseño de protecciones digitales van desde elementos de un solo chip para aplicaciones de recierre que no contengan gran cantidad de señales analógicas o de comunicación, pasando por los diseños medianos de 8 bits, hasta sofisticados sistemas multiprocesadores de 16 bits.

## DESARROLLO HISTORICO

**Relevador electromecánico (1901-1937):** Constituido con partes móviles (bobina de atracción, contactos de salida, etc.)

**Relevador estático:** Se utiliza por lo general relevadores electromecánicos auxiliares.

- 1º Generación bulbos(1925 a 1948), de gran volumen y de corta vida.
- 2º Generación de transistores(1949 - 1961).
- 3º Generación de circuitos integrados(1960-1970), compuestos por amplificadores y compuertas lógicas.
- 4º Generación microprocesadores(1960 - hasta la fecha ), no se había desarrollado completamente porque las computadoras no eran capaz de procesar con la rapidez que se requiere, en la actualidad ya existen estas, por ello el auge que esta teniendo estos relevadores con microprocesadores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **VENTAJAS EN DISEÑO DE LOS RELEVADORES DIGITALES**

- Las características de los componentes digitales no varían con la temperatura, voltaje de suministro y no tienen envejecimiento.
- Su comportamiento se mantiene invariable con todo el sistema.
- Tiene menos componentes móviles, menos conexiones (externas o internas).
- Su resolución depende del número de bits por palabra utilizado
- No requiere ajuste individual.
- Solo cambios de diseño en el software.
- Pueden realizar funciones lógicas y aritméticas en el control de proceso.
- Los datos almacenados no se pierden a menos de que haya una falla en el sistema de C. D.

## **VENTAJAS DE OPERACION**

- Su costo es muy similar y en algunos casos menor que los electromagnéticos.
- Tienen capacidad de autodiagnóstico(lo que los hace más versátiles).
- Tienen gran flexibilidad funcional(realizar otras funciones además de la primordial como son la medición, protección, control y supervisión o la función de otros relevadores).
- Capacidad de comunicación con otros dispositivos.
- Pueden constituir la base de la protección adaptiva cuyos parámetros de operación cambian automáticamente con las condiciones del sistema.

## **DESVENTAJAS O LIMITACIONES OPERACIONALES**

- No se han desarrollado actualmente redes de comunicación, que limitan las posibilidades que ofrecen estos relevadores.
- El hardware de los relevadores cambia con gran velocidad, que dificulta su mantenimiento.

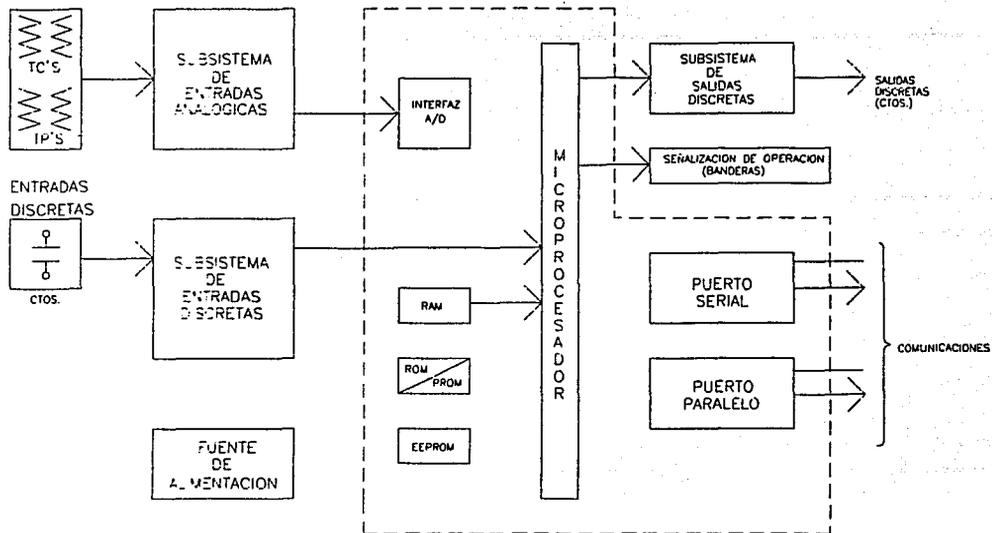


FIG. 2.- DIAGRAMA DE BLOQUES TÍPICO DE UN RELEVADOR DIGITAL.

- Predomina la utilización de lenguaje ensamblador en los relevadores digitales, lo que limita la transportabilidad de los programas de los diferentes relevadores.
- dificultad con la adaptación de los relevadores digitales a las condiciones ambientales y las de interferencia electromagnéticas de la subestación.

## PARTICULARIDADES DE LOS RELEVADORES DIGITALES

Los sistemas de microprocesadores intercomunicador con el sistema protegido que realizan tareas de tiempo real, por lo que les confiere dos particularidades.

- La información sobre los valores de las señales de entrada llega al microprocesador en instantes discretos de tiempo.
- El microprocesador realiza operaciones aritméticas, tales como suma, resta, multiplicación y división,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la fig. 2 se presenta el diagrama general de bloques de un relevador digital, al cual se le aplican señales analógicas provenientes de los transductores primarios de corriente y potencial, señales discretas, que reflejan el estado de interruptores, cuchillas y de otros relevadores. El relevador realiza, también la función de señalización de su operación (banderas) y de estado funcional mediante dispositivos de señalización tipo mímico.

El sistema de señales analógicas tiene las siguientes funciones:

- Reducir las señales de voltaje y convertir las corrientes que vienen de los transductores primarios y voltajes equivalentes adecuados para la conversión de entrada (analógica-digital).
- Aísla eléctricamente los circuitos electrónicos del relevador del circuito de entrada.
- Protege al relevador contra sobre voltaje transitorios inducidos en los conectores de entrada por conmutaciones y otros procesos transitorios en el sistema primario o en el circuito secundario de protección.

El sistema de entrada discreta tiene las siguientes funciones:

- Acondiciona las señales para su aplicación al procesador.
- Provee el aislamiento eléctrico necesario entre las entradas y los circuitos electrónicos.
- proteger al relevador contra sobrevoltajes transitorios.

En el interfaz análogo-digital se llevan a cabo los procesos de muestreo y señal analógica a digital y de estas, generando con esto pulso de corta duración y de una cierta frecuencia, en cada una de ellos se hace la conversión de valor instantáneo de la señal analógica a una digital, que queda disponible para el procesador (diagrama de bloques).

El microprocesador ejecuta los algoritmos de protección, controlando diversas funciones como las de tiempo, realiza tareas de autodiagnóstico y de comunicaciones.

En el relevador se requieren distintos tipos de memoria:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**RAM:** Memoria de acceso aleatorio, necesaria como buffer para almacenar temporalmente los valores de las muestras de entrada, para acumular resultados intermedios de los programas de protección, para almacenar datos que serán guardados en una memoria no volátil (ROM).

**ROM:** Memoria no programable de lectura, solamente para guardar los programas del relevador no volátil.

**PROM:** memoria programable de lectura, solamente para guardar los algoritmos del relevador.

**EEPROM:** Las memorias ROM y/o Prom son ejecutables directamente desde allí, se cargan inicialmente a memorias RAM para su ejecución posterior.

Los parámetros de ajuste del relevador y otros importantes que no varían con gran frecuencia se almacenan en memorias tipo PROM borrables(EPROM) o eléctricamente borrables (EEPROM).

## **COMUNICACIONES:**

Las interfaces de comunicación serial, permiten el intercambio de información remota fuera de línea con el relevador para tareas de asignación de valores de parámetros de ajuste, de lectura de registros de falla o de datos de ajustes y otros. Para el intercambio de información de tipo real es necesario disponer de una interfase de comunicación paralela.

El subsistema de salidas discretas procesa información de un puerto paralelo de salida del procesador y que consiste en una señal digital en que cada bit, puede ser utilizado para definir el estado de un contacto de salida.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La fuente de alimentación debe ser independiente, generalmente del tipo conmutado, que puede conectarse al banco de baterías de la subestación y que pueda producir voltaje de corriente directa para la circulación propia del relevador(5 volts y +- 15 volts).

## ESQUemas DE PROTECCION CON RELEVADORES DIGITALES

### LINEAS

Protección primaria:

- 87L, Relevador de Comparación Direccional de secuencia positiva y negativa, actuando sobre un equipo de tonos para líneas con o sin capacitores serie.
- 21/21 N, Relevador de Distancia de fases y tierra.
- 87H, Relevador para protección de Hilo piloto.

Protección de respaldo:

- 21/21 N, Relevador de Distancia de fases y tierra.
- 67/67 N, Relevador Direccional de Sobrecorriente de fase y tierra.
- 50FI, Relevador de Falla de Interruptor.
- 68, Relevador para Bloqueo por Oscilaciones de sistema.
- 85X, Relevador auxiliar de alta velocidad para actuar sobre un transmisor(equipo de tonos), para enviar señal permisiva de disparo(pick up 8n ms drop out 32 ms),

### TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Protección primaria:

- 87T, Relevador diferencial de alta velocidad.
- 50/51, Relevador de sobrecorriente instantáneo.
- 67 N, Relevador direccional de sobrecorriente a tierra.

Protección de respaldo:

- 51T, Relevador de sobrecorriente de tiempo para neutro del banco.
- 51TT, Relevador de sobrecorriente instantáneo para neutro del banco.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ALIMENTADORES

Protección primaria:

- 50 relevador de sobrecorriente instantáneo de fase.

Protección de respaldo:

- 51 Relevador de sobrecorriente de tiempo de fase.
- 50/51 N Relevador de sobrecorriente de tierra, instantáneo y de tiempo.

## CARACTERISTICAS COMPARATIVAS ENTRE RELEVADORES ELECTROMECHANICOS Y DIGITALES

### RELEVADOR DE DISTANCIA ELECTROMECHANICO

**Características:** Son monofásicos, utilizan la estructura actuante de tambor o copa de inducción, en el cual el momento de inercia del elemento móvil es mucho menor que el disco de inducción para el mismo par de operación, consiguiéndose así una muy alta velocidad de operación.

Existen tres tipos de relevadores de distancia del tipo electromecánico de impedancia, reactancia y admitancia.

**Montaje:** Semiextreable.

**Señalización:** Atracción electromecánica (bandera)

### RELEVADOR DE DISTANCIA DIGITAL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Características:** Mho expandible para todas las fallas, tres zonas de falla de fase a fase con supervisión, provisto de un filtro de impulso - respuesta infinita con un mínimo

de ciclos de polarización de menor para todos los elementos Mhp. Supervisión de sobrecorriente de fase residual.

Elementos de sobrecorriente de fase con ajuste alto, dos elementos de sobrecorriente residual para fallas a tierra, un elemento instantáneo direccional o no direccional.

Elemento direccional de secuencia negativa, para la supervisión de fallas desbalanceadas, Recierre automático, lógica para condición de pérdida de potencial, lógica para disparo permisivo al abrirse el extremo remoto, verificador de sincronismo.

**Montaje:** Semi-estriable.

**Señalización:** Indica por medio de leds la zona donde ocurrió la falla, botón de reposición, se programa por medio de una PC.

### TABLA COMPARATIVA ENTRE RELEVADORES ELECTROMECHANICOS Y DIGITALES

TIPO	CANTIDAD	MARCA	CATALOGO	PESO APROX. KG.	COSTO (PESOS)
Electromecánico	3	G. E.	GCX	54.3	20,191.74
Electromecánico	3	G. E.	GCXG	54.3	20,191.74
Electromecánico	2	G. E.	SAM14 (Aux.)	20.4	6,297.45
Electromecánico	1	G. E.	NAA15 (Aux.)	8.2	2,557.55
Electromecánico	1	G. E.	NGA15 (Aux.)	1.4	628.45
Electromecánico	1	G. E.	NGA15 (Aux.)	1.4	301.70
	11			170.6	50168.63

Costo total del equipo electromecánico para un tablero de protección de línea.

**50,168.63**

SEALADO CON  
**FALLA DE ORIGEN**

TIPO	CANTIDAD	MARCA	CATALOGO	PESO APROX. KG.	COSTO (PESOS)
Digital	1	SEL	121F	9.5	20,383.98
	1			9.5	20,383.98

Costo total del equipo electromecánico para un tablero de protección de línea **20,383.98.**

### **CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS COMPONENTES DE UN RELEVADOR DIGITAL**

- Las entradas digitales deben pasar por un filtro pasa bajas antes de ser muestrados, para limitar los efectos del ruido y componentes de señales con rango de frecuencia mayores que la mitad de la frecuencia de muestreo.
- Las señales deben ser presentadas al convertidor analógico digital en forma sostenida durante el tiempo de conversión, por lo que debe pasar por un amplificador de muestra sostenida.
- El convertidor analógico-digital debe ofrecer una precisión de 12 a 16 bits.
- El microprocesador debe realizar las funciones de protección y otras tareas definidas de acuerdo a las funciones de cada relevador, en programas permanentemente almacenados en la memoria.
- Debe tener componentes de interfaz como entradas de contactos, acondicionadas y presentadas como entradas de puerto paralelo, banderas(leds) e interfaces de información serie.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- Debe contar con un multicanalizador analógico que seleccione una entrada S/H (amplificador de muestra sostenida a un tiempo para evaluación analógica y conversión a digital subsecuentes).

## TIPOS DE MEMORIAS

**RAM:** Random Access Memory

Memoria de acceso aleatorio.

**ROM:** Read Only Memory

Memoria únicamente de lectura (no programable).

**PROM:** Programmable Read Only Memory

Memoria únicamente de lectura programable.

**EPROM:** Eraser Programable Read Only Memory

Memoria únicamente de lectura programable borrable.

**EEPROM:** Electronical Eraser Programable Read Only Memory

## MEMORIA AMPLEADA EN LOS RELEVADORES DIGITALES

**RAM:** El almacenamiento requerido por los procesos computacionales y por los registros de falla, valores de los muestreos de entrada.

**ROM:** Programas almacenados del relevador.

**EEPROM:** Los ajustes y demás información son almacenados en memoria de lectura exclusiva reprogramable eléctricamente.

## **CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS COMPONENTES DE UN RELEVADOR DIGITAL**

- Las entradas digitales deben pasar por un filtro para bajas antes de ser muestradas, para limitar los efectos de ruido y componentes de señales con rangos de frecuencia mayores que la mitad de la frecuencia de muestreo, las señales filtradas deben ser presentadas al convertidor analógico digital en forma sostenida durante el tiempo de conversión, por lo que deben pasar por un amplificador de muestra sostenida.
- El convertidor A/D debe ofrecer una precisión de 12 a 16 bits.
- El microprocesador debe efectuar las funciones de protección y otras tareas definitivas de acuerdo a las funciones de cada relevador, en programas permanente almacenado en la memoria.
- Debe tener componentes de interfaz como entradas de contacto, acondicionadas y presentadas como entradas de puerto paralelo, banderas (leds) e interfaces de información serie.
- Debe contar con un multicanalizador analógico que seleccione una entrada S/H (amplificador de muestra sostenida) a un tiempo para evaluación analógica y conversión a digital subsecuentes.

### **CONCLUSIONES**

#### **SISTEMAS DIGITALES INTEGRADOS DE PROTECCION, CONTROL Y MEDICION**

La tendencia actual es la integración de las funciones de protección, control y medición en sistemas digitales de S. E. y plantas generadoras que se enlazan con computadoras centrales de nivel del sistema de potencia. En la fig. 3 se presenta una posible estructura jerárquica con tres niveles, dos de ellos en la S. E. En el nivel I están los procesadores digitales encargados directamente de las funciones de protección, control y medición y que se encuentran interconectados en el sistema eléctrico de potencia.

El nivel II corresponde a la computadora de la subestación, que concentra la información proveniente de los procesadores del nivel I y la transmite a la central del

sistema(nivel III) ó transmite comandos de control de esta computadora al nivel I, para ser ejecutados por los procesadores sobre los interruptores de la subestación.

En resumen, el nivel I se realiza en funciones directas de protección, control y medición, recibe información de los equipos de Alta Tensión de la subestación y se envían a estos los comandos de control, se hacen funciones de diagnostico, existen facilidades para la comunicación hombre-maquina y se realizan las comunicaciones con el nivel superior.

En el nivel II se hacen funciones de respaldo de los procesadores del nivel I (incluyendo el respaldo de protecciones), se recolectan, procesan y almacenan datos, se realizan análisis de secuencia de eventos, existen medios para la comunicación hombre-máquina y se desarrollan las comunicaciones con los niveles I y II.

En el nivel III se originan acciones de control, se recolectan y procesan los datos, se realizan análisis de secuencia de eventos y otros, se hacen registros oscilográficos, se elaboran reportes y organizan las comunicaciones con el nivel inferior. En este nivel se ejecutara la mayor parte de las funciones de protección adaptativa del sistema, en la medida que se vaya introduciendo en la practica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# **APENDICE 2**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

127-A

## APÉNDICE I I

### DESCRIPCION DE LA FABRICA DE TABLEROS DE COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA.

La fabrica de tableros de la Subgerencia Eléctrica dependiente de la Gerableros eléctricos que se han instalado en plantas generadoras y subestaciones de CLYF.; y desde 1974, en gran número de plantas generadoras y subestaciones de la C.F.E.

La fabrica ha efectuado modificaciones y ampliaciones necesarias a todo tipo de tableros en las mismas plantas generadoras y subestaciones, para poder observar el incremento de la carga, y mejorar las condiciones de operación; adaptando las anteriores a nuevas tecnologías. Siempre que se efectúan estas modificaciones o cambios se procura hacerlos causando un mínimo de molestias al usuario. Evitando hacer interrupciones al servicio cada vez que sea posible, procurando que sea en las horas de más baja carga y coordinando las modificaciones a los tableros con otros trabajos que requieran la misma interrupción.

La experiencia adquirida en la fabricación de tableros eléctricos durante este largo período ha permitido entrenar en C.L.y F.C. a un equipo calificado de obreros, técnicos especializados e ingenieros. Creando con esto, una tecnología propia capaz de competir en el mercado nacional e internacional.

Considerando la expansión que es característica de los sistemas de potencia y con ello el incremento en la fabricación de tableros eléctricos, aunando con esto a la modernización de los equipos eléctricos y mecánicos de plantas generadoras y subestaciones, la C.F.E. y CLy F.C., ha procurado desarrollar e impulsar a esta fábrica de tableros para que cumpla con los requerimientos del sector eléctrico.

Con esto, los tiempos de entrega, el costo y la calidad que se han obtenido en la fábrica de tableros desde su fundación hasta la fecha, son altamente competitivos y difícilmente pueden ser igualados por otro fabricante, ya sea nacional o extranjero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El bajo costo en la manufactura de tableros eléctricos, es producto de la experiencia acumulada durante todo este periodo, en el alambrado de los tableros de las subestaciones de la C.L. y F.C., ya que debido a la capacitación del personal se han podido abatir tiempos en el proceso de manufactura.

A través de todos estos años la fábrica de tableros ha logrado estructurar las secciones que a continuación se mencionan, teniendo en cuenta que cada una de ellas, es de gran importancia en la manufactura de tableros eléctricos.

#### INGENIERIA DE FABRICA

La función de esta sección consiste en verificar y según se requiera corregir el proyecto original enviado por el Departamento de Ingeniería Eléctrica perteneciente a la Gerencia de Planeación e Ingeniería, de esta misma C.L. y F.C., adaptando de tal manera que se pueda manufacturar el producto con un mínimo de problemas, además esta sección es la encargada de generar la información suficiente al resto de las secciones correspondientes, esta información consta de, colocación de equipo, lista de material, sabanas de alambrado, diagramas eléctricos.

#### CONTROL DE CALIDAD

La función de esta sección, consiste en mantener la calidad del proceso de acuerdo a las normas constructivas vigentes, adoptadas por la fábrica, el proceso de control de calidad se realiza en algunas ocasiones al final de cada etapa del proceso de manufactura o en algún paso intermedio de cada etapa según se requiera.

#### ABASTECIMIENTO DE MATERIALES

Sección encargada de recibir equipo por parte de fabricantes nacionales y/o extranjeros, y además de tener la custodia de dicho equipo, se encarga de distribuir la cantidad, la marca, tipo o número de catálogo correcto de acuerdo al requerimiento de la lista de material previamente generada.

TESIS CON  
FACILIDAD DE ORIGEN

## HERRAJES

Sección encargada del montaje de los soportes auxiliares del equipo, montaje de los accesorios y material misceláneo, armado del gabinete que forma al tablero, así como de la base que sostendrá dicho gabinete y de la instalación del alumbrado propio, todo esto de acuerdo a la colocación de equipo generada.

## PINTURA

Sección encargada, que de acuerdo a especificaciones para recubrimientos anticorrosivos solicitados por C.F.E., referentes al medio ambiente al cual estará expuesto el producto, de aplicar una o varias capas de pintura, según sea el caso, a estas capas se les puede denominar como capas primarias y como capas de acabado, dependiendo del número de aplicaciones.

## ALAMBRADO

Sección encargada del montaje del equipo de control, protección y medición, además de realizar el alambrado propiamente de acuerdo a la información contenida en las sábanas de alambrado, de la colocación de equipo y lista de material.

## GRABADOS

Sección encargada de la elaboración de las etiquetas para la identificación de cada uno de los aparatos que conforman al producto, esto es según la norma, además de la fabricación y colocación del cuadro sinóptico o bus mímico, para identificar gráficamente las conexiones principales, esto se hace en base a la colocación de equipo.

## PRUEBAS

La función principal de esta sección consiste en verificar que los diagramas eléctricos estén actualizados y de acuerdo al producto ya terminado, para poder analizar y simular condiciones de operación del producto para que el equipo de control, protección, medición y señalización operen correctamente de acuerdo a su función específica.

A continuación se mencionan productos que se manufacturan en la fábrica de tableros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1.- Tableros de Control, Protección y Medición para:

- a).- Líneas de Transmisión
- b).- Alimentadores
- c).- Bancos de Transformadores
- d).- Bancos de Tierra
- e).- Baja Frecuencia
- f).- Sincronización Automática
- g).- Transferencia de Potenciales
- h).- Generadores

2.- Tableros de Servicio de Estación

3.- Tableros Blindados

4.- Tableros para Centro de Control de Motores

5.- Gabinetes de Alarmas y Señalización para:

- a).- Transformadores
- b).- Interruptores
- c).- Cuchillas Desconectoras

6.- Gabinetes de Control para:

- a).- Bombas y Ventiladores
- b).- Sistemas de Enfriamiento
- c).- Motobombas
- d).- Sistemas Contra Incendio

7.- Tableros Especiales

8.- Cuadros de Alarmas para operar a: 48, 125, y 250 V.C.D.

9.- Unidades Direccionales de Disparo

10.- Módulos de no Voltaje para C.A. y C.D.

11.- Módulos de Alarmas



- 12.- Probadores de Continuidad
- 13.- Productos de Resinas Epóxicas

- a).- Pasamuros
- b).- Encapsulado de Relevadores

El diagrama de bloques que se muestra a continuación, tiene como finalidad, observar el proceso paso a paso en la manufactura de tableros eléctricos para C.F.E.

- 0.- Contenido de Información de C.F.E.
- 1.- Contenido de Información de I.E. (L Y F)
- 2.- Recepción de Diagramas de Disposición de Equipo y Lista de Materiales de I.E. en F.T. (no aprobados)
- 3.- Recepción de Diagramas Eléctricos de I.E. en F.T. (no aprobados)
- 4.- Revisión Grupos de Perforación vs. Norma (ejes y distancias mínimas)
- 5.- Revisión Lista de Material vs. Plano disposición de Equipo
- 6A.- Revisión Diagramas Trifilares
- 6B.- Revisión Diagramas de Control
- 6C.- Revisión Diagramas de Protección
- 6D.- Revisión Diagramas de Alarmas y Control Supervisorio
- 7.- Envío a Estructuras (información para perforación)
- 8.- Fabricación de Láminas
- 9.- Control de Calidad a Láminas en Estructuras
- 10.- Recepción de Láminas y Envío a Pintura
- 11.- ~~Proceso de~~ Colocación de Herrerajes, Ductos, Tablillas y Misceláneo (sección de Herrerajes)
- 12.- Montaje de Equipo (sección de Alambrado)
- 13.- Elaboración Hojas de Alambrado
- 14.- Envío de Información a Manufactura
- 15.- Recepción de Planos Aprobados en F.T.
- 16.- Modificaciones en Planos Aprobados
- 17.- Nomenclatura del Tablero
- 18.- Alambrado del Tablero



19.- Inspección Control de Calidad

20.- Pruebas Eléctricas por F.T.

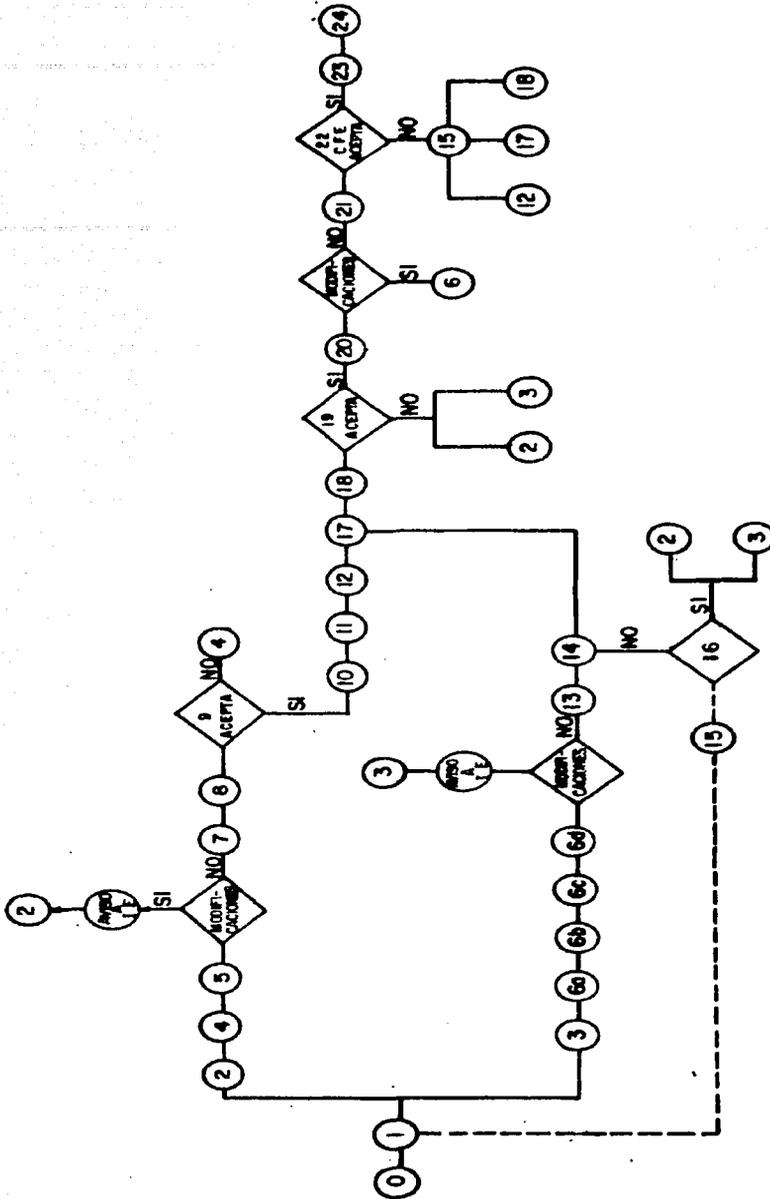
21.- Aviso a Laboratorio de C.F.E.

22.- Pruebas de aceptación y Recepción por C.F.E.

23.- Solicitud de embarque a C.F.E.

24.- Salida de Fabrica de tableros a Destino Final

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFÍA

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NOM-J-68

NOM-J-118

NOM-J-235

MANUAL DE DISEÑO DE  
SUBESTACIONES

CIA DE LUZ Y FUERZA

ESPECIFICACIONES DE CFE

LV-000041

APPLIED PROTECTIVE RELAYING

WESTINGHOUSE  
ELECTRIC  
CORPORATION

PROTECTIVE RELAY  
(APPLICATION GUIDE)

GEC  
ALSTHOM  
CORPORATION

PROTECTIVE RELAYING THEORY  
AND APPLICATIONS

ABB

EL ARTE Y LA CIENCIA DE LA PROTECCION  
POR RELEVADORES

C. RUSSEL MASON

CATALOGOS Y FOLLETOS

GENERAL ELECTRIC  
WESTINGHOUSE  
SEL  
ABB  
AISE ARTECHE  
SIEMENS  
GEC

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN