

19
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

WENCESLAO ANTONIO FLORES ANGELES

ASESOR: ING. MA. DE LA LUZ GONZALEZ QUIJANO

408772

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

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

" Fabricación de Tableros de Control, Protección y Medición
para Subestaciones Eléctricas de Potencia. "

que presenta el pasante: Wenceslao Antonio Flores Angeles
con número de cuenta: 7958406 - 5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

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

A T E N T A M E N T E.
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 16 de Noviembre de 199 8.

PRESIDENTE	Ing. Javier Hernández Vega	
VOCAL	Ing. Benjamín Contreras Santacruz	
SECRETARIO	Ing. M ^a de la Luz González Quijano	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Alfredo Monroy León	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Ricardo Ramírez Verdeja	

- A MIS PADRES

- A MI ESPOSA: MARY CARMEN

- A MIS HIJAS: CLAUDIA
LAURA
CARMEN

- A MIS HERMANOS

- A LA MEMORIA DE MI HERMANA MARTHA

WENCESLAO ANTONIO FLORES ANGELES

I N D I C E

CAPITULO I

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCION, MEDICION Y CONTROL EN SUBESTACIONES ELECTRICAS DE POTENCIA.

1.	Protección	1
1.1.	Partes fundamentales de un sistema de protección	1
1.2.	Tipos básicos de relevadores	2
1.3.	Características de operación de los relevadores	3
1.3.1.	Relevador de sobrecorriente	3
1.3.2.	Relevador direccional	4
1.3.3.	Relevador de balance de corriente ó voltaje	5
1.3.4.	Relevador diferencial	5
1.3.5.	Relevador de distancia	7
1.3.6.	Protección tipo piloto	7
1.4.	Protección primaria y de respaldo	10
1.4.1.	Protección primaria	10
1.4.2.	Protección secundaria ó de respaldo	11
1.4.3.	Protección de respaldo local	12
1.4.4.	Protección de respaldo remoto	13
1.5.	Aplicación de los relevadores en los esquemas de protección	14
1.6.	Números que identifican los dispositivos	15
1.7.	Abreviaturas empleadas en diagramas eléctricos	17
2.	Fundamentos de medición	19
2.1.	Aparatos de medición	19
2.1.1.	Ampérmetro	19
2.1.2.	Vólmetro	21
2.1.3.	Wáttmetro	22
2.1.4.	Vármetro	23
2.1.5.	Otros instrumentos de medición	24
2.1.6.	Transductores	24
2.2.	Tipos de medición en sistemas eléctricos	25
2.2.1.	Medición local	25
2.2.2.	Medición remota	25
2.2.3.	Medición mixta	25
2.3.	Lugares de medición en una subestación eléctrica	26

3.	Fundamentos de control	27
3.1.	Dispositivos de control automático	27
3.2.	Dispositivos de mando y señalización	29
3.3.	Dispositivos de alarma	29
3.4.	Dispositivos de registro	30

CAPITULO II

SELECCION DEL ESQUEMA DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.

1.	Generalidades	31
2.	Normalización	31
3.	Símbolos eléctricos	32
4.	Diagramas esquemáticos de control, protección y medición	36
4.1.	Diagrama esquemático	36
4.2.	Diagrama de control	36
4.3.	Diagrama unifilar	37
4.4.	Diagrama trifilar	38
5.	Principales arreglos en sistemas de protección	39
5.1.	Diagrama esquemático de protección y medición para líneas de 400 KV, con onda portadora y distancia de 3 zonas, arreglo interruptor y medio.	40
5.2.	Diagrama esquemático de protección y medición de líneas y cables de 230 KV, con hilo piloto y sobrecorriente direccional, con arreglo de interruptor y medio	43
5.3.	Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 230 KV, doble protección de comparación de fases con arreglo de barra partida	45
5.4.	Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 85 KV, con onda portadora y sobrecorriente direccional para subestaciones con arreglo de doble barra ...	47
5.5.	Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 85 KV, con protección por comparación de fases - con arreglo de interruptor y medio.	49
5.6.	Diagrama esquemático de protección, control y medición de un banco de 30 MVA 85/23KV, arreglo barra partida en 85 - KV, y doble barra en 23 KV	51
5.7.	Diagrama esquemático de protección, control y medición de un banco de 60 MVA 230/85 KV, con instalación en SF6, -- arreglo barra partida por el lado de 85 KV y 230KV.....	53

5.8.	Diagrama esquemático de protección y medición de un banco de 60 MVA 230/23 KV, con arreglo en interruptor y medio - en 230 KV y anillo doble en 23 KV.....	55
5.9.	Diagrama esquemático de control protección y medición de un alimentador de 23 KV, con arreglo en anillo	57

CAPITULO III

DISEÑO Y FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION

Introducción	59
Diagrama de flujo	59
Listado de actividades necesarias para el diseño y fabricación de tableros de control, protección y medición	59
1. Selección del esquema de control, protección y medición	60
2. Selección y especificación del equipo	60
2.1. Especificaciones de conmutadores de control y transferencia	60
2.2. Especificaciones de relevadores de protección	62
2.3. Especificaciones para instrumentos y aparatos de medición.	62
3. Elaboración del diseño eléctrico	63
3.1. Planos	63
3.1.1. Disposición de equipo y perforaciones	63
3.1.2. Diagrama unifilar	64
3.1.3. Diagrama trifilar	64
3.1.4. Listas de equipo y material	64
3.1.5. Listado de alambrado	65
3.2. Elaboración de planos	65
4. Listas de equipo y materiales	66
5. Diseño mecánico	66
5.1. Tipos de tablero	68
5.1.1. Tablero Duplex	68
5.1.2. Tablero dual	68
5.1.3. Tablero simple abierto (simplex)	71
5.1.4. Tablero tipo escritorio ó consola	71
5.1.5. Tablero miniaturizado	71
5.1.6. Gabinete	71
5.1.7. Selección del tipo de tablero	72

5.2.	Componentes de un tablero	72
5.2.1.	Tablero de mando	72
5.2.2.	Tablero de relevadores	72
5.2.3.	Alerón	72
5.2.4.	Grupos de tableros	77
5.3.	Partes de un tablero	77
5.4.	Distancias horizontales y verticales mínimas	77
5.5.	Bus mímico	79
5.6.	Grupo de perforaciones	84
6.	Adquisición de equipo y material	84
7.	Planos de disposición de equipo y montaje de equipo misceláneo ..	84
8.	Diseño de hojas de alambrado y conexión	87
8.1.	Introducción	87
8.2.	Nomenclatura	87
8.2.1.	Nomenclatura de tablero de relevadores ó protección	87
8.2.2.	Nomenclatura de tablero de mando	87
8.2.3.	Nomenclatura de alerones	87
8.2.4.	Nomenclatura del equipo	88
8.2.5.	Nomenclatura de tablillas de conexión y grupos de cuchillas de prueba	88
8.2.6.	Etiquetas	88
8.2.7.	Forma de etiquetar	88
8.3.	Hojas de alambrado	89
9.	Fabricación estructural del tablero	92
9.1.	Material utilizado	92
9.2.	Planos mecánicos de fabricación	93
9.2.1.	Prensado y troquelado	93
9.2.2.	Ejemplo de un tablero duplex	93
10.	Colocación de herrajes y perforación de la lámina	93
10.1.	Perforaciones	93
10.1.1.	Trazado	93
10.1.2.	Punteado de la lámina	99
10.1.3.	Barrenado de los puntos	99

10.1.4. Corte de la lámina	99
10.2. Colocación de herrajes	100
10.2.1. Fabricación de herrajes	100
10.2.2. Colocación de herrajes en el tablero	100
10.2.3. Fabricación de la base para el tablero	101
10.3. Recomendaciones de diseño	102
11. Control de calidad de la estructura	102
11.1. Objetivo	104
11.2. Procedimiento	104
11.2.1. Inspección visual	104
11.2.2. Inspección de dimensiones	104
12. Aplicación de primario y pintura de acabado	106
12.1. Introducción	106
12.2. Aplicación de primario	106
12.2.1. Preparación de superficies	106
12.2.2. Limpieza de láminas	106
12.2.3. Aplicación del recubrimiento primario	107
12.3. Aplicación de Plaste	107
12.4. Aplicación de pintura de acabado	107
12.4.1. Color	107
12.4.2. Aplicación de la pintura	107
13. Control de calidad en pintura	107
13.1. Objetivo	108
13.2. Procedimiento	108
13.2.1. Inspección visual	108
13.2.2. Inspección manual	109
14. Montaje de equipo mayor y equipo miscelaneo	109
14.1. Reglas generales para la colocación de ductos	109
14.2. Reglas generales para la colocación de tablillas	110
14.3. Reglas generales para la colocación de cuchillas de prueba	110
14.4. Procedimiento para la colocación de equipo	111
14.5. Colocación del bus de tierra y alumbrado	112

15.	Control de calidad en el montaje de equipo	112
	15.1. Objetivo	112
	15.2. Procedimiento	112
	15.2.1. Inspección visual	112
16.	Alambrado del tablero	115
	16.1. Recomendaciones	115
	16.2. Marcado	115
	16.3. Número de filamentos	116
	16.4. Colores	116
	16.5. Conexiones	116
	16.6. Secuencia de alambrado	117
17.	Elaboración de nomenclatura	117
	17.1. Procedimiento	117
18.	Fabricación de nomenclatura	118
	18.1. Objetivo	118
	18.2. Grabado	118
	18.2.1. Material	118
	18.2.2. Procedimiento	118
19.	Colocación de nomenclatura y bus mímico	119
	19.1. Nomenclatura	119
	19.2. Colocación del bus mímico	119
	19.2.1. Procedimiento	119
20.	Control de calidad en alambrado	120
	20.1. Objetivo	120
	20.2. Procedimiento	120
	20.2.1. Revisión del alambrado	120
	20.2.2. Revisión de nomenclatura y bus mímico	120

CAPITULO IV

PRUEBAS Y EMBARQUE

1.	Objetivo	121
2.	Procedimiento	121
3.	Inspección visual	121
3.1.	Objetivo	121
3.2.	Procedimiento	121
4.	Prueba de continuidad del alambrado	123
4.1.	Objetivo	123
4.2.	Condiciones de prueba	123
4.3.	Procedimiento	123
5.	Pruebas de control y señalización	123
5.1.	Objetivo	123
5.2.	Procedimiento	124
6.	Pruebas de relevadores	124
6.1.	Objetivo	124
6.2.	Procedimiento	124
6.2.1.	Prueba de la protección de sobrecorriente con unidad instantánea (50) y de tiempo (51)	124
6.2.2.	Prueba de relevador de sobrecorriente direccional de fase (67)	125
6.2.3.	Prueba de relevador de sobrecorriente direccional de neutro (67N)	125
6.2.4.	Prueba de relevador diferencial del banco de transformador (87)	126
7.	Pruebas de medición	126
7.1.	Objetivo	126
7.2.	Procedimiento	129
8.	Pruebas de resistencia de aislamiento	129
8.1.	Objetivo	129
8.2.	Procedimiento	130

- 9. Prueba de resistencia de aislamiento 130
 - 9.1. Objetivo 130
 - 9.2. Procedimiento 130
- 10. Prueba de alarmas 131
 - 10.1. Objetivo 131
 - 10.2. Procedimiento 131
- 11. Control de calidad final 131
 - 11.1. Objetivo 131
 - 11.2. Procedimiento 131
- 12. Transportación 133
 - 12.1. Objetivo 133
 - 12.2. Transportación de tableros simplex 133
 - 12.3. Transportación de tableros duplex 133
- Conclusiones 138
- Bibliografía 139

CAPITULO I

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCION, MEDICION Y CONTROL EN SUBESTACIONES ELECTRICAS DE POTENCIA.

1. Protección.

Los sistemas eléctricos de potencia se diseñan de tal forma que se garantice la calidad y el servicio aunado a la continuidad; pero es imposible diseñar un sistema eléctrico libre de fallas, por lo que es necesario establecer medios que detecten rápidamente un elemento en falla y sus efectos se reduzcan al máximo sobre la operación normal del sistema.

Por lo tanto es imprescindible considerar dentro de los sistemas eléctricos de potencia una protección que aisle rápidamente al elemento en falla, ya sea interruptor, transformador, alimentador o línea y así se evite un mayor daño.

1.1 Partes fundamentales de un sistema de protección.

Los elementos siguientes son la parte fundamental de un sistema de protección:

- a).- Fuente de alimentación.
- b).- Cables de control
- c).- Transformadores de corriente y transformadores de potencial.
- d).- Interruptores de potencia
- e).- Relevadores

Estos elementos se basan principalmente en lo siguiente:

- a).- Fuente de alimentación.- El sistema de protecciones se alimenta de una fuente de corriente directa generalmente constituida por un banco de baterías.
Este banco es un grupo de baterías interconectadas en forma tal que satisfagan las necesidades de capacidad que requiera el sistema de protecciones.
- b).- Cables de control.- Es el conjunto de conductores que interconectan los diferentes elementos que constituyen el sistema de protecciones.

c).- Transformadores de corriente y de potencial.

Transformadores de corriente: Son aparatos que en condiciones normales de operación la corriente secundaria es prácticamente proporcional a la corriente primaria. Básicamente desarrollan dos funciones: Transformar la corriente primaria y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

Transformadores de potencial: Son aparatos en que la tensión secundaria, en condiciones normales de operación, es prácticamente proporcional a la tensión primaria. También aíslan los instrumentos de protección y medición y transforman la tensión primaria.

d).- Interruptores de potencia: Son dispositivos eléctricos destinados al cierre y apertura de un circuito eléctrico, ya sea bajo carga (condiciones normales) ó bajo condiciones de cortocircuito.

e).- Relevadores: Son los dispositivos que se encargan de enviar a los interruptores la señal de operación, ya sea cierre ó apertura, en el caso de ocurrir una falla en el sistema.

1.2. Tipos básicos de relevadores.

Básicamente los relevadores de protección están constituidos por dos elementos: uno operativo y un juego de contactos.

El elemento operativo es el encargado de tomar la información proporcionada por los transformadores de instrumento, realiza la medición de los parámetros (corriente y/o voltaje) y transfiere el resultado a los contactos que al cerrar, mandan la señal de disparo al circuito de control del interruptor ó dan alguna señal de alarma. El relevador normalmente incluye algún indicador visual (bandera) que muestra que ha operado.

Por el tipo de elemento operativo los relevadores se pueden clasificar en dos tipos: Electromecánicos y estáticos.

Los relevadores electromecánicos son aquellos que al paso de una corriente generan un campo magnético, el cual le da movimiento a los contactos. Existen dos tipos principalmente: De atracción magnética y de inducción magnética.

El relevador de atracción magnética opera atrayendo un émbolo que se encuentra dentro de un solenoide y el de inducción magnética utiliza el principio de operación del motor de inducción por lo que sólo operan con corriente alterna.

El relevador estático esta formado con dispositivos semiconductores como diodos, transistores y tiristores, con los cuales se hacen unidades lógicas, que combinadas realizan alguna función específica.

Por el tiempo de operación, los relevadores se clasifican en: instantáneos, de alta velocidad o con retardo de tiempo.

El término instantáneo significa que el relevador no tiene una acción retardada intencional en el cierre de sus contactos.

A medida que se incrementó la velocidad de operación de los relevadores, como es el caso de los relevadores estáticos, fue necesario introducir el término "alta velocidad" cuyo tiempo de funcionamiento se expresa en ci clos.

Los relevadores con retardo de tiempo operan una vez que transcurrió una fracción de tiempo previamente establecido y que generalmente puede ser ajustado a diferentes valores.

1.3 Características de operación de los relevadores

Un relevador puede ser operado por un solo parámetro, como por ejemplo corriente, o por dos parámetros, corriente y voltaje. En este último caso, el relevador puede responder ante alguna relación que guarden los dos pará metros, como son: magnitud, ángulo de fase o a una combinación de ambos.

La relación entre los parámetros y su tiempo de operación pueden ser re presentados en forma gráfica mediante las curvas de operación del relevador (curvas características), las cuales son de gran utilidad en el ajuste del relevador y su coordinación con los demás dispositivos de construcción.

1.3.1 Relevador de sobrecorriente

Cuando es necesario limitar el valor de la corriente que fluye por un elemento del sistema, se puede instalar un relevador de sobrecorriente instantánea que operará inmediatamente después de que se sobrepase un valor de corriente preestablecido. Aún cuando estos relevadores son muy rápidos, siempre requerirán un pequeño lapso de tiempo para operar, tal como los muestra la fig. 1.

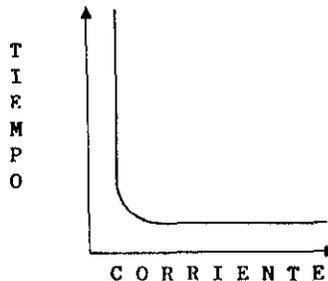


FIG. 1 CURVA CARACTERISTICA DE UN RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO

Cuando se requiere tener un retraso de tiempo en el disparo, se pueden utilizar relevadores donde la operación de los contactos varíe inversamente proporcional a la magnitud de la corriente, como se muestra en la fig. 2.- Dependiendo de la pendiente de la curva se clasifican en "inversa", "muy inversa" y "extremadamente inversa".

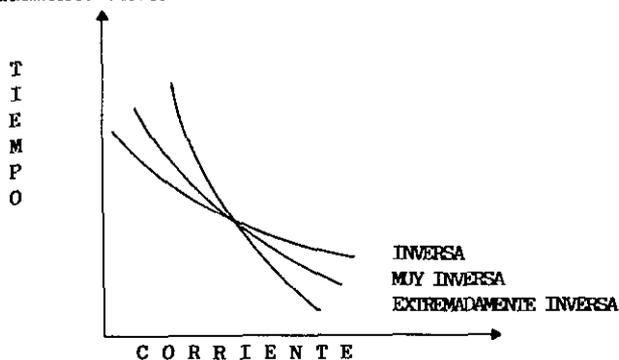


FIG. 2 CURVAS CARACTERISTICAS DE UN RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE DE TIEMPO INVERSO

También se pueden fabricar relevadores de sobrevoltaje en los cuales el parámetro que originan su operación es el voltaje. De la misma manera, se pueden fabricar relevadores de baja corriente o de bajo voltaje que operen una vez que la magnitud del parámetro escogido baje de un valor predeterminado.

1.3.2 Relevador direccional.

Cuando se requiere limitar el flujo de la corriente en un solo sentido se puede utilizar el relevador direccional, que produce un torque positivo cuando la corriente fluye en la dirección requerida con lo que se permite el cierre de los contactos, o en forma negativa, cuando la corriente fluye en contra del sentido requerido y mantiene los contactos abiertos.

Para realizar esta función el relevador requiere de dos parámetros para compararlos, uno de los cuales se le llama de polarización. Normalmente el parámetro de polarización es una señal de voltaje aunque en ciertas aplicaciones se puede considerar como una señal de corriente.

En circuitos de corriente alterna se compara el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje de polarización y en circuitos de corriente directa se comparan las polaridades.

1.3.3 Relevadores de balance de corriente o voltaje

Este tipo de relevador tiene dos elementos, los cuales reciben señales de voltaje o corriente de fuentes diferentes, produciéndose dos torques, - uno de operación y otro de restricción. Estos torques contrarios son los que permiten o restringen el cierre de los contactos, dependiendo de la - relación que guarden uno con respecto al otro.

1.3.4 Relevador diferencial

Se define este relevador, como aquel que opera cuando la diferencia - vectorial de dos o más parámetros eléctricos similares exceden un valor - predeterminado.

La mayoría de las aplicaciones de la protección diferencial son del ti po diferencial de corriente y toma una gran variedad de formas, dependien do del equipo a proteger.

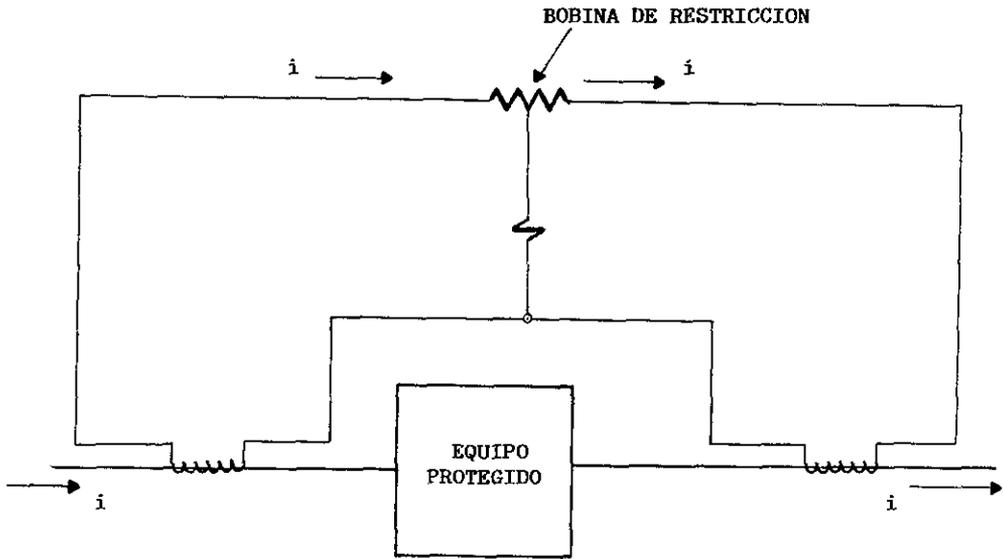
En la fig. 3 se muestra la aplicación más sencilla que se puede hacer.

Como se ve en la figura, se colocan transformadores de corriente (TC's) en cada una de las terminales del equipo por proteger y los devanados secundarios de los mismos, se conectan en paralelo a la bobina de operación del relevador.

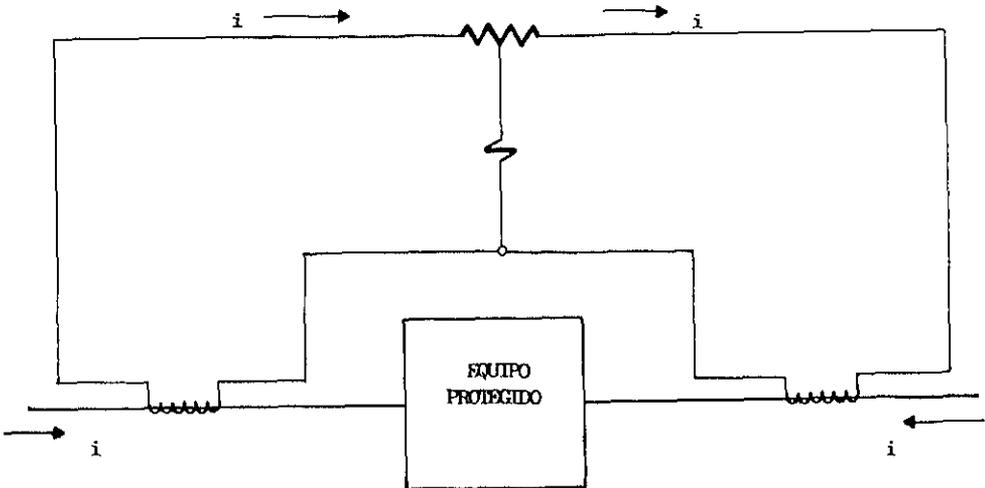
Bajo condiciones normales de operación del equipo protegido, las corri entes I_1 e I_2 tienen el mismo sentido, originando que las corrientes se- cundarias i_1 e i_2 únicamente circulen entre los transformadores de corrie nte como lo muestra la fig. 3 y en consecuencia la corriente de operación del revelador sea igual a cero.

En el momento que ocurra una falla en el equipo, el sentido de la co- rriente I_2 se invierte, provocando el mismo efecto en la corriente secun- daria i_2 , por lo que la corriente de operación del revelador pasa a ser - igual a la suma vectorial de i_1 e i_2 . Esta corriente resultante energiza- la bobina de operación del relevador, el cual envía la señal de disparo - al interruptor.

En la misma figura se puede observar la presencia de bobinas de restric ción cuyo propósito es compensar los errores de transformación de los -- TC's.



a). Operación normal



FALLA

b) Operación con falla interna

1.3.5 Relevador de distancia

El término de distancia se emplea en relevadores cuya respuesta se debe a la relación entre un voltaje y una corriente, lo cual se interpreta como una impedancia (V/I).

Existen tres tipos básicos de relevadores de distancia: tipo impedancia, tipo admitancia ó mho y tipo reactancia.

En forma general se pueden representar gráficamente los tres tipos de relevadores como se muestra en la fig. 4. El relevador operará cuando la relación entre el voltaje y la corriente quede dentro de la curva característica del relevador tipo impedancia o del tipo admitancia, o debajo de la línea característica del tipo reactancia.

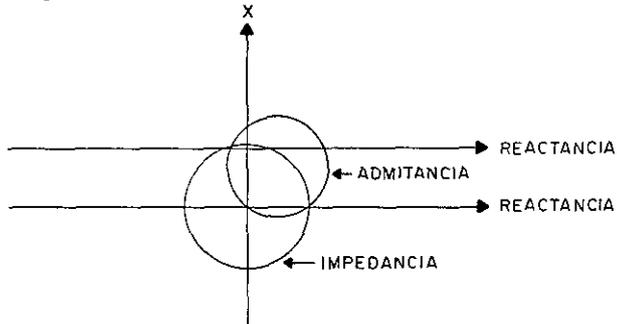


FIG. 4 CURVAS CARACTERISTICAS DE LOS RELEVADORES DE DISTANCIA

1.3.6 Protección tipo piloto

Las protecciones tipo piloto son una adaptación del concepto de protección diferencial descrita anteriormente, pero aplicado a la protección de líneas de transmisión. La lejanía de los extremos de una línea hacen imposible la interconexión de los devanados secundarios de los transformadores de corriente en una manera práctica por lo que la información de un extremo a otro debe ser enviada de alguna otra manera.

Estas diferentes maneras de enviar la información da origen a los tres diferentes tipos de protecciones piloto, que en forma general, sólo varían en el tipo de canal de comunicación que emplean. Los tipos son: hilo piloto, onda portadora y microondas.

- a) Protección por hilo piloto.- La protección por hilo piloto utiliza como canal de intercomunicación dos conductores del tipo telefónico a través de los cuales se envía la información en forma de corriente ó voltaje; al primer tipo se le conoce como "corriente circulante" y al segundo como "voltaje opuesto". En la fig. 5 se muestra un esquema ilustrativo del principio "corriente circulante".

Como se puede ver en la figura, el principio de operación de la protección es el mismo que el de la protección diferencial, excepto que en este caso se instalan dos relevadores de balance de corriente en los extremos de la línea, los cuales mandan señal de disparo a los interruptores respectivos en caso de que la corriente que entre no sea igual a la corriente de salida, lo cual se interpreta como una falla interna.

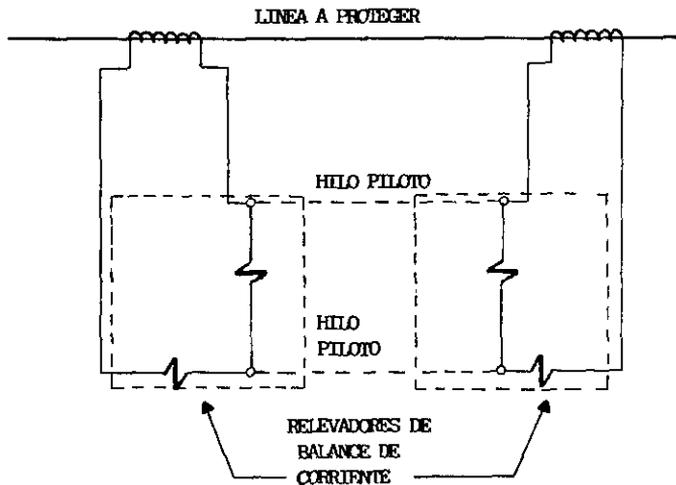


FIG 5 DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA PROTECCION POR HILO PILOTO CON EL PRINCIPIO DE "CORRIENTE CIRCULANTE"

- b) Protección piloto por onda portadora.- En este tipo de protección se transmiten señales de alta frecuencia utilizando como canal de operación ó comunicación el mismo conductor de la línea. La fig. 6 muestra un diagrama ilustrativo del canal de comunicación.

Como se puede observar en la fig. 6, los transmisores de los extremos de la línea intercambian señales de alta frecuencia con los receptores a través de la misma línea de transmisión. La información recibida por los receptores se convierte en una señal de corriente directa que se utiliza para operar un relevador ó realizar alguna otra función.

En la misma figura se ven dos trampas de onda que son circuitos resonantes que presentan una impedancia insignificante para las corrientes a la frecuencia del sistema de potencia y una alta impedancia para las corrientes de alta frecuencia. Estas trampas de onda tienen por objeto mantener la señal de alta frecuencia en el canal deseado, eliminar posibles interferencias con otros canales y eliminar pérdidas de la señal hacia circuitos adyacentes.

Existen dos tipos de protección principalmente: Comparación de fase y Comparación direccional. En el primer caso se comparan los ángulos de fase de las corrientes de entrada y de salida de la línea, sin importar sus magnitudes; para el segundo caso se comparan las respuestas de relevadores direccionales instalados en los extremos de la línea protegida.

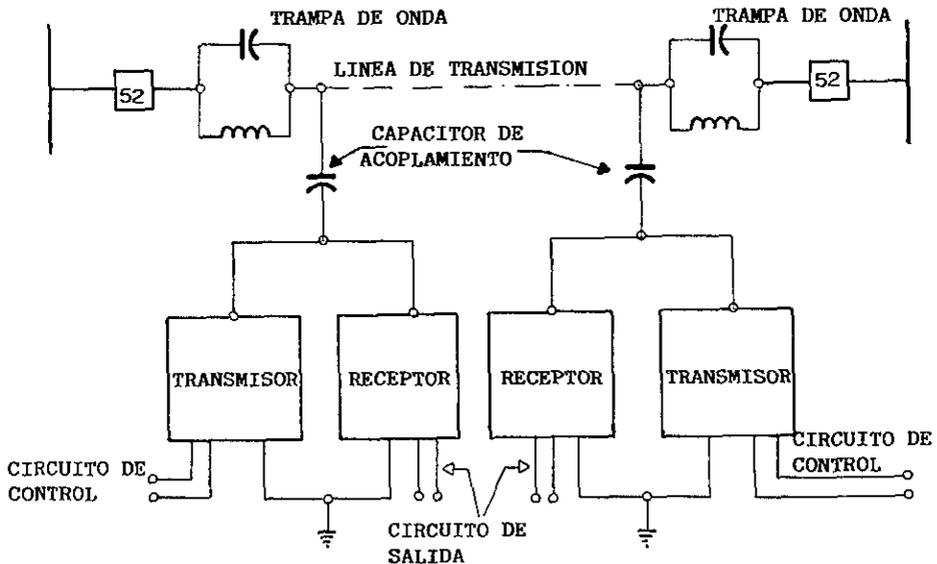


FIG. 6 DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA PROTECCION PILOTO POR ONDA PORTADORA.

- c) Protección piloto por microondas.- La protección piloto por microondas es un sistema que utiliza ondas de radio para transmitir la información a los extremos de la línea. Los transmisores y receptores son iguales a los utilizados en la protección piloto por onda portadora, eliminándose las trampas de onda que se sustituyen por antenas para la recepción de las señales de radio de ultraalta frecuencia.

1.4 PROTECCION PRIMARIA Y DE RESPALDO

Para todo diseño de un sistema de protecciones se deben considerar todas las zonas que constituyen el sistema eléctrico por proteger. De esta forma la zona de protección debe de tener de preferencia dos esquemas de protección lo más independiente posibles, y en base a esto se denominan:

- Protección primaria
- Protección secundaria ó de respaldo
- Protección de respaldo remota.

1.4.1 Protección primaria

La protección primaria es aquella que desconecta la mínima porción posible del sistema de potencia, aislando solamente él o los elementos dañados, sin interferir con el resto del sistema. También debe operar con la mayor rapidez posible y en primer lugar por ser la primera línea de defensa.

La fig. 7 muestra esta protección; en caso de fallas en la región donde se superponen dos zonas adyacentes de protección, se dispararán más interruptores que el mínimo necesario para desconectar el elemento defectuoso. Pero si no hubiera superposición, una falla en una región entre zonas no estaría situada en ninguna de las dos zonas y por lo tanto, no se dispararían los interruptores.

Para el diseño de una protección primaria se consideran los siguientes parametros:

- a).- los interruptores se localizan en las interconexiones de los distintos elementos del sistema, con el objeto de poder desconectar solamente el elemento que ha fallado
- b).- Se establecen zonas de protección para cada elemento del sistema, cualquier falla que ocurra dentro de una zona originará el disparo de todos los interruptores de esa zona.
- c).- Comprende regiones de traslape en los puntos de unión de los elementos contiguos (que por lo general son interruptores). Si se presenta una falla en la región del 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 de los interruptores.

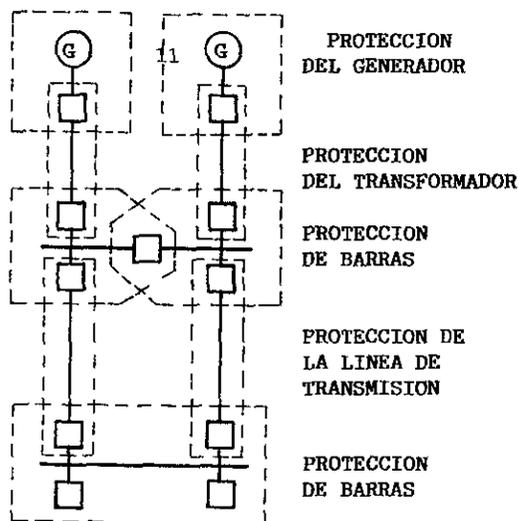


FIG. 7 ZONAS DE PROTECCION Y SU TRASLAPE EN UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA.

1.4.2. Protección secundaria ó de respaldo.

Es la protección que debe operar cuando la protección primaria falla ó esta fuera de servicio por cuestiones de mantenimiento ó reparación. Esta protección ópera mediante componentes independientes de los utilizados en la protección primaria, de manera que no pueden ser afectadas por las mismas causas que produjeron la falla en la protección primaria.

Es importante mencionar que cuando funciona la protección de respaldo se desconecta una parte mayor del sistema que cuando funciona correctamente la protección primaria. Esto es inevitable, si la protección de respaldo se hace independiente de aquellos factores que pueden originar una falla en la protección primaria. La protección de respaldo debe operar con suficiente acción retardada como para dar a la protección primaria tiempo suficiente para operar, si es posible hacerlo. En otras palabras, cuando ocurre un cortocircuito, tanto la protección primaria como la de respaldo inician normalmente su funcionamiento, pero se espera que la protección primaria dispare los interruptores necesarios para retirar el elemento en falla, por lo que, la protección de respaldo se repondrá sin haber tenido tiempo de completar su función. Cuando un conjunto de relevadores proporcionan protección de respaldo a diversos elementos adyacentes del sistema, la protección primaria más lenta de cualquiera de aquellos elementos adyacentes, determinará la acción retardada necesaria para los relevadores de respaldo.

Por otra parte, en casos extremos puede ser imposible proporcionar cualquier protección de respaldo, por lo que, en esos casos es necesario dar mayor énfasis a la necesidad de un mejor mantenimiento. Sin embargo la operación de la protección de respaldo nunca será un sustituto apropiado de un buen mantenimiento

1.4.3. Protección de respaldo local.

En la figura no. 8 se muestra un ejemplo de protección local. Si suponemos una falla en Z, de la línea no. 2 (L-2), la protección primaria y la de respaldo en ambos extremos de la subestaciones 2 y 3 (SE-2 y SE-3), detectarán la falla y darán la orden de apertura de los interruptores 52-B, 52-D y 52-E, en las subestaciones 2 y 3 respectivamente; ahora suponemos que el interruptor 52-D no abre y por lo tanto la falla en L-2 persiste.

Se observa que la falla se alimenta a través de L-1, L-3 y L-4, para evitar esto, se deben abrir el 52-A y el 52-C en SE-1 y SE-3 respectivamente, esto se logra con la protección de respaldo local, que debe dar la orden de disparo de los interruptores mencionados.

La protección de respaldo local, es accionada por la protección primaria o la de respaldo, según la que haya detectado la falla y si después de cierto tiempo los detectores de falla del respaldo local siguen viendo la falla, entonces localmente dispara el interruptor 52-C y mediante una señal remota se dispara el interruptor 52-A en SE-1.

Ahora suponemos para la misma falla en L-2, que el interruptor 52-E es el que no abre, en estas condiciones la falla se alimenta a través de L-1, L-3 y L-4 y será entonces la protección diferencial de las barras 2, la que abra al interruptor 52-H, quedando librada la falla.

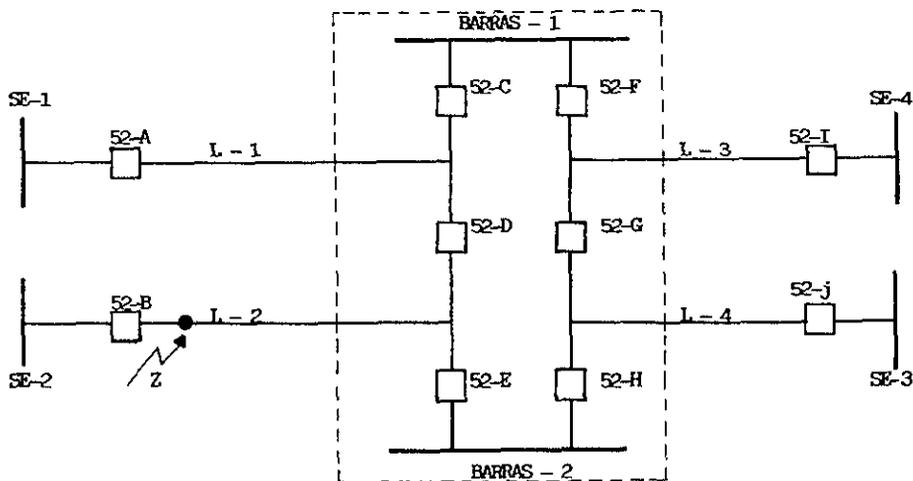


FIG 8 PROTECCION DE RESPALDO LOCAL

1.4.4 Protección de respaldo remoto

La protección de respaldo remoto, puede lograrse por la protección primaria o de respaldo, y tiene la finalidad de librar fallas de elementos contiguos, cuya protección primaria no opera.

En la figura 9, supongamos una falla (Z) en la línea L-3. La protección de dicha línea detecta la falla y envía la señal de apertura de los interruptores 52-E y 52-F. Supongamos que el interruptor 52-F no abre, por lo tanto la falla persiste.

La protección de las líneas L-4 y L-5, deben dar respaldo remoto a la línea L-3, enviando la señal de apertura a los interruptores 52-H y 52-J, lo cual significa que esta protección deberá tener un cierto retardo de tiempo, que permita la operación de la protección primaria, que es la que debe actuar para esta falla.

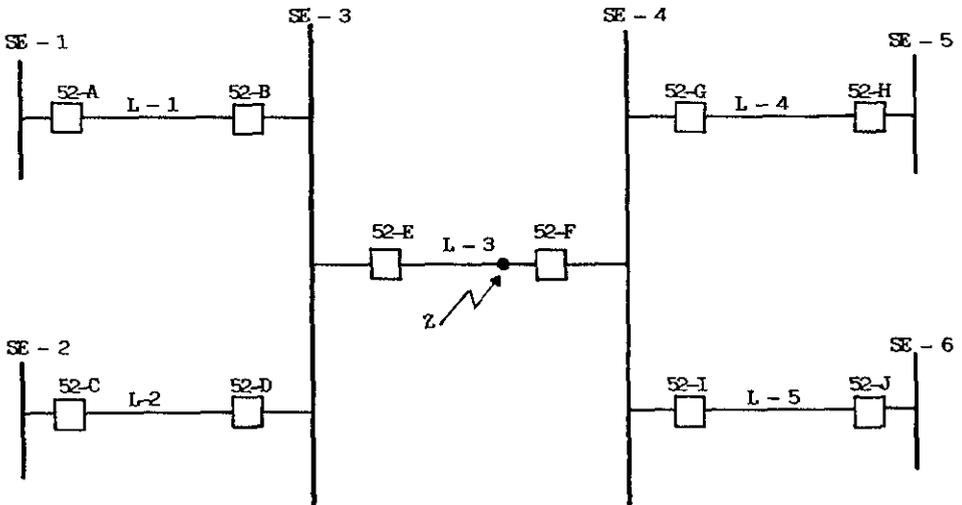


FIG. 9 PROTECCION DE RESPALDO REMOTO

1.5 Aplicación de los relevadores en los esquemas de protección

En cuanto a la aplicación de los relevadores, estos se van integrando en esquemas de protección bien definidos para una función específica a -- cierta zona o equipo del sistema de potencia, lo cual divide a éste en -- varias zonas, cada una con características específicas, tanto de operación como de diseño.

En el diseño de un eficiente y funcional esquema de protección, se deben tomar en cuenta los siguientes requerimientos.

- a).- SENSIBILIDAD.- Los relevadores del esquema, deben ser lo suficientemente sensibles para que operen, en forma segura cuando sea necesario, aún con valores mínimos de operación.
- b).- CONFIABILIDAD.- Todo esquema debe responder para cualquier tipo - de falla que se presente en el área de su aplicación
- c).- SELECTIVIDAD.- Se debe aislar únicamente la parte del sistema don de se presente la falla o disturbio.
- d).- VELOCIDAD.- Las protecciones de todo esquema, deben operar en tiempos muy pequeños para reducir al mínimo, tanto los daños al equipo como la la estabilidad del sistema, aunque estos tiempos de operación dependerán en gran parte de la magnitud de las fallas y de la coordinación que se tenga con otras protecciones.
- e).- SIMPLICIDAD.- Los esquemas de protección, se deben de integrar con equipo mínimo que asegure una buena confiabilidad.
- f).- ECONOMIA.- Se debe lograr la máxima protección al mínimo costo.

Obtener el máximo de estos requerimientos, es prácticamente imposible, sin embargo se debe tender a combinar de una manera óptima todos ellos, evaluando de una manera general todos los factores que intervienen en el -- sistema, así como de una manera particular cada equipo o elemento del sistema; considerándose las ventajas y riesgos que ofrecen las diferentes alternativas; para así obtener una seguridad y flexibilidad adecuada del sistema de potencia.

1.6. Números que identifican los dispositivos.

En los diagramas eléctricos se utilizan números para poder identificar los diferentes dispositivos utilizados en un esquema de control, protección y medición.

De acuerdo a la norma americana ANSI, se detallan a continuación los - números más comúnmente utilizados:

DISPOSITIVO O APARATO No.	DESIGNACION
1	Elemento maestro
2	Relevador con retardo de tiempo para arranque ó cierre.
4	Contactador maestro.
21	Relevador de distancia.
25	Relevador de sincronismo o verificador de sincronismo.
27	Relevador de bajo voltaje.
30	Relevador anunciador.
32	Relevador direccional de potencia
33	Interruptor de posición
36	Dispositivo de polaridad.
43	Conmutador manual.
49	Relevador térmico de máquina o transformador.
50	Relevador instantáneo de sobrecorriente.
51	Relevador de sobrecorriente de tiempo diferido.
52	Interruptor de potencia para corriente alterna.
55	Relevador de factor de potencia.
59	Relevador de sobrevoltaje.

DISPOSITIVO O APARATO No.	DESIGNACION
60	Relevador de equilibrio de voltajes
61	Relevador de equilibrio de corrientes
62	Relevador con retardo de tiempo para apertura ó disparo.
63	Relevador de flujo, nivel ó presión de gas ó líquido.
64	Relevador protector contra fallas a tierra.
67	Relevador direccional de sobreco-rriente alterna.
68	Relevador de bloqueo contra osci-laciones del sistema.
74	Relevador de alarma
79	Relevador de recierre para co-rriente alterna.
81	Relevador de frecuencia.
83	Relevador automático de transferencia
85	Relevador receptor de un sistema de onda portadora ó hilo piloto
86	Relevador auxiliar de bloqueo sos-tenido.
87	Relevador de protección diferencial
89	Cuchilla desconectadora
90	Dispositivo regulador
94	Relevador de disparo libre
95 al 99	Utilizados sólo para aplicaciones especiales en instala-ciones individuales, si tal aplicación no está cubierta bajo ninguna de las definiciones de dispositivos y fun-ciones a los cuales se les ha asignado un número entre el 1 y el 94.

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

1.7. Abreviaturas empleadas en diagramas eléctricos.

También para facilitar la interpretación de diagramas eléctricos se emplean abreviaturas de los términos más usados.

A continuación se detallan estos términos.

TERMINO	ABREVIATURA	TERMINO	ABREVIATURA
Alarma	ALR	Cierre	C
Alimentador	ALIM	Cuadro de alarma	CALR
Alta tensión	AT	Conmutador de amp	CMA
Ampere	A	Conmutador de vol	CMV
Ampérmetro	AM	Conmutador de sincron	CS
Apartarrayos	AP	Contacto	CTO
Automático	AUT	Corriente alterna	CA
Autotransformador	ATR	Corriente directa	CD
Auxiliar	AUX	Defasador	DEF
Batería	BAT	Disparo	D
Baja tensión	BT	Elemento térmico	ET
Block de pruebas	BP	Estación botones	EB
Block de pruebas de corrientes	BPC	Factorímetro	FP
Block de pruebas de potencial	BPP	Farad	F
Bobina de cierre	BC	Frecuencímetro	FM
Bobina de disparo	BD	Fusible	FUS
Capacitor	CAP	Generador	G
Ciclos por segundo	c.p.s.	Interruptor	INT
		Lámpara roja	LR
		Lampara verde	LV

TERMINO	ABREVIATURA	TERMINO	ABREVIATURA
Manual	MAN	Tablilla terminal	TT
Negativo	NEG	Transductor	TRANSD
Neutro	N	Transformador	TR
Normalmente abierto	NA	Transf. auxiliar	TAUX
Normalmente cerrado	NC	Transf. corriente	TC
Oscilopertubógrafo	OPG	Transf. potencia	TP
Pararrayos	PAR	Transf. aislamiento	TA
Polo	P	Trampa de onda	TO
Positivo	POS	Vólt	V
Reactor	REAC	Vóltmetro	VM
Recierre automático	RAUT	Varhorímetro	VARHM
Rectificador	RECT	Vármetro	VARM
Relevador	REL	Voltampere reactivo	VAR
Removible	REM	Watt	W
Restablecer	REST	Wáttmetro	WM
Resistencia	R	Watthorímetro	WHM
Secundario	SEC	Watt-hora	WH
Subestación	SE		

2. FUNDAMENTOS DE MEDICION.

Para que un sistema eléctrico funcione adecuadamente debe de presentar características de seguridad y confiabilidad, esto se logra a través de la medición ó registro de los diversos aparatos involucrados en el sistema eléctrico. La cantidad y tipo de aparatos de medición utilizados en este tipo de sistemas dependerá de la complejidad, tamaño e importancia del mismo.

Generalmente los aparatos de medición trabajan con bobinas de 5 amperes y bobinas de 120 volts, por lo que muchas veces es necesario instalar transformadores de corriente y potencial para que los voltajes y corrientes no excedan de estos valores nominales.

2.1. Aparatos de Medición.

2.1.1. Ampérmetro (AM)

El ampérmetro es un instrumento de medición utilizado para medir la corriente que fluye en un sistema eléctrico. Para sistemas eléctricos que trabajan con alta tensión, el ampérmetro se conecta en serie con el devanado secundario del transformador de corriente.

En la fig. 10 se muestra la conexión de los transformadores de corriente necesarios para la medición de las corrientes en un sistema trifásico de tres fases 3 hilos.

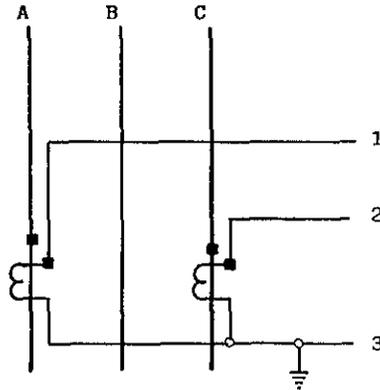


FIG. 10 MEDICION DE CORRIENTES EN UN SISTEMA DE TRES FASES TRES HILOS.

La corriente de la fase A se mide conectando un ampérmetro entre las terminales 1-3, la corriente en la fase C se mide conectando el ampérmetro entre 2-3 y la corriente de la fase B se tiene conectándolo entre 1-2, recordando que en un sistema de 3 fases 3 hilos la suma vectorial de las corrientes es igual a cero.

Para un sistema de 3 fases, 4 hilos, la corriente A se mide conectando las terminales 0-1 al ampérmetro, para medir la corriente que circula por la fase B, se conectan 0-2 y para saber la corriente en la fase C, se conecta el ampérmetro a las terminales 0-3. La suma vectorial de las tres corrientes da como resultado 0 para la corriente que fluye por el neutro, esto es para sistemas balanceados.

La fig. 11 nos muestra la conexión necesaria para este sistema.

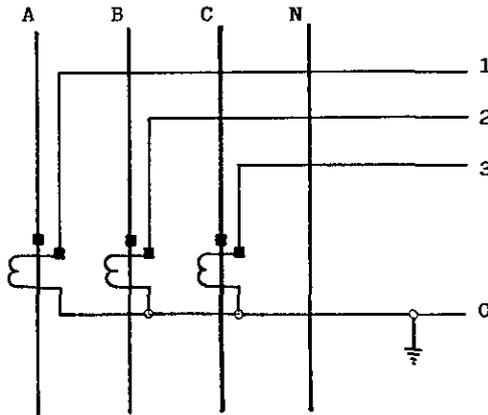


FIG.11 CONEXION PARA LA MEDICION DE LAS CORRIENTES EN UN SISTEMA DE TRES FASES CUATRO HILOS.

Si la medición de las corrientes no se hace simultáneamente ó no se -- instalan 3 ampérmetros, la conexión entre los transformadores de corriente y el ampérmetro se hace a través de un interruptor de contactos múltiples--mejor conocido como conmutador. Este conmutador tiene un arreglo de contactos tal que transfiere el aparato de medición a las terminales de la fase--donde se quiere medir la corriente, cortocircuitando al mismo tiempo las --terminales de los otros transformadores de corriente, ya que de no hacerlo se induce un alto voltaje entre las terminales que quedan abiertas.

2.1.2. Vólmetro (VM).

Este aparato es utilizado cuando es necesario medir la diferencia de potencial entre dos puntos, que pueden ser dos terminales, dos conductores o cualquier otro circuito en que exista potencial.

Como es necesario medir voltajes en alta tensión y esta tensión se presenta en forma alterna, el vólmetro debe ser conectado por medio de un transformador de potencial, el cual reduce el valor nominal de la tensión a un valor mas bajo que por lo general son 120 volts.

Las figuras 12 y 13 nos muestran las conexiones de los transformadores de potencial en sistemas de tres fases, tres hilos y en sistemas de tres fases cuatro hilos.

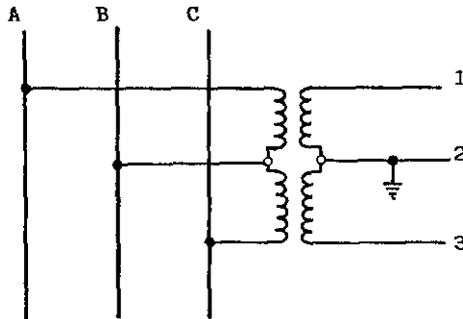


FIG. 12 CONEXION NECESARIA PARA LA MEDICION DE VOLTAJES EN UN SISTEMA DE TRES FASES TRES HILOS

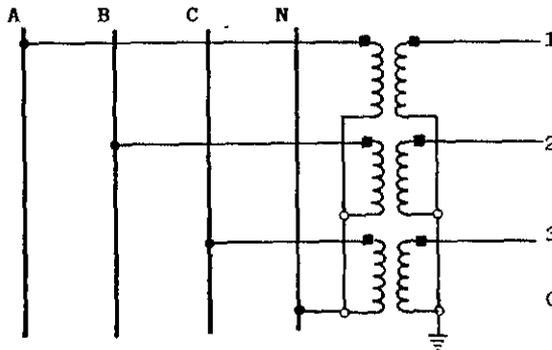


FIG. 13 CONEXION PARA MEDIR VOLTAJES EN SISTEMAS DE TRES FASES CUATRO HILOS.

2.1.3. Wáttmetro.

El wáttmetro es un aparato que se utiliza para medir la potencia real que recibe una carga. Esta potencia es el producto del voltaje por la corriente de fase, por lo que para poder hacer una correcta medición es necesario que en sus conexiones exista una señal de voltaje y una señal de corriente.

Las figuras 14 y 15 muestran las conexiones que deben realizarse para sistemas de tres fases, tres hilos y tres fases, cuatro hilos.

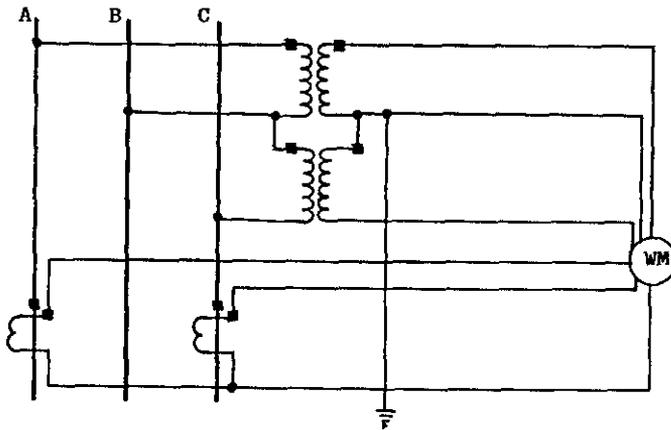


FIG. 14 CONEXION DE UN WATTMETRO EN UN SISTEMA DE TRES FASES TRES HILOS.

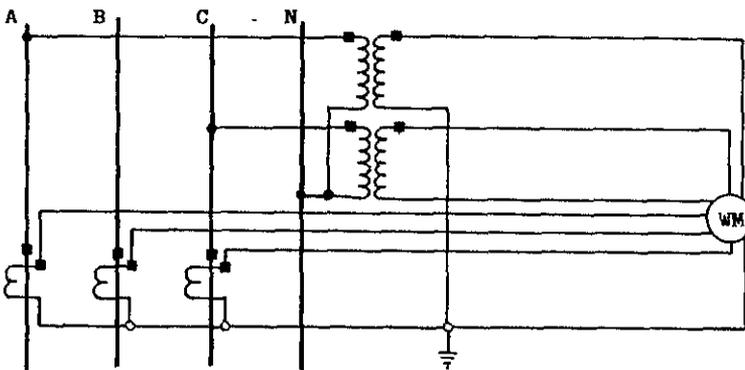


FIG. 15 CONEXION DE UN WATTMETRO EN UN SISTEMA DE TRES FASES CUATRO HILOS.

2.1.4. Vármetro

Al igual que el wáttmetro este aparato mide potencia, solo que esta es reactiva, la diferencia es que la señal de voltaje se defasa 90° , por lo que las conexiones son iguales a la del wáttmetro, aunque en este caso el circuito de voltaje debe de conectarse a un dispositivo defasador antes de ser conectado al vármetro.

Las figuras 16 y 17 presentan esta conexión para los mismos sistemas de tres fases tres hilos y tres fases cuatro hilos.

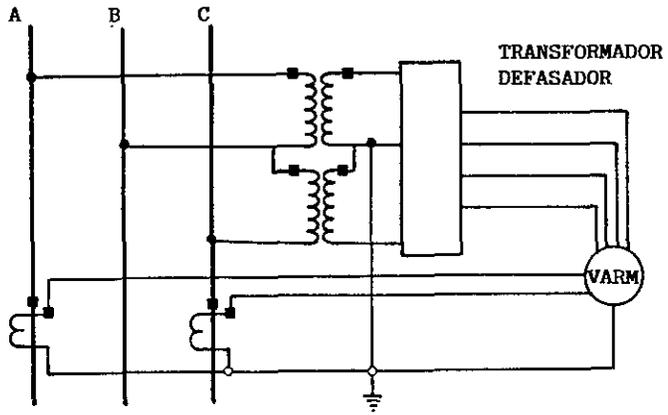


FIG. 16. CONEXION DE UN VARMETRO EN UN SISTEMA DE TRES FASES TRES HILOS

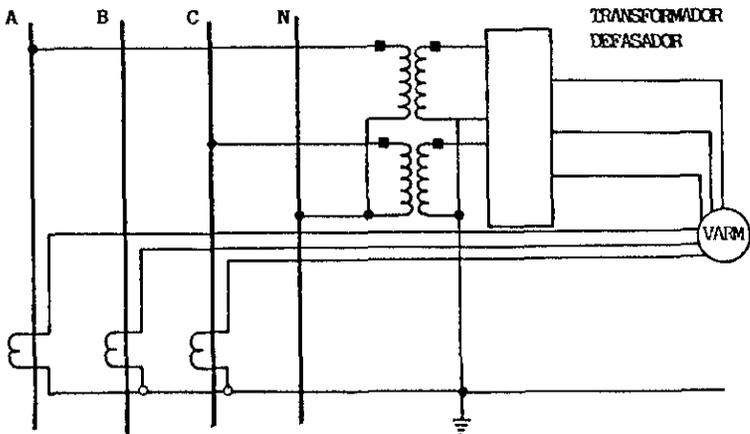


FIG. 17 CONEXION DE UN VARMETRO EN UN SISTEMA DE TRES FASES CUATRO HILOS.

2.1.5 Otros instrumentos de medición

Existen otros aparatos utilizados en un sistema de medición y que generalmente son de poco uso en los tableros de control protección y medición, pero no dejan de ser importantes en algunos sistemas.

Estos aparatos se conectan en forma muy similar a los wáttmetros y vármetros, para sistemas de tres fases tres hilos y tres fases cuatro hilos. A continuación se detallan algunos de estos aparatos:

- 1.- Watthorímetro
- 2.- Varhorímetro
- 3.- Sincronoscopio
- 4.- Medidores de demanda máxima
- 5.- Frecuencímetro

2.1.6. Transductores

Los transductores de los sistemas eléctricos de potencia, son aparatos que convierten señales de medición en una señal proporcional de corriente - directa y se expresa generalmente en milivolts y en miliamperes.

Estos aparatos se instalan por lo general a una distancia considerable del punto donde se genera la señal, por lo que su uso en sistemas eléctricos es en telemedición y en telecontrol.

2.2 Tipos de medición en sistemas eléctricos

En las subestaciones eléctricas de potencia, generalmente son utilizados tres tipos de medición:

- Medición local
- Medición remota
- Medición mixta

2.2.1 Medición local

Este sistema es utilizado en subestaciones que son operadas manualmente, los aparatos de medición se encuentran colocados en tableros y estos a su vez están instalados en un lugar denominado comúnmente "sala de tableros".

Cuando es necesario se instalan casetas auxiliares que reducen la distancia entre el punto de medición y la sala de tableros, esto generalmente se hace con la ayuda de transductores, que mandan señales a la sala de tableros.

2.2.2 Medición remota

Este tipo de medición es utilizada actualmente en subestaciones telecontroladas, es decir en lugares donde no es necesario tener personal que opere la subestación, estableciéndose con esto un centro de operación remota que supervisa simultáneamente varias subestaciones.

Por lo general las distancias entre el centro de control y las subestaciones son considerables, por lo que las señales enviadas en amperes o volts son inoperables, por lo que el envío de estas señales a los centros de control es a través de transductores, que operan o mandan señales en milivolts o miliamperes por lo que los canales de comunicación son más modernos, utilizándose en la mayoría de los casos cables telefónicos.

2.2.3 Medición mixta

Este tipo de medición es utilizado en subestaciones de gran tamaño y se emplea en lugares donde se desea tener una combinación de la medición local y de la medición remota.

Este tipo de medición generalmente es usado en subestaciones donde es necesario tener un control tanto de la medición local, como de la medición remota.

2.3 Lugares de medición en una subestación eléctrica

Los lugares donde es necesario realizar mediciones en una subestación eléctrica son los siguientes:

- 1.-Líneas de transmisión y cables
- 2.-Bancos de transformación
- 3.-Barras colectoras
- 4.-Alimentadores de distribución
- 5.-Bancos de capacitores

Los instrumentos recomendados para realizar estas mediciones son los siguientes:

- 1.- Líneas de transmisión y cables.- En líneas de transmisión y cables es recomendable tener una medición de potencia real y reactiva, además del voltaje de llegada a la subestación.
- 2.- Bancos de transformación.- Aquí es necesario contar con medición de potencia real y potencia reactiva y en algunas subestaciones se llega a medir la corriente. Para la transformación de bancos a sistemas de distribución se instalan watthorímetros trifásicos de tres elementos para poder medir la potencia real.
- 3.- Barras colectoras.- En esta zona es suficiente medir la diferencia de potencial entre fases.
- 4.- Alimentadores de distribución.- En esta zona es necesario medir la corriente en cada fase utilizando un ampérmetro conectado a través de un conmutador de ampermetro.

En circuitos que suministran energía a consumidores industriales de alta tensión es necesario medir la potencia real y reactiva que se entrega.

- 5.- Banco de capacitores.- En esta zona es suficiente con medir la potencia reactiva y la corriente.

3. Fundamentos de control.

Los sistemas de control de una subestación eléctrica de potencia son operados en baja tensión, aunque estos sistemas controlan en realidad tensiones altas.

Al igual que los sistemas de medición, los sistemas de control pueden ser locales ó remotos. A continuación se especifica la diferencia entre el local y el remoto.

- a) Control local.- Es utilizado en subestaciones donde permanentemente exista personal que pueda operar estos controles, auxiliandose en ocasiones de los sistemas automáticos.

En subestaciones telecontroladas se utiliza también el control local-haciendo operar estos controles, personal autorizado que requiera realizar una maniobra especial dentro del sistema de operación de la subestación.

- b) Control remoto.- Este sistema es utilizado en subestaciones telecontroladas desde un centro de operación a control remoto, aunque también pueden ser operadas en forma manual. El centro de operación a control remoto explora continuamente las posiciones de interruptores como son cierre ó apertura, alarmas, mediciones, protecciones, etc. Esta exploración la realiza el operador del sistema central y su transmisión se realiza a través de líneas telefónicas ó sistemas con onda-portadora.

Generalmente los sistemas de control están compuestos por los siguientes dispositivos:

- Dispositivos de control automático.
- Dispositivos de mando y señalización.
- Dispositivos de alarma.
- Dispositivos de registro.

3.1. Dispositivos de control automático.

Para algunos sistemas de control es necesario automatizar su operación para facilitar su operación y reducir al máximo la posibilidad de que existan errores, con esto se asegura también mayor rapidez en la ejecución de maniobras.

Entre los sistemas automáticos más utilizados se encuentran los siguientes:

- a) Recierre automático de alimentadores.- Un análisis de las estadísticas de fallas de los alimentadores de distribución reflejan que la mayoría son fallas de tipo transitorio, como descargas atmosféricas, contacto-entre conductores, contacto temporal con objetos extraños, etc. Esto -significa que si se da un tiempo suficiente a que desaparezca la falla el alimentador podrá energizarse nuevamente.

Esta operación se realiza en la mayoría de los casos en forma automátitica a través de esquemas de recierre, con lo cual se garantiza la continuidad del servicio. El esquema de recierre realiza la primer maniobra de recierre en forma inmediata, realizando las siguientes maniobras con cierto intervalo de tiempo, dando así oportunidad a que la falla desaparezca.

- b) Transferencia automática de cargas.- En los sistemas eléctricos hay --cargas que por su importancia requieren de un respaldo en su alimentación, por lo que, en caso de falla en el transformador principal automáticamente se transfiere la carga al transformador de respaldo.
- c) Rechazo de carga.- Bajo ciertas condiciones de operación como son pérdida de sincronismo, sobrecarga de unidades generadoras, maniobras de recierre, etc., es conveniente desconectar premeditadamente algunas --cargas consideradas como no esenciales, con el objeto de prevenir posibles fallas en el sistema ó simplemente para facilitar alguna maniobra.
- d) Regulación automática del voltaje.- La variación de las condiciones de operación de un sistema eléctrico originan que el voltaje del mismo --también cambie, por lo que, con el objeto de mantener el voltaje de su ministro a los usuarios ó para controlar el flujo de reactivos es necesario regular automáticamente el voltaje en ciertos puntos del sistema.

Para el caso de subestaciones, la regulación del voltaje se puede hacer con un cambiador de derivaciones bajo carga integrado al transformador ó con reguladores de tensión independientes.

- e) Control automático de reactivos.- Dependiendo de las condiciones de --carga del sistema, se puede requerir el suministro ó retiro de reactivos a la red eléctrica. Esta maniobra de conexión y desconexión se puede realizar en forma automática mediante controles de voltaje, de tiempo, de reactivos. etc., con esto se garantiza una mayor calidad en el servicio, dada la rapidez de acción que esto proporciona.

3.2. Dispositivos de mando y señalización.

Los dispositivos de mando son aquellos que se utilizan para operar el e quipo de desconexión de alta tensión, ya sea interruptores ó cuchillas. Estos dispositivos requieren de equipo auxiliar para la correcta ejecución de las maniobras, al cual se le conoce como dispositivo de señalización.

Los dispositivos de mando energizan tanto los circuitos de cierre como de apertura de los interruptores y cuchillas. Estos circuitos pueden ser de corriente alterna ó corriente directa, dependiendo de la función a controlar.

En el caso de interruptores, normalmente se utilizan circuitos de corriente directa para su cierre y apertura. Para su apertura ó disparo el circuito puede ser del tipo "no protegido", el cual se conecta directamente a las barras de corriente continua, sin protección alguna, con el fin de asegurar al máximo la continuidad en la alimentación. El circuito de cierre es del tipo "protegido", ya que normalmente se conecta a través de un interruptor termomagnético.

Los circuitos de cierre y apertura de cuchillas desconectoras generalmente son del tipo "corriente alterna protegido".

Dentro de los dispositivos de señalización están el bus mímico y las luces indicadoras de posición. Con el bus mímico se representa el diagrama unifilar de la subestación, utilizando diferentes colores para los diversos voltajes que se tengan.

Para el caso de las luces indicadoras de posición se tienen dos sistemas distintos, uno derivado de la técnica americana (lámpara roja y verde) y otro derivado de la técnica europea (lámpara normalmente apagada).

3.3. Dispositivos de alarma.

Los dispositivos de alarma pueden ser sonoros y/o luminosos, e indican al operador alguna anomalía en el equipo.

Estos dispositivos se clasifican de la siguiente manera:

- 1.- Dispositivos de alarma destinados a indicar cuando opera una protección del equipo.
- 2.- Dispositivos de alarma que señalan alguna condición anormal en el funcionamiento del equipo.
- 3.- Dispositivos de alarma que informan de algún mal funcionamiento en los circuitos de control, protección ó servicios auxiliares.

3.4 Dispositivos de registro

En las subestaciones importantes del sistema eléctrico es importante disponer de aparatos automáticos que registren los incidentes ocurridos, o disturbios, con el objeto de analizarlos correctamente. Actualmente se utilizan dos tipos de aparatos en las subestaciones y que son los siguientes:

1.- Registradores de eventos.- El registrador de eventos es un dispositivo que detecta y registra en forma secuencial una serie de operaciones originadas por una falla en un punto determinado del sistema. La presentación de este aparato puede ser diferente dependiendo del fabricante, pero por lo general consta de un módulo de alimentación, un módulo de control y memoria y un módulo de impresión.

Cada operación del registrador, marca la hora, minuto, segundo y hasta milisegundo en que ocurrió el disturbio.

Entre los disturbios que registra están los siguientes:

- Posición de los interruptores
- Posición de cuchillas
- Operación de relevadores
- Falla de tensión en los tc's y tp's
- Bloqueo en la operación de un interruptor
- Sobrecarga en líneas

2.- Osciloperturbógrafo (OPG).- El OPG es un aparato que registra tanto señales analógicas como digitales durante la aparición de un disturbio. Las señales analógicas que se pueden tener son corrientes y voltajes de diferentes puntos de la subestación como pueden ser líneas, bancos, alimentadores, etc.

En el caso de las señales digitales se puede tener registro de la operación de los relevadores de protección, operación de interruptores, envío y recepción de señales de disparo, iniciación de recierres, etc. Al igual que en el caso del registrador de eventos, se puede tener un orden cronológico de los eventos, indicando fecha y hora en que se presentan.

CAPITULO II

SELECCION DEL ESQUEMA DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.

1.- Generalidades.

Dentro del proceso de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, se hace necesario para el buen funcionamiento de los sistemas eléctricos de potencia, que esta energía se controle, se mida y se distribuya adecuadamente. Así como también es necesario que todos los elementos del sistema estén protegidos contra todas las posibles anomalías o fallas que se presenten. Por tal motivo el conocimiento, empleo, operación y una correcta calibración de los equipos de protección, es de suma importancia.

La selección, del esquema de control, protección y medición, depende de varios factores, entre ellos el tipo de servicio, que puede ser: líneas, bancos de transformación, alimentadores, protección de barras, bancos de capacitores, bajas frecuencias, etc., así como el tipo de protección, medición y control que se desee colocar. Generalmente la selección del esquema también se basa en observar el aspecto económico y la operación práctica del sistema.

2.- Normalización.

La normalización es la representación escrita del nivel de desarrollo tecnológico alcanzado en un país, siendo la solución ó conjunto de soluciones que se han logrado para satisfacer las necesidades que se nos plantean, ya que se escribe de acuerdo a un conjunto de experiencias y conocimientos alcanzados hasta determinada fecha. Por esta razón es necesario conocerla y aplicarla correctamente, para que todos podamos resolver ciertos problemas específicos dentro de un mismo marco de referencia.

La normalización en cuanto a la fabricación de tableros eléctricos se refiere, cumple con esta función, siendo las normas CONNTE (Comité Consultivo Nacional para la Normalización de la Industria Eléctrica); NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico); ANSI (Instituto Nacional Americano de Normalización); IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos); DGN (Dirección General de Normas); NOM (Normas Oficiales Mexicanas) las que rigen la fabricación de Tableros Eléctricos de potencia.

La normalización trae consigo ventajas que hacen posible automatizar los diseños a través del uso de equipos de cómputo tanto en la elaboración de planos como en los cálculos y especificaciones, reducción de costos de diseño, reducción en los diferentes tipos de materiales y equipos a adquirir, facilitando así su compra, almacenaje, reposición, etc. además de que las instalaciones trabajen con un mismo equipo y que los tableros puedan ser construidos con un mismo criterio.

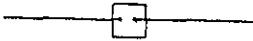
Dentro de las desventajas que puedan presentar están las limitaciones de las innovaciones y mayor dependencia de los proveedores seleccionados.

3.- SIMBOLOS ELECTRICOS

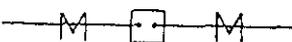
El símbolo eléctrico es la representación gráfica de conductores, conexiones, aparatos, instrumentos y otros elementos, que componen un circuito eléctrico, estos circuitos pueden representarse por medio de diagramas unifilares, trifilares, esquemáticos o de control.

El símbolo eléctrico es fundamental para representar un circuito eléctrico de control, protección y medición.

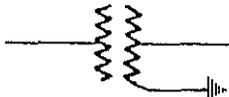
A continuación se presentan los símbolos eléctricos para diagramas unifilares:



INTERRUPTOR DE POTENCIA



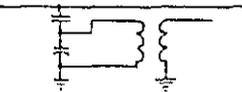
INTERRUPTOR DE POTENCIA CON TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO DEVANADO.



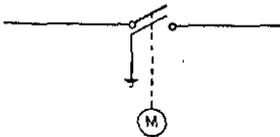
TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS DEVANADOS.



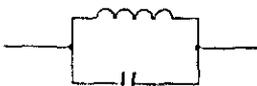
AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA



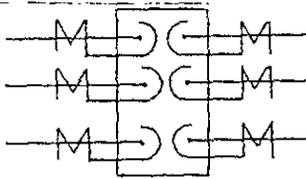
DIVISOR CAPACITIVO DE POTENCIAL



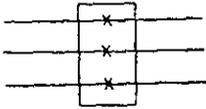
CUCHILLA DESCONECTADORA SIN CARGA DE OPERACION ELECTRICA (MOTORIZADA), CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA DE OPERACION MANUAL.



TRAMPA DE ONDA.



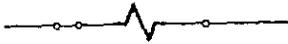
INTERRUPTOR DE POTENCIA CON TRANSFORMA
DORES DE CORRIENTE TIPO DONA



BLOCK DE PRUEBAS DE UN CIRCUITO DE POTEN
CIAL DE LOS TR's



TABLILLA TERMINAL



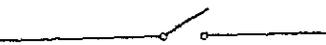
BOBINA DE CORRIENTE PARA CIRCUITOS SECUN
DARIOS DE LOS TC's



MARCAS DE POLARIDAD



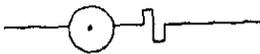
RESISTENCIA



CUCHILLA DESCONECTADORA



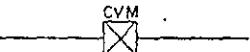
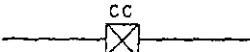
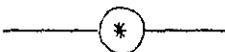
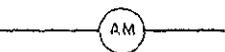
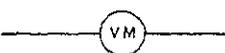
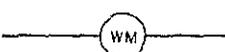
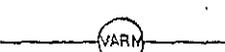
BOTON DE PRESION DE CIERRE MOMENTANEO

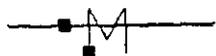


LAMPARA INDICADORA *LUGAR PARA INDICAR
COLOR

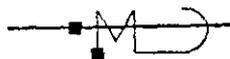


CONEXION A TIERRA

	SEÑAL DE ALTA TENSION
	SEÑAL DE CORRIENTE DIRECTA O DE CONTROL
	CRUCE DE SEÑALES SIN CONEXION
	BLOCK DE PRUEBAS DE UN CIRCUITO DE CORRIENTE DE LOS T.C.'s
	BLOCK DE PRUEBAS QUE PERMITE INSERTAR EN SERIE EQUIPO DE COMPROBACION
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO CON EL EQUIPO DE SENERGIZADO O EN POSICION "FUERA"
	CONMUTADOR DE VOLTMETRO
	CONMUTADOR DE CONTROL
	SIMBOLO GENERAL DE RELEVADORES Y EQUIPO DE MEDICION *LUGAR PARA INDICAR N° NEMA O ABREVIATURA
	AMPERMETRO
	VOLTMETRO
	WATTMETRO
	VARMETRO
	SEÑAL DE CORRIENTE SECUNDARIA DE LOS T.C.'s
	SEÑAL DE POTENCIAL SECUNDARIA DE LOS T.P.'s



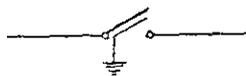
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO DEVANADO



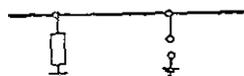
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO DONA



CUCHILLA DESCONECTADORA SIN CARGA DE OPERACION MANUAL



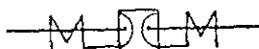
CUCHILLA DESCONECTADORA SIN CARGA DE OPERACION MANUAL CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA DE OPERACION MANUAL.



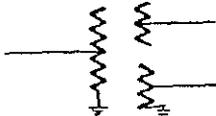
APARTARRAYOS.



INTERRUPTOR DE POTENCIA REMOVIBLE



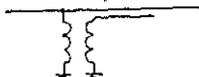
INTERRUPTOR DE POTENCIA CON TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO DONA



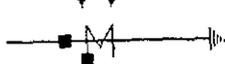
TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS DEVANADOS SECUNDARIOS.



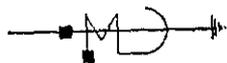
REACTOR DE POTENCIA



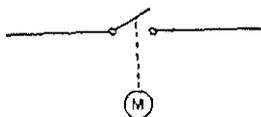
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO DEVANADO DE NEUTRO



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO DONA DE NEUTRO



CUCHILA DESCONECTADORA SIN CARGA DE OPERACION ELECTRICA (MOTORIZADA)

4. DIAGRAMAS ESQUEMATICOS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.

4.1. DIAGRAMA ESQUEMATICO.

Un diagrama esquemático, es aquel que muestra en forma sencilla, el funcionamiento lógico de todas y cada una de las partes de los esquemas de control, protección y medición; además de la sincronización y alarmas y en general de todos los dispositivos que componen el circuito eléctrico.

La figura 18 muestra el diagrama esquemático de un alimentador de 13.8 KV.

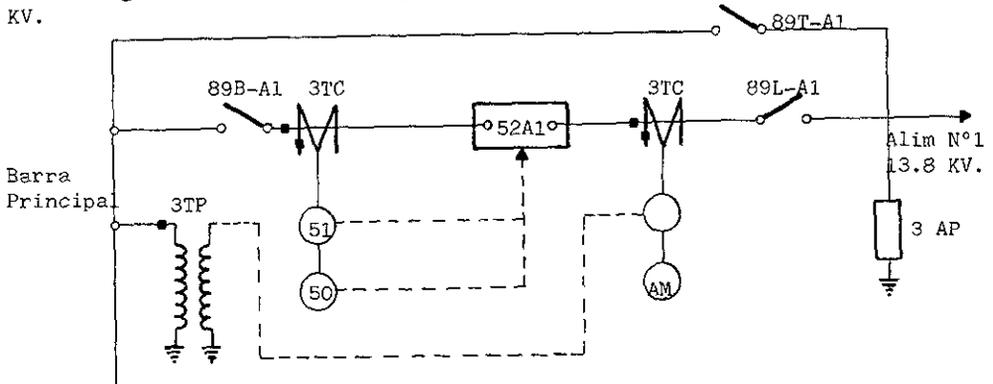


Fig. 18 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV.

4.2. 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 esten incluidos en otros diagramas, como control de cuchillas, alumbrado, reguladores, calefactores, etc., evitándose en lo posible el cruce de los conductores.

La figura 19 muestra un ejemplo de estos diagramas.

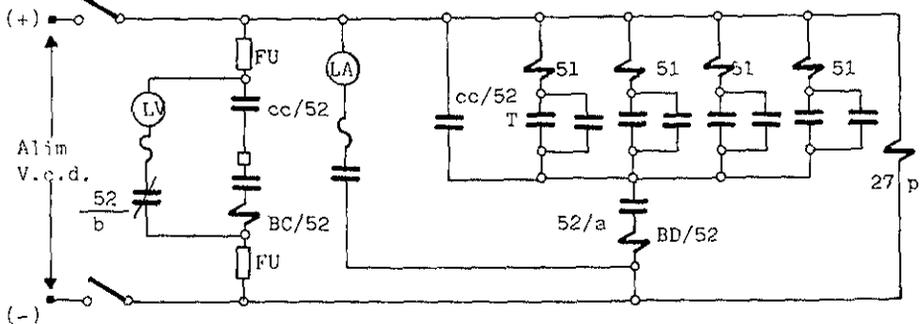


Fig. 19 DIAGRAMA DE CONTROL DE UN ALIMENTADOR DE 13.8 KV.

4.3. DIAGRAMA UNIFILAR

Es la representación que con líneas rectas y símbolos simplificados nos indican la estructura y los dispositivos componentes o parte de un - circuito eléctrico por medio de una fase solamente; tomando en cuenta que las restantes reúnen las mismas condiciones y presentan las mismas características.

En este diagrama se muestran los caminos que sigue la energía eléctrica, desde el suministro hasta el último punto de su utilización.

En un diagrama unifilar deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- 1.- Que represente aproximadamente la posición física de las diferentes partes del sistema
- 2.- Evitar hasta donde sea posible las duplicaciones
- 3.- Uso de símbolos normalizados
- 4.- Mostrar todos y cada uno de los datos conocidos
- 5.- Indicar futuras ampliaciones
- 6.- Denominaciones de equipo y partes
- 7.- Incluir los dispositivos de seguridad.

La figura 20 nos muestra el diagrama unifilar de una línea de transmisión

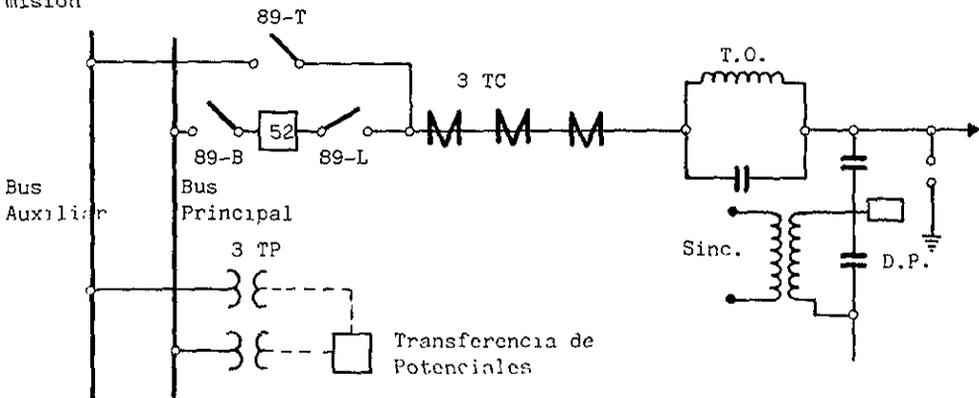


Fig. 20 DIAGRAMA UNIFILAR DE UNA LINEA DE TRANSMISION

4.4. DIAGRAMA TRIFILAR

El diagrama trifilar nos muestra mediante tres líneas, las conexiones físicas entre los dispositivos componentes ó partes tanto del lado primario, como del lado secundario de un sistema eléctrico de potencia, considerando también el orden en que estos se conectan.

La figura no. 21 nos muestra un ejemplo de un diagrama trifilar de una línea de transmisión.

B.A. B.P.

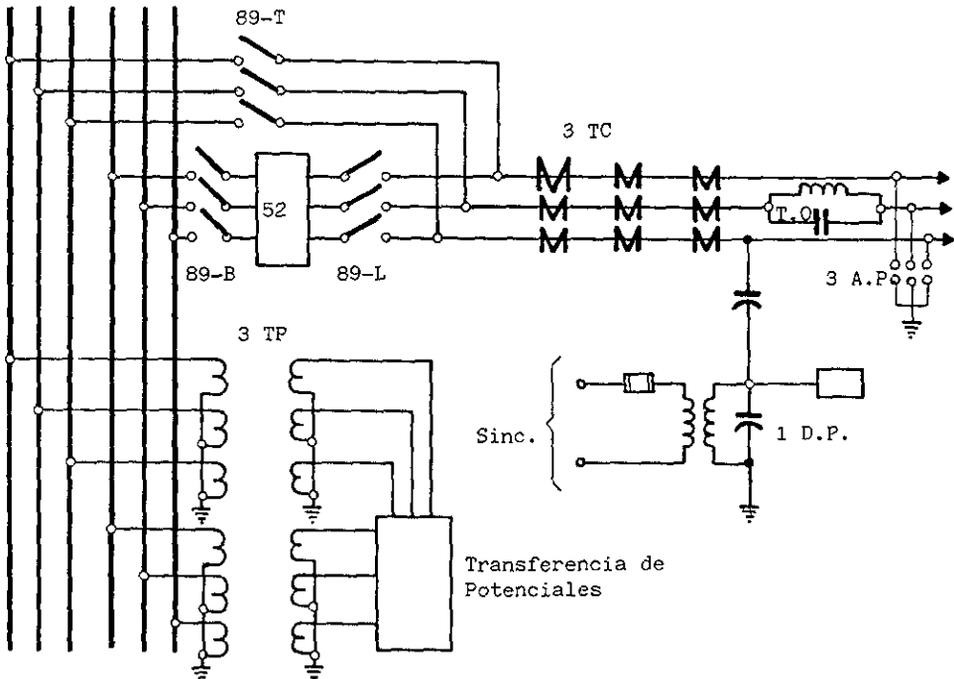


Fig. 21 DIAGRAMA TRIFILAR DE UNA LINEA DE TRANSMISION

5.- PRINCIPALES ARREGLOS EN SISTEMAS DE PROTECCION

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 determinantes que los modernos sistemas eléctricos imponen, como son: alta complejidad de las redes, pequeños márgenes de estabilidad, alta confiabilidad en la continuidad del servicio, - etc.

El criterio más generalizado para la protección de los elementos más importantes del sistema, como líneas de transmisión y subtransmisión, bancos de transformación en subestaciones de subtransmisión y distribución - es el de utilizar dos esquemas de protección, lo más independiente que sea posible, de tal forma que se utilizan los siguientes esquemas:

- a).- Esquema Principal ó Primario
- b).- Esquema Secundario ó de Respaldo del principal

Para satisfacer las condiciones indicadas, los esquemas que se utilizan pretenden desarrollar sus características de operación, cumpliendo -- con las tres siguientes funciones principales:

- 1).- Aislar todo tipo de fallas con alta rapidez, tanto con el esquema primario como el de respaldo.
- 2).- Aislar una mínima porción del sistema en condiciones de fallas.
- 3).- Proporcionar una máxima confiabilidad, tanto en los propios esquemas relevadores, como en los elementos asociados (transformadores de instrumentos, cables de control, fuentes de alimentación para control, etc.

Debido a estas condiciones es necesario normalizar, de acuerdo a experiencias, los arreglos a utilizar en los diferentes sistemas eléctricos - tratando de abarcar al máximo las condiciones de falla.

A continuación se presentan los arreglos utilizados en algunas subestaciones de Luz y Fuerza del Centro.

5.1. Diagrama esquemático de protección y medición para líneas de 400--KV, con onda portadora y distancia de 3 zonas, arreglo interruptor-y medio.

La figura 22 muestra este arreglo con una protección diferencial por --onda portadora (87C) como protección primaria y protege a la línea dispa--rando los interruptores correspondientes a través del relevador auxiliar --(APX), el cual es utilizado para generar una señal de disparo. Es importan--te indicar que el disparo enviado a cada interruptor pasa a través de uni--dades direccionales de disparo formados por un diodo y un capacitor en pa--ralelo.

Los relevadores instantáneos de sobrecorriente (50 y 50N) forman el --sistema de protección de respaldo, y cubren fallas entre fases y entre fa--se y tierra respectivamente.

El sistema incluye también los relevadores de distancia (21 y 21N), a--justados para la 1a. 2a y 3a zona, y cubren fallas entre fases y entre fa--se y tierra respectivamente.

Las señales de disparo de los relevadores 21 de 1a y 2a zona, se blo--quean por falta de estabilidad del sistema, lo que es detectado por el re--levador 68. Se utiliza un relevador ARX para generar una alarma de disparo de la protección de respaldo.

La protección primaria es la siguiente:

- 1.- Relevador diferencial, con equipo para protección de líneas por --comparación de fases a través de corrientes portadoras, con fuente de 125 volts C.D. (87C).

La protección secundaria incluye los siguientes relevadores:

- 1.- 3 relevadores de sobrecorriente instantáneos, 60 HZ, 5 amperes, de posición automática para detectar fallas de fase a fase (50).
- 2.- 3 relevadores de distancia tipo inducción, para protección contra-fallas entre fases. El sistema monofásico consiste en tres zonas --de protección, la 1a y 2a zona deberan medirse por medio de una u--nidad tipo ohm, con un rango de 0.25 a 10 ohms y la 3a zona median--te una unidad direccional tipo mho, con un rango de 2.5 a 10 ohms. Los contactos deben ser de una capacidad momentánea de 30 amp. de--C.D., provistos con banderas de sello de 0.6 a 2 amp., con botón --de reposición manual. (21).

- 3.- 3 relevadores de distancia del tipo inducción para protección de fallas entre fase y tierra. El esquema de protección monofásico consiste en tres zonas, la 1a y 2a zona deberán medirse con una unidad de 0.25 a 10 ohms y la tercera zona mediante una unidad de 1 a 30 ohms. Los contactos deben ser de una capacidad momentánea de 30 amp C.D. El circuito de control de 125/250 volts C.D., bobina de sello de 0.6/2 amp, de autorreposición al abrirse el circuito de disparo y bobina, con banderas y boton de reposición manual (21N)
- 4.- 1 relevador instantáneo de sobrecorriente para protección de fallas a tierra y operando como discriminante de fallas, con rango de 0.5 a 2 amperes, con voltaje de operacion de 125/250 C.D. (50N).
- 5.- 1 relevador auxiliar de disparo instantáneo de reposición automática, 125 volts C.D., con un contacto tipo "A" y un tipo "C" con capacidad de 3 amperes continuos y 30 amperes momnetáneos para cada contacto (94).
- 6.- 1 relevador de bloqueo por falta de estabilidad, tipo impedancia modificada y desplazada (MH0), 125 volts, 60 hz, 5 amperes, para circuitos de 125/250 volts, para actuar con los relevadores de protección de fase, con un contacto adicional para arranque del Osciloperturbógrafo, (68).
- 7.- 1 relevador receptor, para el sistema de ondas portadoras (85).
- 8.- Un relevador auxiliar, con dos contactos tipo "C" para 125 volts C.D. tiempo mínimo de pico de 3.5 ciclos y de caída de 15 ciclos, de reposición automática (94X).
- 9.- 1 relevador auxiliar, de operación instantánea, de reposición automática, con un tiempo de operación de 8 ms y de reposición de 32 ms, para circuitos de 125 volts de C.D. con dos contactos tipo "C" con capacidad de 3 amperes continuos y 30 amperes momentáneos (85X).
- 10.-2 relevadores auxiliares de tiempo, de estado sólido que proporcionan funciones de retardo de tiempo muy estable. (21X 21NX).
Los relevadores están formados por un circuito capacitivo y resistivo de baja energía regulada, para hacer el retardo de tiempo independiente de las variaciones de voltaje en su alimentación, el cual es de - 125/250 de corriente directa, con dos unidades, tres tarjetas de 0.6 a 2 amperes, con dos contactos normalmente abiertos y eléctricamente independientes.
- 11.-2 relevadores auxiliares con rango de corriente hasta 30 amperes, alarma de disparo cuyas bobinas se conectan cada una en serie con las bobinas de disparo de los interruptores (APX) (ARX).

ARREGLO INTERRUPTOR Y MEDIO

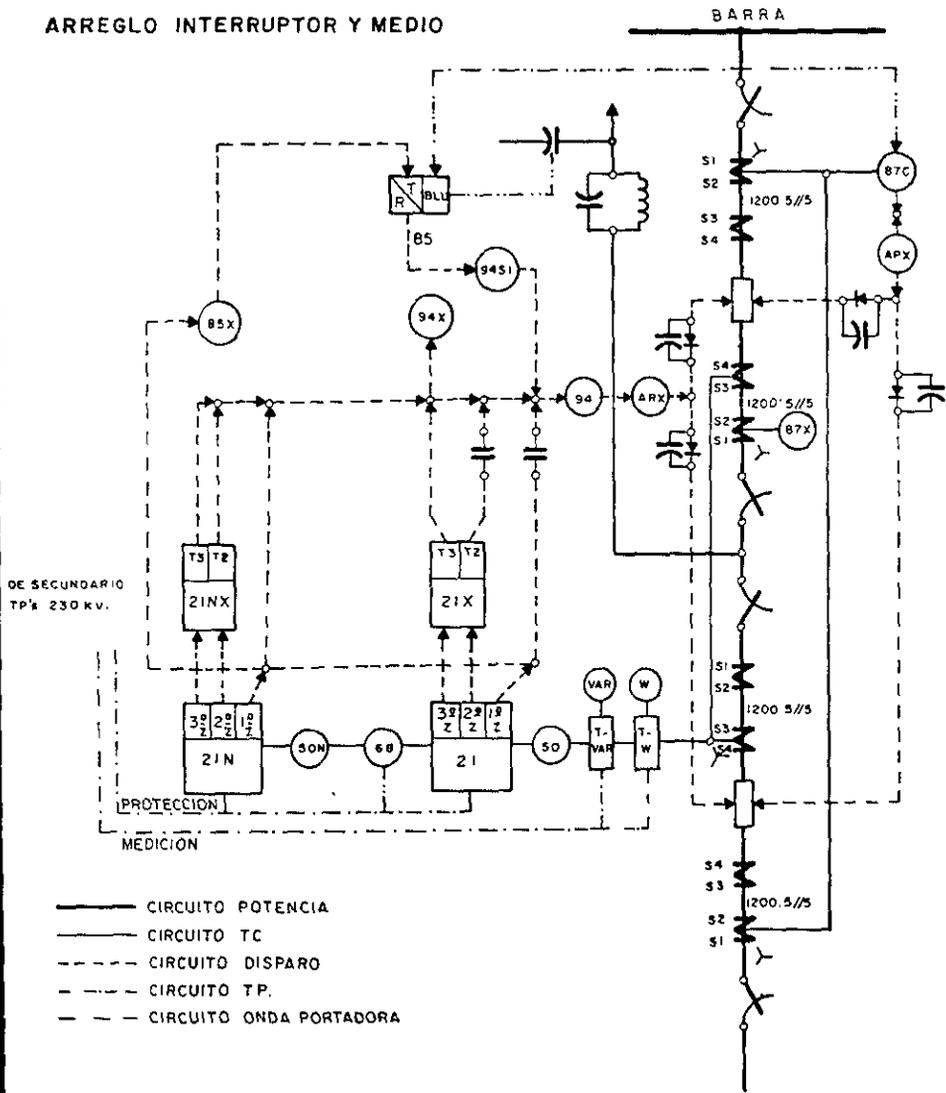


Fig. N° 22

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PROTECCION Y MEDICION, LINEAS 230 Y 400 kv. CON ONDA PORTADORA Y DISTANCIA DE 3 ZONAS.

5.2 Diagrama esquemático de protección y medición de líneas y cables de 230 KV, con hilo piloto y sobrecorriente direccional, con arreglo de interruptor y medio.

En la figura 23 se muestra como protección primaria, una protección diferencial por hilo piloto (87H), que protege a la línea de 230 KV disparando los interruptores a través de la bobina del relevador APX, el cual se utiliza para enviar una alarma remota de disparo. La señal de disparo enviada a cada interruptor pasa por unidades direccionales de disparo.

Las unidades direccionales de disparo sirven para no permitir la salida o entrada de señales de apertura a los interruptores ajenos al sistema de protección.

El sistema de protección de respaldo esta formado por la protección de sobrecorriente direccional de tierra (67N), polarizada con corriente y potencial, protección direccional entre fases (67), polarizada con potencial. En forma semejante a la protección primaria, se utiliza un relevador de alarma de disparo (ARX) y unidades direccionales de disparo.

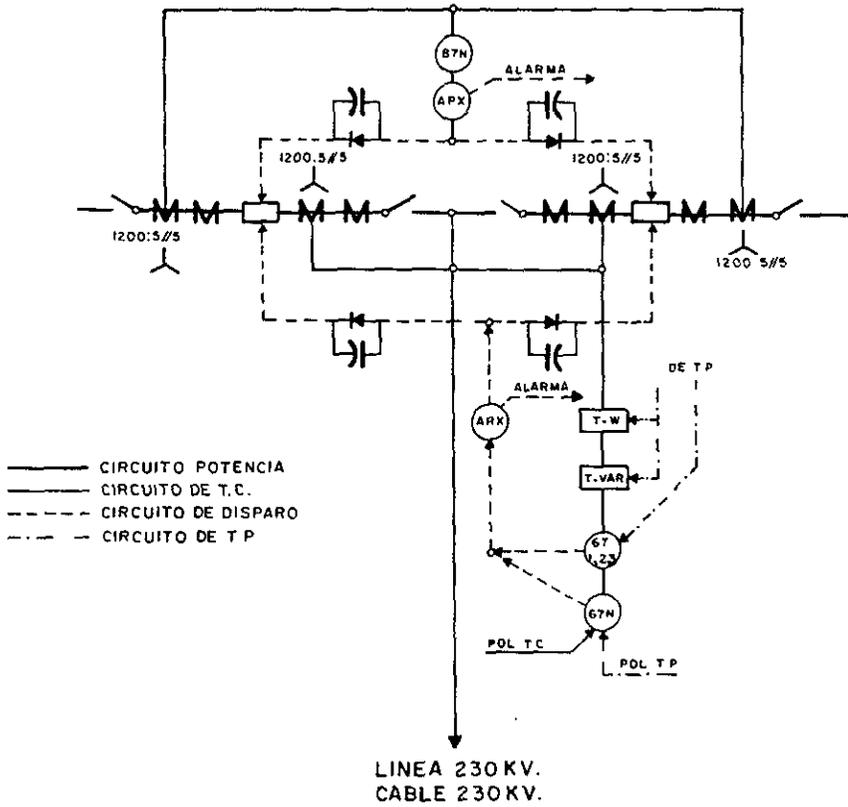
Por lo tanto la protección primaria es la siguiente:

- 1.- 1 relevador diferencial de porcentaje variable, protección por hilo piloto, para sistema de 60 HZ. (87H)

La protección de respaldo utiliza los siguientes relevadores:

- 1.- 3 relevadores de sobrecorriente direccional del tipo de inducción - para protección de fallas entre fases en sistemas de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso, con rango de 2 a 16 amperes y otra unidad instantánea de potencia direccional con rango de 10 a 80 amperes, con polarización de potencial, para conectarse a circuitos de control de 125 volts de corriente directa. (67)
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente direccional del tipo de inducción, para protección de fallas de fase a tierra, en sistema de 60 HZ, con una unidad de sobrecorriente de tiempo inverso con rango de 0.5 a - 2.0 amperes y otra unidad instantánea de potencia direccional con - rango de 4 a 16 amperes, con polarización de corriente y potencial, para conectarse a circuitos de control de 125 volts de C.D. (67N)
- 3.- 2 relevadores auxiliares con rango de corrientes hasta 30 amperes, para el envío remoto de una alarma de disparo, cuyas bobinas se conectan en serie con las bobinas de disparo de los interruptores (APX) y (ARX).
- 4.- Unidades direccionales de disparo que no permiten la entrada o salida de señales a los interruptores ajenos al sistema de protección.

ARREGLO INTERRUPTOR Y MEDIO



——— CIRCUITO POTENCIA
 ——— CIRCUITO DE T.C.
 - - - - CIRCUITO DE DISPARO
 - - - - CIRCUITO DE T P

ESQUEMA

PROTECCION PRIMARIA HILO PILOTO.
 PROTECCION RESPALDO: SOBRECORRIENTE
 DIRECCIONAL.

Fig. N° 23

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PROTECCION
 Y MEDICION DE LINEAS Y CA-
 BLES DE 230 KV CON HILO PILOTO Y
 SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL.

5.3. Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 230 KV, doble protección de comparación de fases con arreglo de barra partida.

En la figura 24 se muestra este arreglo con una protección diferencial por onda portadora (87C) como protección primaria de la línea, protege la línea disparando los interruptores correspondientes.

El relevador de sobrecorriente direccional se utiliza como protección de respaldo de la línea para fallas a tierra.

El relevador de sobrecorriente (50) supervisa el disparo del relevador de distancia.

El sistema incluye un relevador de tiempo que retarda el disparo del relevador de distancia para suministrar segunda zona de protección.

También se incluye un relevador de distancia como protección de respaldo de la línea que protege barras remotas en subestaciones adyacentes.

De acuerdo al arreglo la protección primaria opera con los siguientes relevadores:

- 1.- 2 relevadores diferenciales para comparación de fasces con canal de corriente portadora (87C).

La protección de respaldo utiliza el siguiente equipo:

- 1.- 1 relevador de sobrecorriente direccional con unidad de tiempo inverso de 0.5 a 2 amperes y unidad instantánea, con polarización de corriente y potencial (67N).
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente de tres elementos con unidad instantánea (50).
- 3.- 1 relevador de tiempo (62).
- 4.- 1 relevador de distancia, tipo compensador, trifásico, con ajuste de impedancia de 0.2 a 4.35 ohms (21).

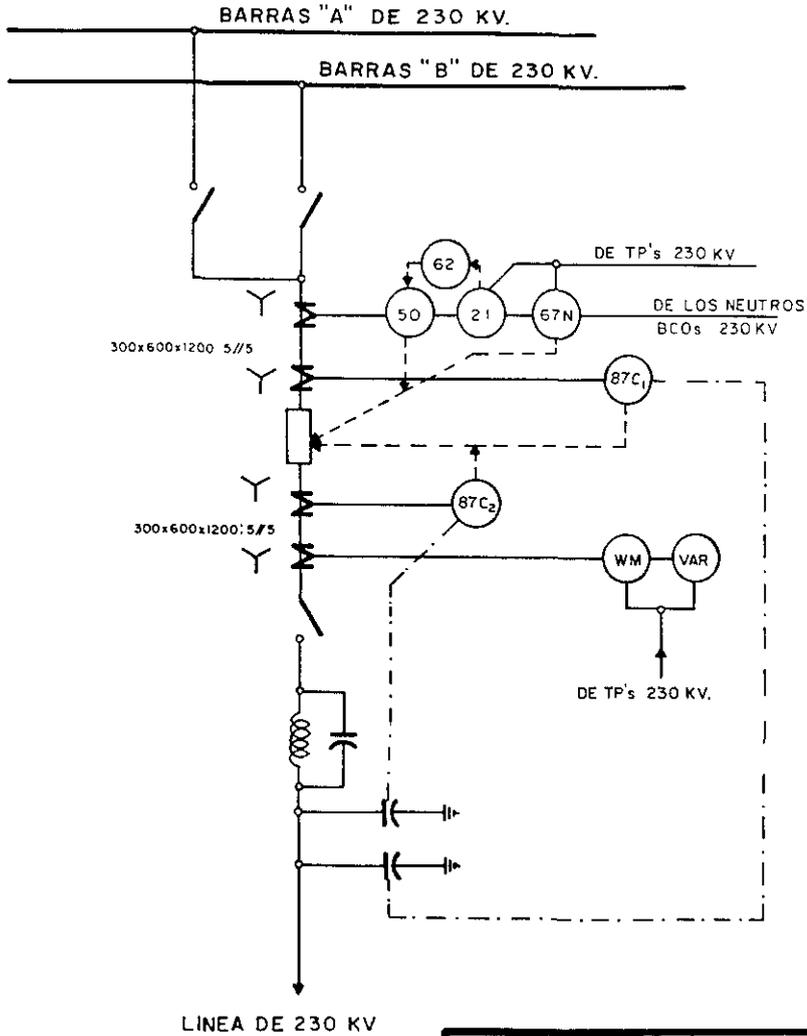


Fig. N° 24

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO LINEA DE 230KV DOBLE PROTECCION DE COMPARACION DE FASES. ARREGLO BARRA PARTIDA.

5.4. Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 85 KV. con onda portadora y sobrecorriente direccional para subestaciones con arreglo de doble barra.

La figura 25 muestra este arreglo utilizando como protección primaria un relevador diferencial por onda portadora (87C), que protege a la línea de 85 KV y al interruptor correspondiente, el interruptor se dispara a través del relevador auxiliar (APX) que es utilizado como - relevador de alarma de disparo.

La protección de respaldo esta formada por los relevadores de sobrecorriente direccional (67 y 76N), los cuales toman la señal de corriente de los TC's. Esta protección opera a través del relevador auxiliar (ARX), el cual se utiliza como relevador de alarma de disparo, cuya señal puede ser enviada a un centro de control remoto.

Características de la protección primaria:

- 1.- 1 relevador diferencial, con equipo para protección de línea por comparación de fases a través de corrientes portadoras con alimentación de 125 volts de corriente directa. (87C)

Características de la protección de respaldo:

- 1.- 3 relevadores de sobrecorriente direccional del tipo inducción para protección de fallas de fase a fase en sistemas de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso, rango de 2 a 16 amperes, y otra unidad instantánea de potencia direccional con rango de 10 a 80 amperes, con polarización de corriente y potencial, para conectarse a circuitos de 125 volts de corriente directa (67).
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente direccional del tipo inducción, para - protección de fallas de fase a tierra en sistemas de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso con rango de 0.5 a 2 amperes y otra instantánea de potencia direccional con rango de 4 a 16 amperes, - con polarización de corriente y potencial, conectado a circuitos de - 125 volts de corriente directa (67N).
- 3.- 1 relevador de bajo voltaje, de corriente alterna para detectar no voltaje y dar bloqueo a cuchillas de tierra, con dos contactos normalmente abiertos (NA) y dos normalmente cerrados (NC) 120 volts de C.A. (27).
- 4.- 2 relevadores auxiliares con rango de corriente hasta 30 amperes, para alarma de disparos, cuyas bobinas se conectan en serie con las bobinas de disparo de los interruptores (APX) y (ARX).

ARREGLO: DOBLE BARRA

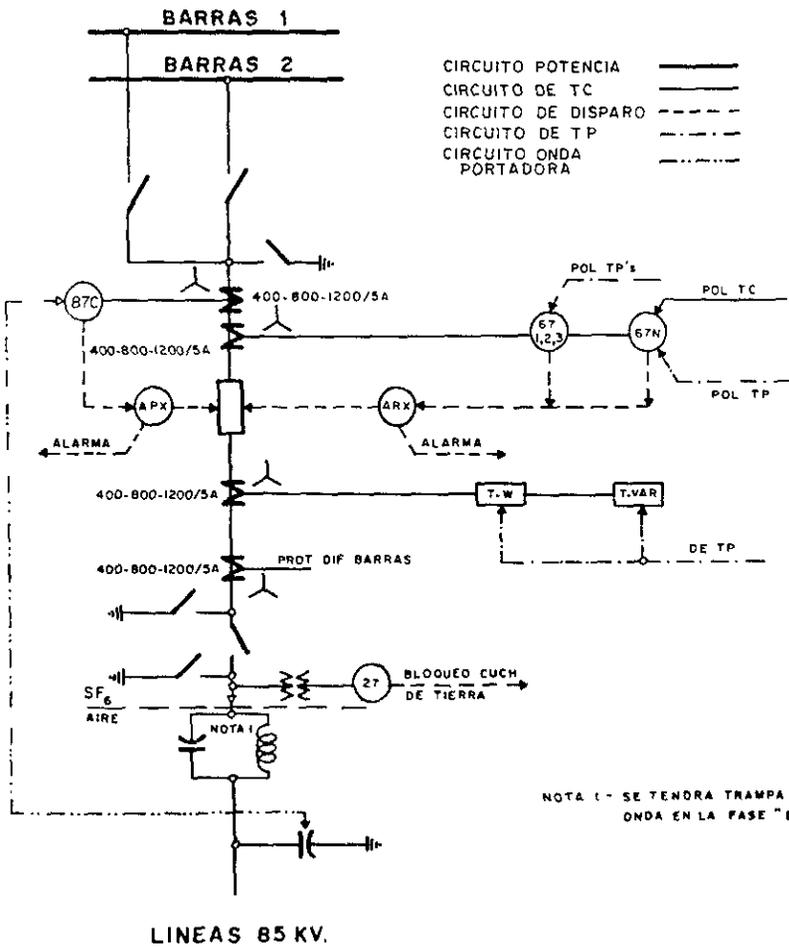


Fig N° 25

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE PROTECCION Y MEDICION. LINEA 85 KV. CON ONDA PORTADORA Y SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL PARA SE EN SF6

5.5 Diagrama esquemático de protección, control y medición de línea de 85 KV., con protección por comparación de fases con arreglo de interruptor y medio.

La protección primaria utilizada en este arreglo, se muestra en la figura 26 operando con un relevador diferencial por onda portadora (87C) que protege la línea de 85KV. y al interruptor correspondiente.

La protección de respaldo utiliza relevadores de sobrecorriente direccional para la protección de las líneas de 85 KV, cuando se presentan fallas entre fases en sistemas de 60 HZ y van conectados a los TP's .

Este arreglo también utiliza un relevador de sobrecorriente direccional, para proteger a la línea contra fallas a tierra, en sistemas de 60 HZ, y conectado a circuitos de 125 volts de corriente directa.

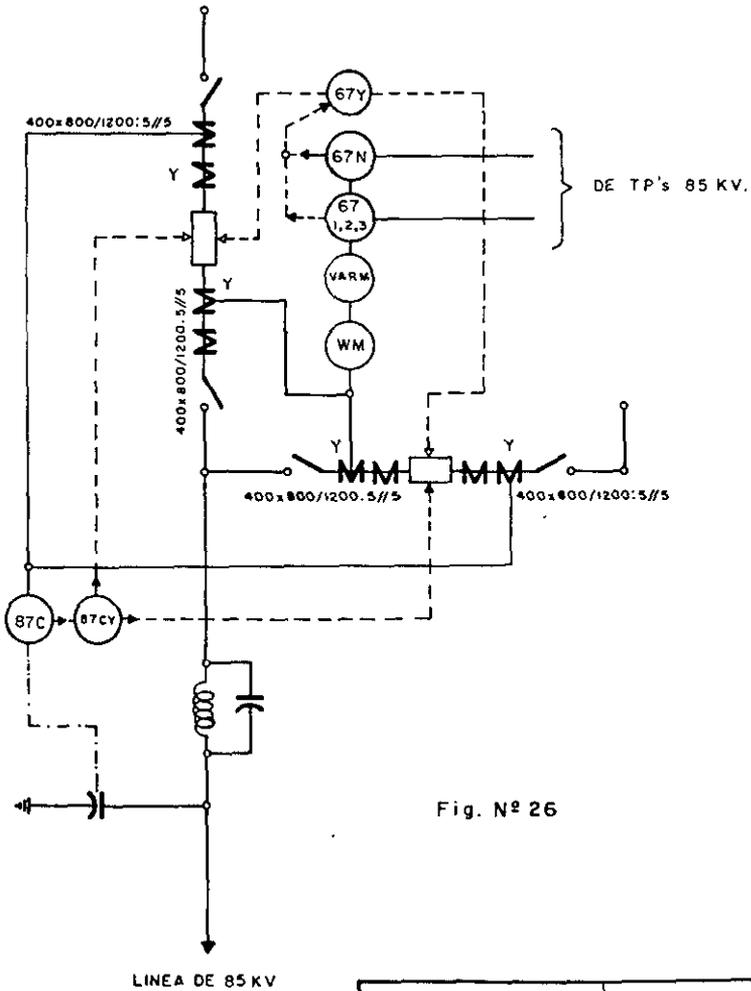
Características de la protección primaria:

- 1.- 1 relevador diferencial, con equipo para protección de línea por comparación de fases de corrientes portadoras con alimentación de 125 volts de corriente directa (87C).

Características de la protección de respaldo:

- 1.- 3 relevadores de sobrecorriente direccional del tipo inducción para protección de fallas de fase a fase en sistemas de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso, rango de 2 a 16 amperes, y otra unidad instantánea de potencia direccional con rango de 10 a 80 amperes, con polarización de corriente y potencial, para conectarse a circuitos de 125 volts de corriente directa (67)
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente direccional del tipo inducción, para protección de fallas de fase a tierra en sistemas de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso con rango de 0.5 a 2 amperes y otra instantánea de potencia direccional con rango de 4 a 16 amperes con polarización de corriente y potencial, conectado a circuitos de 125 volts de corriente directa (67N).

ARREGLO INTERRUPTOR Y MEDIO



UNAM	FES-C
DIAGRAMA ESQUEMATICO LINEA DE 85 KV. PROTECCION POR COMPARACION DE FASES.	

5.6. Diagrama esquemático de protección, control y medición de un banco de 30 MVA 85/23 KV, arreglo barra partida en 85 KV y doble barra - en 23 KV.

La figura 27 muestra la protección utilizada en este doble arreglo por el lado de 85 KV y por el lado de 23 KV. La protección primaria utiliza un diferencial de banco para cualquier tipo de falla dentro de la zona de la diferencial, también utiliza una protección buchholz, que protege el banco contra fallas internas incipientes, una protección de sobrecorriente instantánea para fallas entre fases y una de sobrecorriente instantánea y de tiempo para fallas a tierra. Estas protecciones operan disparando el relevador auxiliar de contactos múltiples (86) que a su vez dispara los interruptores de 85 KV y 23 KV librando el circuito. Las señales de corriente de la sobrecarga para los relevadores 50 y 50/51 están tomadas de los TC's del lado de 85 KV del banco. Las señales de corriente de la protección diferencial están tomadas de los TC's de 85 KV lado barras y de los TC's de 23 KV lado alimentadores.

La protección de respaldo utiliza un relevador de sobrecorriente de unidad instantánea para el banco y de unidad de tiempo para los alimentadores, un relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo para fallas a tierra del lado de 23 KV, del banco y alimentadores. Utiliza también un relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo para fallas a tierra por el lado de 85 KV del banco.

Características de la protección primaria:

- 1.- 3 relevadores diferencial de banco con tres bobinas de restricción y supresión de armónicas, 60 HZ. 125 volts de C.D. (87).
- 2.- 1 detector de gas, bucholz (63).
- 3.- 3 relevadores de disparo, reposición manual, 16 contactos, 60 HZ., conectados a circuitos de 125 volts de corriente directa (86).

Características de la protección de respaldo:

- 1.- 2 relevadores de sobrecorriente con unidad de tiempo inverso de 4 a 16 amperes y unidad instantánea, 60 HZ., 125 volts de C.D. (50/51).
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo de 0.5 a 2 amperes y unidad instantánea, 60 HZ. 125 volts de C.D. (50/51T).
- 3.- 1 relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo inverso de 0.5 a 2 amperes y unidad instantánea, para fallas a tierra, 60 HZ, conectado a circuitos de 125 volts de C.D. (50/51T).

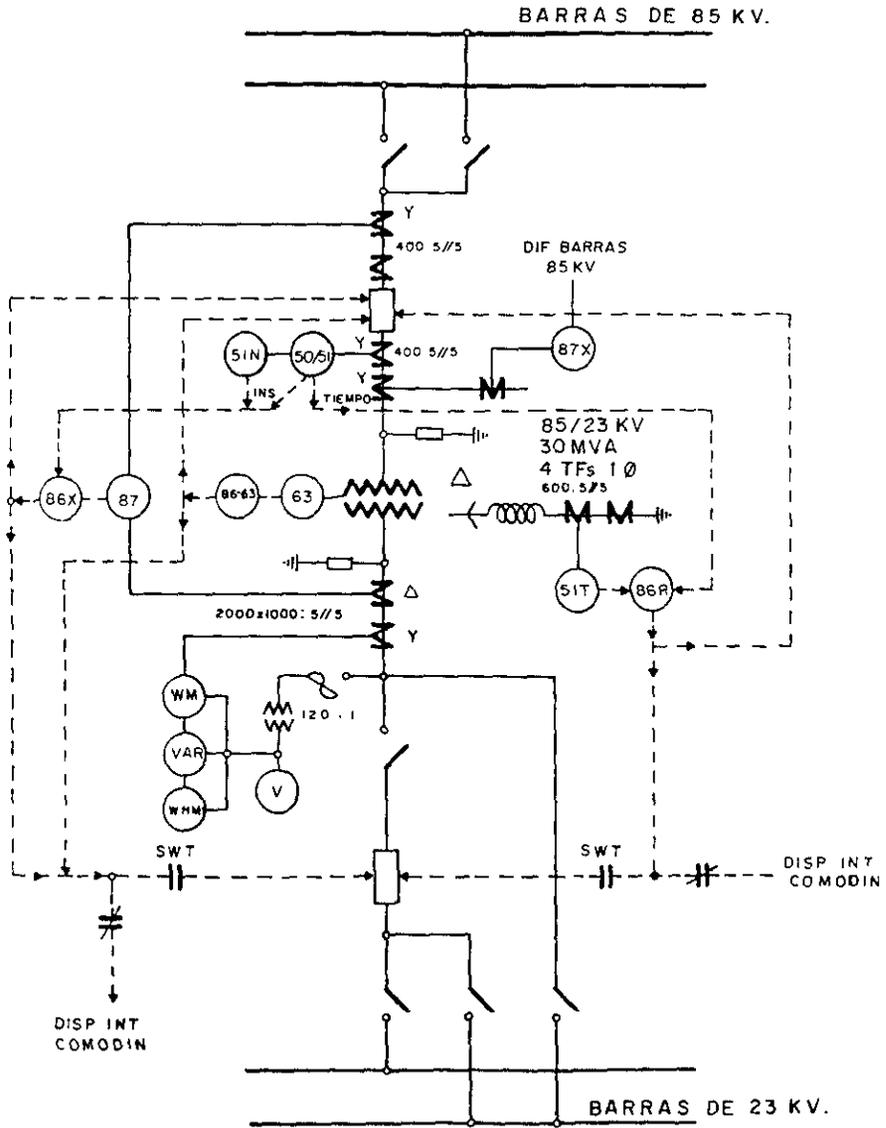


Fig N° 27

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION, BANCO DE 30MVA 85/23 KV. ARREGLO BARRA PARTIDA 85KV. DOBLE BARRA 23 KV.

5.7. Diagrama esquemático de protección, control y medición de un banco de 60 MVA 230/85 KV con instalación en SF6, arreglo barra partida por el lado de 230 KV y por el lado de 85 KV.

La figura No. 28 muestra la forma en que se debe de proteger un banco de transformación de 230 KV a 85 KV, utilizando como protección primaria del banco para cualquier tipo de falla dentro de la zona diferencial, relevadores diferenciales de banco (87T). Estos relevadores toman señales de corriente por el lado de 230 y por el lado de 85. Esta señal hace operar al relevador auxiliar de disparo (86) que a su vez manda la señal de apertura de los interruptores correspondientes librando la falla. La protección primaria opera también con el relevador detector de gas (63) que protege al banco contra fallas internas incipientes.

La protección de respaldo incluye un relevador de sobrecorriente direccional para fallas a tierra en el devanado primario del banco (67N). También utiliza dos relevadores de sobrecorriente con unidad instantánea para el banco y unidad de tiempo para las líneas.

Un relevador de sobrecorriente para fallas a tierra con unidad de tiempo inverso e instantánea. Este relevador protege fallas a tierra en la zona de los TC's del lado de baja tensión y el devanado secundario del banco.

Cuando el esquema no presenta protección de respaldo local por falla de interruptor, se utiliza un relevador de tiempo definido (51-TT) para falla del interruptor en el lado de 230 KV.

Características de la protección primaria:

- 1.- 3 relevadores diferenciales de banco con 3 bobinas de restricción y supresión de armónicas, 60 hz, para operar a 125 volts de corriente directa (87T).
- 2.- 3 relevadores auxiliares de disparo, con reposición manual, 16 contactos. (86)
- 3.- 1 relevador detector de gas buchholz (63).

Características de la protección de respaldo:

- 1.- 1 relevador de sobrecorriente direccional con unidad de tiempo inverso de 0.5 a 2 amp., con polarización de corriente y potencial, para operar a 60 hz y 125 volts de C.D. (67N).
- 2.- 2 relevadores de sobrecorriente con unidad de tiempo inverso de 4 a 16 amperes y unidad instantánea, 60 hz 125 volts de C.D. (50/51).
- 3.- 1 relevador de sobrecorriente para fallas a tierra, con unidad de tiempo inverso de 0.5 a 2 amperes y unidad instantánea. (51N).
- 4.- 1 relevador de sobrecorriente de tiempo definido con unidad instantánea de 0.5 a 2 amperes (51TT).. Este relevador se utiliza solo cuando el esquema de protección no utiliza relevador por falla de int.
- 5.- 1 relevador ajustable entre 0.05 seg. máximo a 0.5 seg. mínimo, para falla del interruptor.

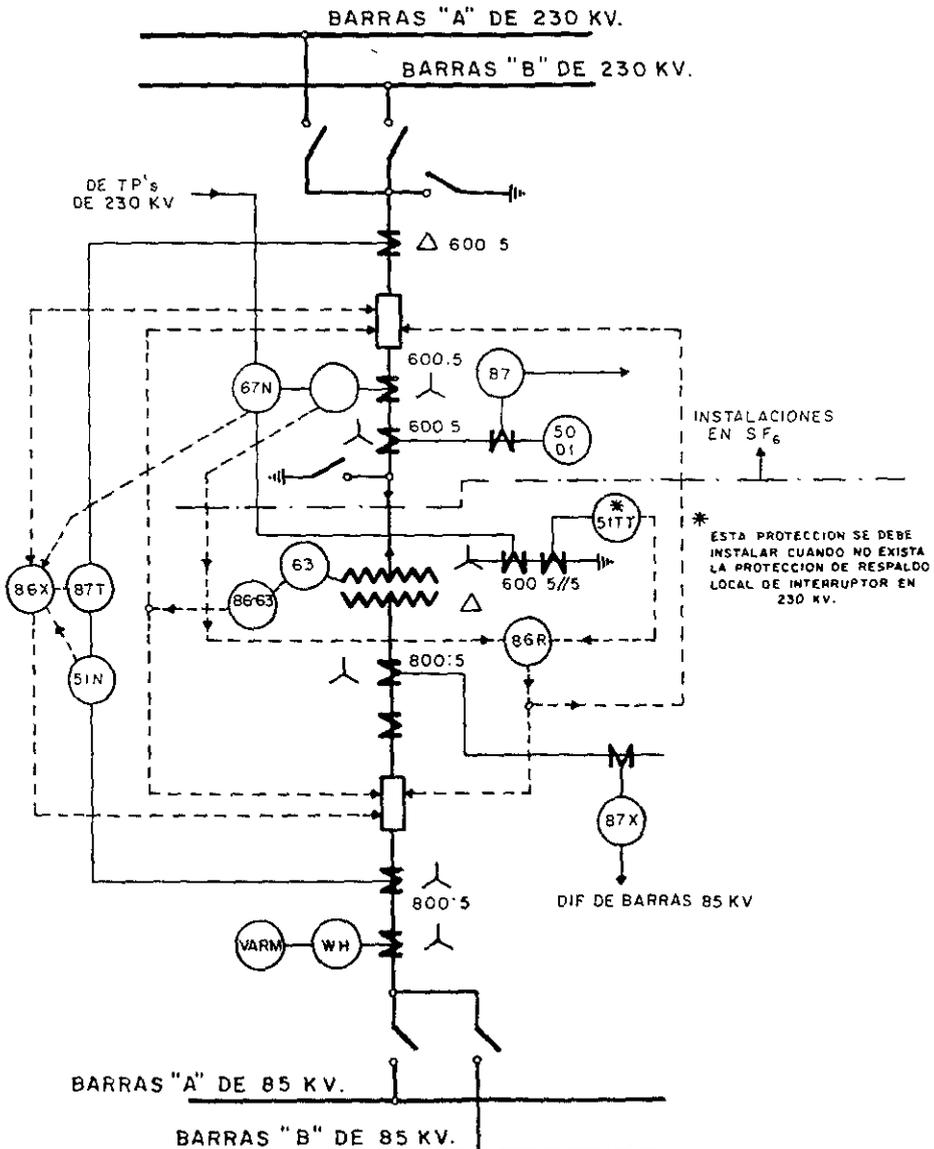


Fig. N° 28

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL,
 PROTECCION Y MEDICION. BANCO DE
 60 MVA 230/85 KV ARREGLO: BARRA
 PARTIDA

5.8. Diagrama esquemático de protección, control y medición de un banco de 60 MVA 230/23 KV., con arreglo en interruptor y medio en 230 KV y anillo doble en 23 KV.

La figura 29 muestra el arreglo necesario para proteger un banco de - transformación de 230 KV. por el lado primario y 23 KV. por el lado secun dario y que realiza la alimentación a los circuitos de distribución.

La protección primaria se basa en un relevador diferencial de banco - que protege cualquier tipo de falla que pueda ocurrir dentro de la zona - de la diferencial. Esta protección opera a través de los relevadores auxi liares 86, que a su vez mandan la señal de disparo a los interruptores co rrespondientes para aislar la falla.

Esta protección primaria utiliza también un relevador detector de gas, conocido también como relevador bucholz, que protege al banco contra fa-- llas incipientes.

La protección secundaria utiliza en su esquema de protección relevado res de sobrecorriente que protegen el banco y los alimentadores. Además - de una protección de sobrecorriente direccional para fallas a tierra en - el lado del devanado primario del banco.

Utiliza también un relevador de sobrecorriente que protege el sistema contra fallas a tierra del lado de 23 KV del banco y alimentadores.

Un relevador de sobrecorriente de tiempo definido para proteger el -- sistema contra fallas de interruptor por el lado de 230 KV.

Características de la protección primaria:

- 1.- 3 relevadores diferenciales de banco con tres bobinas de restricción- y supresión de armónicas, 60 hz, y para conectarse a circuitos de 125 volts de corriente directa (87T).
- 2.- 3 relevadores auxiliares de disparo, con reposición manual, 16 contac tos, 60 HZ. (86).
- 3.- 1 relevador detector de gas ó buchholz (63).

Características de la protección secundaria ó respaldo:

- 1.- 2 relevadores de sobrecorriente con unidad de tiempo inverso de 4 a - 16 amperes y unidad instantánea, para operar en circuitos de 60 HZ., - y 125 volts de corriente directa (50/51).
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente direccional con unidad de tiempo inver- so de 0.5 a 2 amperes, con polarización de corriente y potencial, pa- ra operar a 60 HZ y 125 volts de corriente directa y utilizado para - proteger al sistema contra fallas a tierra. (67N).
- 3.- 1 relevador de sobrecorriente para fallas a tierra, con unidad de --- tiempo de 0.5 a 2 amperes y unidad instantánea, para operar a 60 HZ y volts de corriente directa. (51T).
- 4.- 1 relevador de sobrecorriente de tiempo definido, para proteger fallas en el interruptor y que es utilizado en este esquema cuando no existe protección por falla del interruptor. Este relevador es conectado a - sistemas de 60 HZ y circuitos de 125 volts de corriente directa. (51TT).

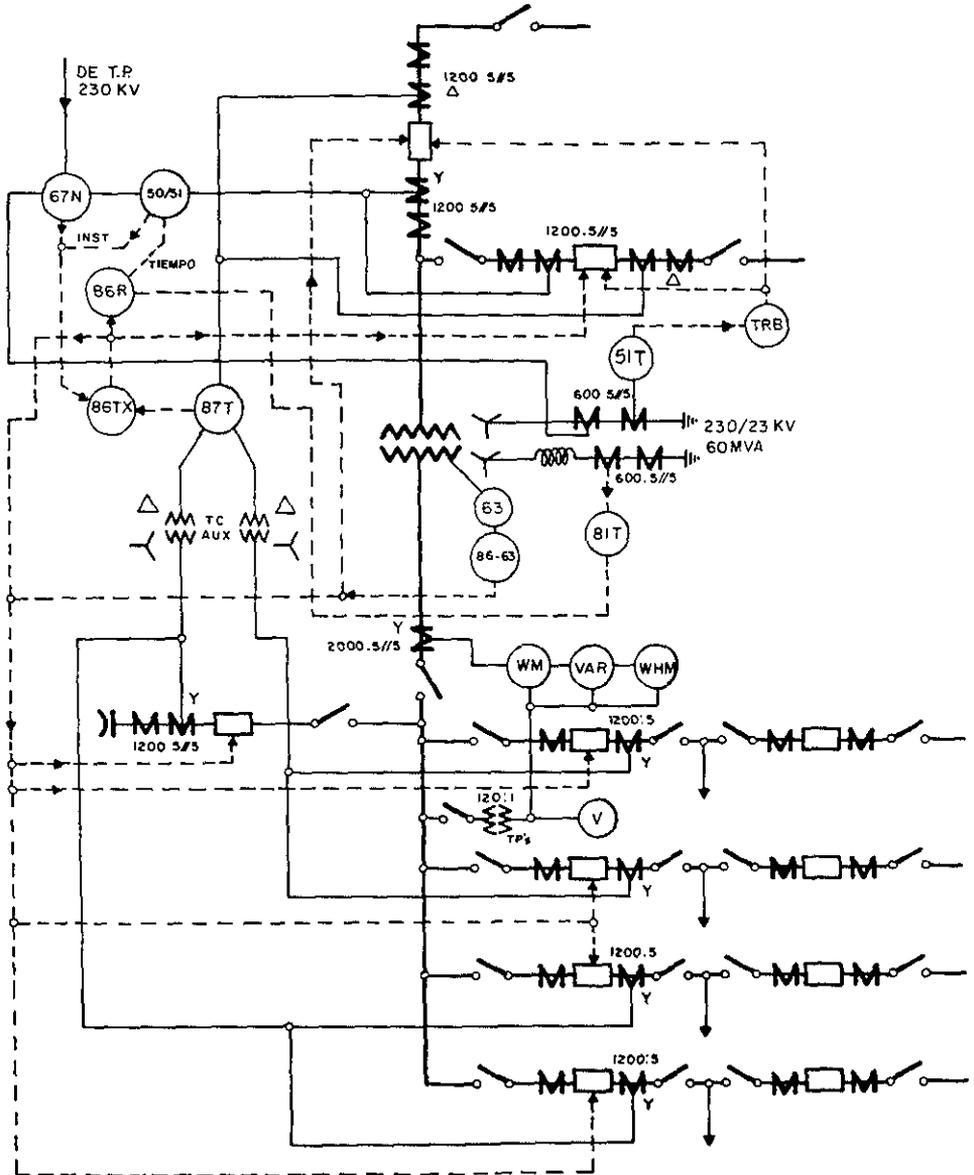


Fig. No 29

UNAM FESC

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION, BANCO DE 60MVA 230/23 KV. ARREGLO: ANILLO 230 KV. Y ANILLO DOBLE 23 KV.

5.9. Diagrama esquemático de control, protección y medición de un alimentador de 23 KV, con arreglo en anillo.

La figura 30 muestra el arreglo necesario para proteger un alimentador en 23 KV. Este sistema utiliza relevadores de sobrecorriente para protección del alimentador cuando ocurren fallas entre fases; al momento de ocurrir una falla entre las fases el relevador manda una señal de disparo al interruptor correspondiente, para así aislar la falla.

También se utiliza un relevador de sobrecorriente para proteger el sistema contra fallas a tierra, realizando la misma operación que el relevador anterior, mandando la señal al interruptor correspondiente para boquear la falla.

Para mandar la señal de cierre del interruptor accionado, se utiliza un relevador de recierre, que opera de la siguiente manera: En caso de una falla en el alimentador, opera la protección correspondiente y abre el interruptor inmediatamente. Después de la apertura, el relevador envía inmediatamente una orden de cierre al interruptor. Si la falla persiste vuelve a dispararse el interruptor. El relevador vuelve a ordenar un segundo recierre pero ahora con un retraso de tiempo ajustado previamente para dar tiempo a que se despeje completamente la falla. Finalmente si continúa la falla, hay un tercer disparo y un nuevo recierre con mayor tiempo de retraso y si la falla sigue persistiendo, se disparará el interruptor y se bloqueará el circuito de recierre, hasta que personal de mantenimiento despeje físicamente la falla.

Para este esquema de protección se emplea los siguientes relevadores:

- 1.- 2 relevadores de sobrecorriente (50/51) del tipo inducción para protección de fallas de fase a fase en sistemas de 60 hz, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso con rango de 2 a 16 amperes y otra unidad instantánea con rango de 20 a 160 amperes y contactos de las unidades electromecánicas correspondientes. (50/51)
- 2.- 1 relevador de sobrecorriente, del tipo de inducción, para protección de fallas de fase a tierra en sistema de 60 HZ, con unidad de sobrecorriente de tiempo inverso con rango de 0.5 a 4 amperes y otra unidad instantánea con rango de 10 a 80 amperes y contactos de las unidades electromecánicas correspondientes. (50/51N).
- 3.- 1 relevador de recierre, de reposición automática, con ajuste instantáneo y tres recierres de tiempo diferidos, ajustables a un máximo de tres minutos, para operar en circuitos de control de 125 volts de corriente directa. (79).

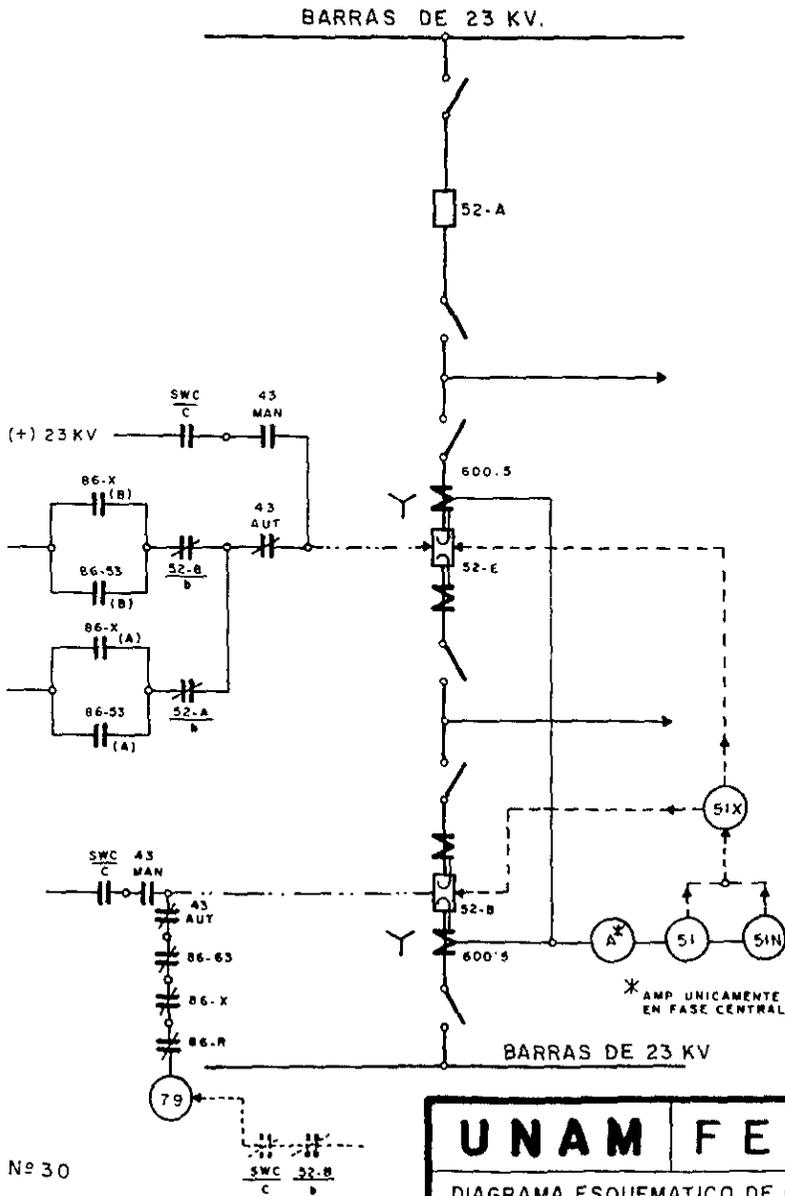


Fig. N° 30

UNAM FES-C

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL PROTECCION Y MEDICION. ALIMENTADOR 23 KV. ARREGLO EN ANILLO.

CAPITULO III**DISEÑO Y FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.****INTRODUCCION.**

El objetivo principal de este capítulo es el de describir un método para el diseño y la fabricación de tableros de control, protección y medición, basado en las actividades que se desarrollan en el Taller de Tableros y en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de Luz y Fuerza del Centro,-- S.A., así como también la información y tecnología existente en CFE.

Para esto se presenta un diagrama de flujo con las actividades necesarias para fabricar un tablero.

Las descripciones que así lo ameritan, contienen dibujos, diagramas ó disposiciones de equipo, que facilitan su claridad, así como argumentos -- que las justifican y recomiendan. También se incluyen datos de fabricación tomando en cuenta normas vigentes en CFE y LFC.

Diagrama de Flujo.

El siguiente diagrama de flujo muestra las actividades generales que -- comprenden el método mencionado, para la fabricación de tableros de control, protección y medición.

LISTADO DE ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL DISEÑO Y FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.

- 1.- Selección del Esquema de Control, Protección y Medición.
- 2.- Selección y Especificación del Equipo.
- 3.- Elaboración del Diseño Eléctrico.
- 4.- Listas de Equipo y Materiales.
- 5.- Diseño Mecánico.
- 6.- Adquisición de Equipo y Materiales.
- 7.- Planos de Disposición de Equipo y Montaje de Equipo Misceláneo.
- 8.- Diseño de Hojas de Alambrado y Conexión.
- 9.- Fabricación Estructural del Tablero.
- 10.- Colocación de Herrerajes.
- 11.- Control de Calidad de la Estructura.
- 12.- Aplicación de Primario y Pintura de Acabado.
- 13.- Control de Calidad en Pintura.
- 14.- Montaje de Equipo mayor y Equipo Misceláneo.
- 15.- Control de Calidad en Montaje de Equipo.

- 16.- Alambrado del Tablero.
- 17.- Elaboración de Nomenclatura.
- 18.- Fabricación de Nomenclatura.
- 19.- Colocación de Nomenclatura y Bus Mímico.
- 20.- Control de calidad en Alambrado.

1.- Selección del Esquema de Control, Protección y Medición.

El capítulo II nos muestra algunos de los esquemas utilizados en sistemas eléctricos de potencia. Este es el punto de partida para la fabricación de un tablero.

2.- Selección y Especificación del Equipo.

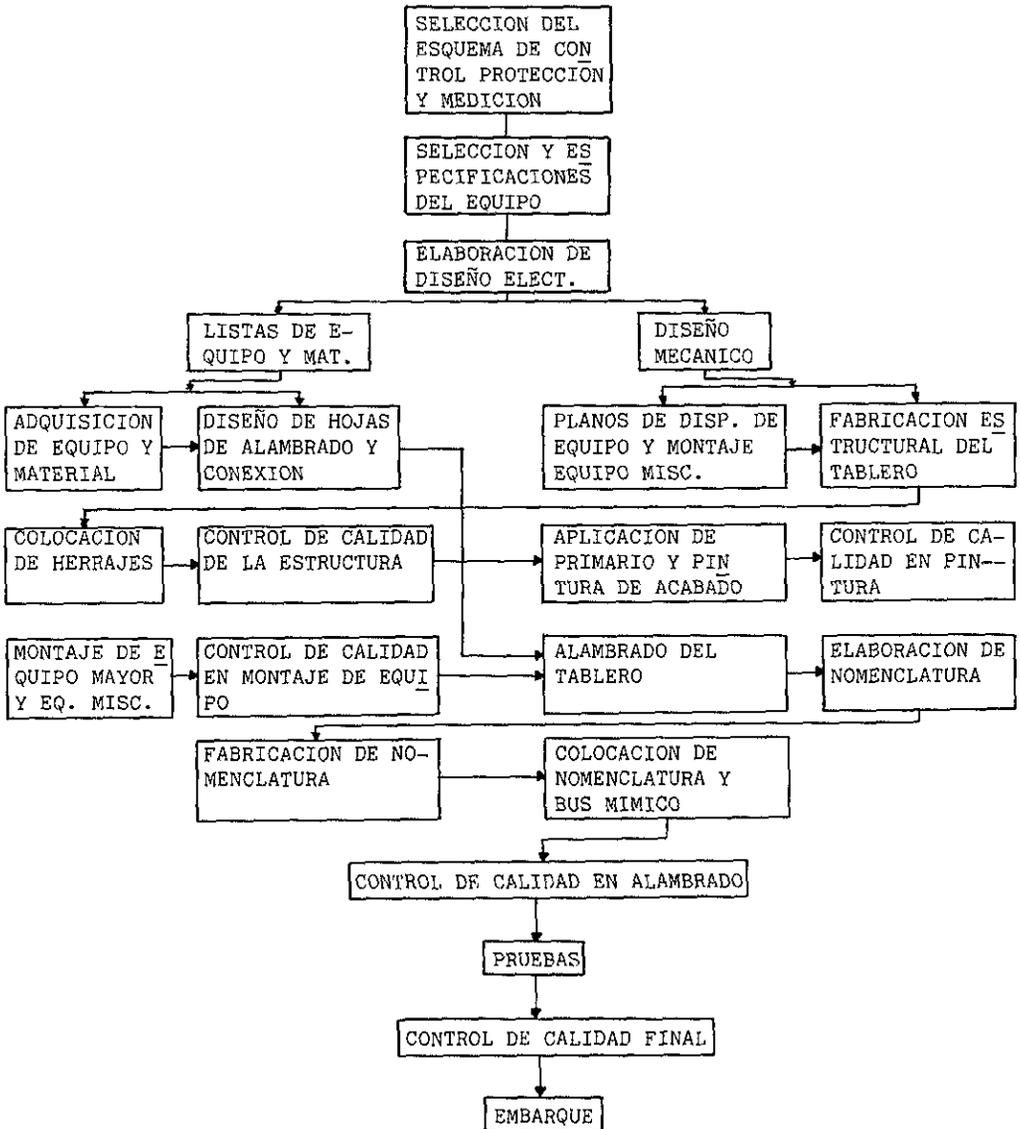
El objetivo de una protección, es el de mantener una constante vigilancia de un sistema eléctrico de potencia, para asegurar la máxima continuidad del servicio eléctrico y minimizar los posibles daños al equipo cuando se presente alguna falla. Para seleccionar el equipo se toma en cuenta la importancia de la continuidad del servicio, así como las condiciones económicas, además de la selección del esquema de protección y del equipo correspondiente.

Por lo general los fabricantes ofrecen diferentes características en sus equipos, que cumplen con estas condiciones, pero es necesario elaborar una serie de especificaciones que delimiten los rangos y características que deberán tener los mismos. A continuación se muestra a manera de ejemplo, una forma generalizada de como especificar, a los fabricantes, las características que deben tener el equipo utilizado en la fabricación de tableros.

2.1. Especificaciones de Conmutadores de Control y Transferencia.

- a) Los conmutadores deben ser para montaje semiembutido, en tableros de lámina de 3.2 mm de espesor. Deben ser lo suficientemente robustos para soportar vibraciones.
- b) Los contactos deben ser capaces de soportar 20 amperes continuos, 250-amperes durante 3 segundos, 2 amperes de capacidad interruptiva en circuitos inductivos y 2.5 en circuitos no inductivos a 125 volts de c.d. y clase de aislamiento de 600 volts.
- c) Los conmutadores deben estar contruidos para poder instalarse en clima semitropical y con variaciones de temperatura de -4°C a 35°C y variaciones en la humedad relativa de 20% a 90%.
- d) La caratula, el arreglo de los contactos y el cuadro de operación y posiciones se especificará en cada caso en particular, además la manijera será tipo pistola, a menos que se especifique otro tipo.

DIAGRAMA DE FLUJO



2.2. Especificaciones de relevadores de protección.

- a) Los relevadores deberán ser para montaje semiembutido, en tableros de lámina de 3.2 mm de espesor. Su construcción debe ser lo suficientemente robusta para soportar vibraciones.
- b) Deben ser diseñados para instalarse en clima semitropical, con variaciones de temperatura de -4°C a 35°C y variaciones de la humedad relativa de 20% a 90% sin que los aislamientos sufran deterioros, ni se modifique el ajuste de los relevadores por estas variaciones. La frecuencia de operación será de 60 HZ.
- c) Los relevadores auxiliares de disparo, reposición manual deben ser tipo rotatorio. Los contactos de todos los relevadores auxiliares deben ser fácilmente intercambiables del tipo "a" al tipo "b" y viceversa.
- d) Todos los relevadores deberán tener bobina de bandera, de conexión en serie. No se aceptarán con bobina de bandera en paralelo a menos que así se indique.
- e) Los relevadores auxiliares de reposición automática ó eléctrica, deben tener las siguientes características:
 - Tener contactos reversibles
 - Capacidad de los contactos de 10 amperes mínimo.

2.3. Especificaciones para instrumentos y aparatos de medición.

- a) Los instrumentos de medición serán para montaje vertical en un tablero metálico de 3.2 mm de espesor; su construcción deberá ser lo suficientemente robusta para soportar vibraciones. El elemento móvil estará suspendido por medio de banda tensada.
- b) Todos los aparatos deben tener caja acabada en color negro mate. La carátula de los instrumentos indicadores deberá ser del tipo circular, con rango de lectura de aproximadamente 270° , y precisión de 1.3 en el segundo tercio de la escala, la que se suministrará con caracteres negros sobre fondo blanco. El diseño y construcción de la carátula deberá ser tal, que la punta de la aguja indicadora no tape ni las marcas ni los números, debiendo estar estos impresos horizontalmente.
- c) Los aparatos serán para instalarse en clima tropical, con variaciones en la humedad de 20% a 90%, sin que se modifiquen sus características de precisión, ni sufrir corrosión en las partes expuestas a la intemperie, la frecuencia de operación será de 60 Hz.
- d) Deberán indicarse las relaciones de transformación requeridas, de los transformadores de corriente y/o potencial así como voltajes y corrientes de bobina, constantes de lectura y calibración.

- e) Los instrumentos deberán tener amortiguamiento de imán permanente para permitir lecturas rápidas y estables, con tiempo de respuesta de 2 a 2.5 seg. a plena carga.
- f) El aislamiento será clase 750 volts y deberá soportar la prueba de - 2800 volts aplicados durante un minuto.
- g) Todos los medidores de kilowatt-hora y kilovar-hora deben ser para - montaje semiembutido tipo removible, y estar provistos de dispositivos de prueba integrales.

3.- Elaboración del diseño eléctrico.

3.1 Planos

Los planos utilizados en el diseño eléctrico de un tablero se basan en los dibujos de la disposiciones físicas de los equipos y los arreglos de los tableros, incluye además listas de material y equipo, lista de conexiones, así como los diagramas unifilares y trifilares. El listado completo se describe a continuación:

- Disposición de equipo y perforaciones.
- Diagrama unifilar.
- Diagrama trifilar.
- Diagrama esquemático de control, protección y medición.
- Lista de equipo y material.
- Listado de alambrado.

3.1.1 Disposición de equipo y perforaciones.

Este plano contiene lo siguiente: Arreglo físico general del tablero, mostrando si es de una sección o de varias secciones, dimensiones del tablero ó de los tableros, incluyendo ancho, alto y profundidad, disposición de equipo, cotas de cada perforación necesaria para el montaje de relevadores, conmutadores, lámparas, equipo de medición, equipo auxiliar, -- etc. cotas de los ejes de cada aparato, posiciones de equipo auxiliar como fusibles, unidades direccionales de disparo, transductores, transformadores auxiliares de corriente, equipo auxiliar de protección de reposición automática, ductos, tablillas, cuchillas de prueba, etc.

También debe incluir el numero de cada aparato, la letra de identificación, el bus mímico que muestre la operación de la subestación, así como el calibre de la lámina utilizada y el color solicitado para el tablero.

3.1.2. Diagrama unifilar.

El diagrama unifilar en la fabricación de tableros, nos muestra mediante una sola línea, las relaciones esquemáticas básicas entre los dispositivos de control protección y medición y el equipo de alta tensión, que incluye interruptores de potencia, transformadores, cuchillas, buses, etc así como los circuitos de transformadores de corriente y potencial y las señales de disparo del equipo de protección, datos de relaciones de transformadores de corriente y potencial, etc.

3.1.3. Diagrama trifilar.

Este diagrama muestra el equipo de alta tensión y las tres fases del sistema eléctrico utilizado en la fabricación del tablero, con las conexiones reales externas e internas de los aparatos de control, protección y medición a los circuitos de corriente, tomados de los secundarios de los transformadores de corriente y de los secundarios de los transformadores de potencial. Incluye circuitos de corriente directa para los disparos de la protección, el cierre y apertura de interruptores de potencia, y los dispositivos de alarma y señalización, así como los dispositivos de comunicación para los disparos transferidos ó remotos, ó aceleración de zonas de protección a distancia. Muestra la conexión de registradores de eventos, telemedición y teleindicación, transductores de watts y vars, dispositivos de automatización, etc., Este diagrama contiene también tipo de equipo y marca del fabricante, números NEMA, nomenclatura, que localiza los aparatos en el tablero, número de bornes de aparatos y de tablillas de conexiones y su forma de conectarse, así como el esquema eléctrico interno de relevadores, equipo auxiliar, etc., proporcionado por el fabricante de los mismos, cuadros de operación de los conmutadores de interruptor, vólmetros, ampérmetros, transferencias de carga, etc.

3.1.4. Listas de equipo y material

Incluyen el equipo y material utilizado en el tablero. Se especifica marca del fabricante, número de catálogo ó tipo, número de pedido, así como la cantidad y su descripción, rangos de voltaje, capacidades eléctricas, escalas, dimensiones. Se indica también la identificación del tablero sobre el que va montado, si es en el mando ó en el respaldo, también se establece la subestación hacia donde va el tablero y un número de control para su fácil identificación.

3.1.5. Listado de alambrado

Es un arreglo sistematizado, en forma de lista, de la información contenida en los diagramas trifilares, relacionados con la conexión de los equipos de control, protección ó medición, suficiente para poder alambrar físicamente en los tableros, los equipos antes mencionados de manera rápida y precisa. Además contiene los números de los bornes de los aparatos y tablillas, así como la identificación alfanumérica de los mismos.

3.2. Elaboración de planos.

Para la elaboración de un diseño eléctrico, es necesario utilizar planos, que nos sirvan de referencia en la fabricación de un tablero, para esto es necesario que reunan los siguientes requisitos:

- a) Tener la claridad suficiente y delineado cuidadoso, tanto del conjunto como de los detalles, utilizando los instrumentos de dibujo adecuados.
- b) En las acotaciones se debe emplear el Sistema Métrico Decimal.
- c) Incluir una tabla de los símbolos eléctricos utilizados y del significado de la líneas, como circuitos de disparo, de potencia o de corrientes.
- d) No deberán emplearse arreglos que no correspondan entre sí, por ejemplo instalaciones eléctricas con instalaciones de agua.
- e) Los planos se identificaran con un cuadro en el angulo inferior derecho con la siguiente información
 - Nombre completo del propietario ó razón social
 - Descripción del plano
 - Servicio
 - Número de plano y subestación
 - Responsables del plano: Diseñó, Revisó, Aprobó.
 - Acotaciones
- f) Las dimensiones de los planos recomendadas son las siguientes:
 - 85 x 110 cm.
 - 70 x 110 cm.
 - 55 x 70 cm.

4. Listas de Equipo y Materiales

Para facilitar la elaboración de estas listas, se puede utilizar el formato mostrado a continuación, donde se especifica: No de partida, descripción, marca, catalogo, numero de pedido, etc.

Además se debe identificar la subestación a la que corresponde el tablero, así como el servicio y la institución a la que corresponde.

Esta lista de material debe entregarse a la sección de producción, a la sección de abastecimiento y a la sección de control de calidad.

5. Diseño Mecánico

El equipo de control, protección y medición utilizado en los diferentes esquemas van colocados sobre tableros metálicos.

Los tableros eléctricos utilizados en Subestaciones y Plantas generadoras, se clasifican de acuerdo a los siguientes servicios:

- Bancos de transformación (hasta 400 KV)
- Alimentadores
- Líneas de transmisión y cables subterráneos
- Generadores y turbinas
- Plantas de emergencia
- Sincronización automática
- Transferencia de potenciales
- Diferencial de barras
- Miniaturizado
- Baja frecuencia
- Hilo piloto
- Banco de capacitores

LISTA DE MATERIAL ELECTRICO

S.E.:

SERVICIO:

SECCIÓN:

LyFC (X) CFE ()

ELABORÓ:

FECHA:

No	CANT	DESCRIPCION	MARCA	CATALOGO	UBICACION	FECHA ENTREGA	NOTAS
1	1	RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE PARA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE (214/214)	SEL	501-2			
2	1	RELEVADOR AUXILIAR DE OPERACION INSTANTANEA Y REPOSICIÓN AUTOMÁTICA PARA LA REPOSICION DE LOS RELEVADORES 86X, 86R CON 8 CONTACTOS PARA CONECTARSE A CIRCUITOS DE CONTROL (18X)	AISE ARIE CIE	RF-4			
3	2	RELEVADOR AUXILIAR PARA 125 VCD CON 16 CONTACTOS TIPO "C" (86R1 Y 86R2)	86	150-14			
4	2	RESISTENCIAS DE 100Ω, 50W	TT				
5	1	MULTIMEDIDOR (A, U, W, VAR, F, P, Hz) (MM)	MULTIN	PCM			
6	1	RELEVADOR PARA PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR TRIFASICO CON MICROPROCESADOR (501)	BAISLER	BE1 86R			
7	1	RELEVADOR DIFERENCIAL DE POTENCIA DE VARIACION POR LÍNEA PILOTO PARA 60 Hz (6711)	WESTING HOUSE	100-1 2921800030			
8	1	RELEVADOR CONTACTOR, 125 VCD CON 8 CONTACTOS DE OPERACIÓN 4NA Y 4 NC (831)	83	48			
9	2	RELEVADOR DETECTOR DE TENSION CON BORINA DE OPERACIÓN DE 220 VCA, 60Hz (MODULO CON RELEVADOR SCHIRACK RA-200720) (77-1,2)	LYF	TT			
10	1	RELEVADOR AUXILIAR DE ALARMA, 125 VCD CON UN CONTACTO NA (AP2)	WAY WAY	CC1 PWR 8466902			
11	4	UNIDAD DIRECCIONAL DE DISPARO (35)	LYF	TT			

UNAM FES-C

LISTA DE MATERIAL

El objetivo principal de los tableros, es el de soportar todo el equipo de control, protección y medición, así como el bus mímico, que representa por medio de barras de acrílico de 1 cm. el arreglo de la subestación, en cuanto a interruptores, cuchillas, bancos de transformación, líneas, alimentadores, etc. Así como la instalación de luces indicadoras y cuadros de alarma. Todo esto con el fin de centralizar las operaciones de la subestación en un solo lugar de tal modo que estos sistemas puedan ser operados por una persona en la subestación o a control remoto.

5.1 Tipos de tableros.

5.1.1. Tablero Duplex

Tablero que está formado por tres láminas (frontal, posterior y en ocasiones alerón) ensamblados de tal manera que se forma un pasillo para dar acceso al interior, el cuál se efectúa por medio de puertas en los costados, cada lámina lleva instalado equipo específico, relacionado de la siguiente forma:

Frontal: Equipo de Control, Medición, Señalización y Alarmas

Posterior: Relevadores de protección

Alerón: Equipo auxiliar (Relevadores auxiliares, Resistencias, Cuchillas de prueba, Tablillas Terminales, etc.

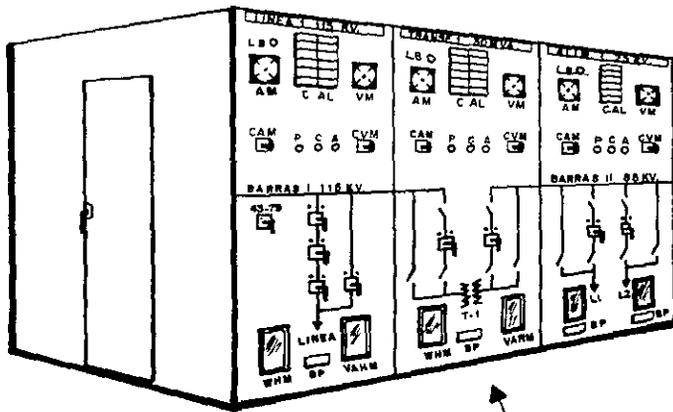
Esta disposición se muestra en la figura número 31.

5.1.2. Tablero Dual

Tablero de doble frente, que cuenta con las siguientes características

- Los frentes están separados por una distancia relativamente corta.
- Uno ó ambos frentes están embisagrados para dar acceso al alambrado.
- Cuando se ensamblen dos ó más secciones, estas deberán estar independientes una de otra.

La disposición de este tablero se muestra en la figura número 32

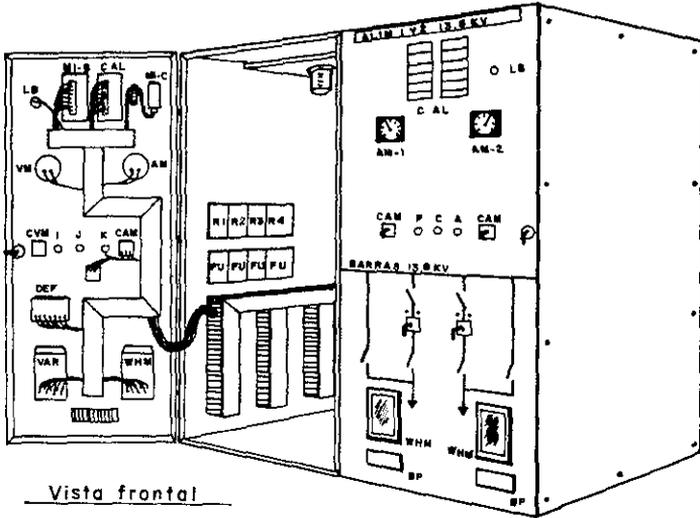


VISTA FRONTAL

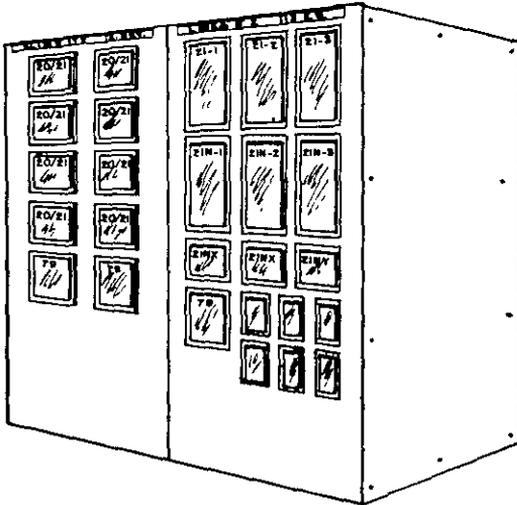
Fig. N° 31

UNAM FES-C

TABLERO DUPLEX



Vista frontal



Vista posterior

Fig. N° 32

UNAM FES-C

TABLERO DUAL

5.1.3 Tablero Simple Abierto (SIMPLEX)

Tablero de frente muerto no autosoportado, formado por una sola lámina en donde se instala el equipo de Control, Protección, medición, señalización y alarmas.

En ocasiones se instala un alerón para colocar equipo auxiliar, como tablillas de conexión, cuchillas de prueba, etc.

La Figura no. 33 muestra un ejemplo de este tipo de tableros.

5.1.4 Tablero tipo Escritorio o Consola

Tablero cuyo frente de operación está formado por una ó más placas en posición horizontal ó inclinado a una altura tal que todos los dispositivos estén al alcance del operador.

Estos tableros son utilizados básicamente con parte del equipo de prueba de los demás tableros. La figura número 34 muestra este tablero.

5.1.5. Tablero Miniaturizado

Tablero compuesto por 3 láminas ensambladas en un solo frente, en el que está incluido el equipo miniaturizado de control, medición y alarmas.

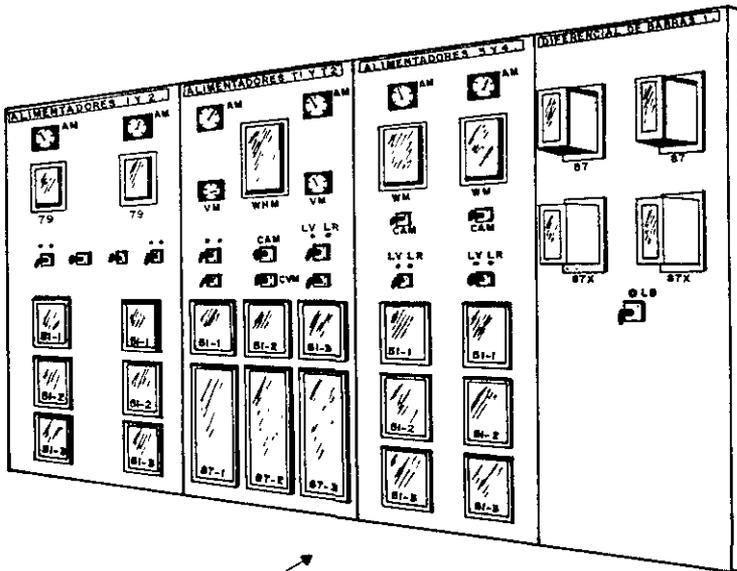
Este tablero es utilizado para visualizar el total funcionamiento de la subestación, ya que a través de un bus mímico de acrílico de 5 cm. se puede observar el arreglo de la subestación, desde las líneas de transmisión, bancos de transformación, alimentadores, interruptores, cuchillas, etc.

La figura número 35 muestra este tablero

5.1.6 Gabinete

Actualmente Luz y Fuerza está fabricando tableros tipo gabinete con la colocación del equipo en forma modular, lo que quiere decir que los relevadores, equipo de medición y control, van colocados en láminas separadas, lo que facilita algún cambio que se pueda presentar.

Estos gabinetes tienen las siguientes medidas: 610 mm de ancho y 2200 mm de altura. La figura número 36 muestra la estructura de este gabinete.



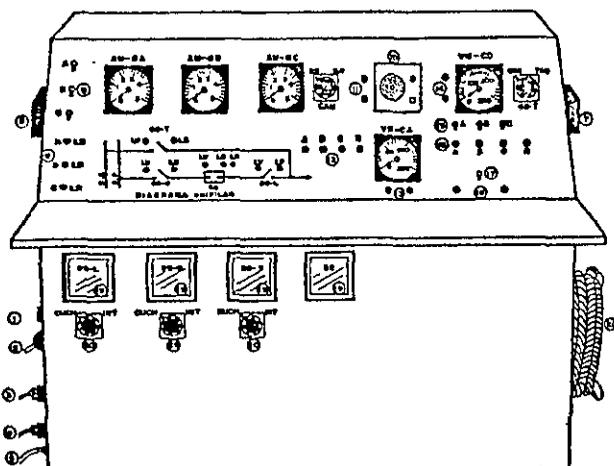
VISTA FRONTAL

Fig. N° 33

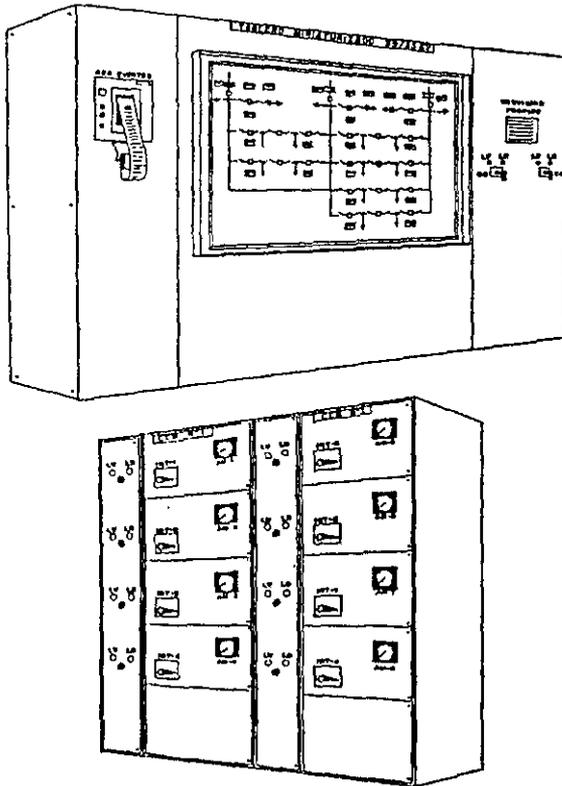
UNAM FES-C

TABLERO SIMPLE
ABIERTO. (SIMPLEX)

Fig. N° 34

**UNAM FES-C**

TABLERO TIPO CONSOLA

Fig. N^o 3**UNAM FES-C**

TABLERO MINIATURIZADO

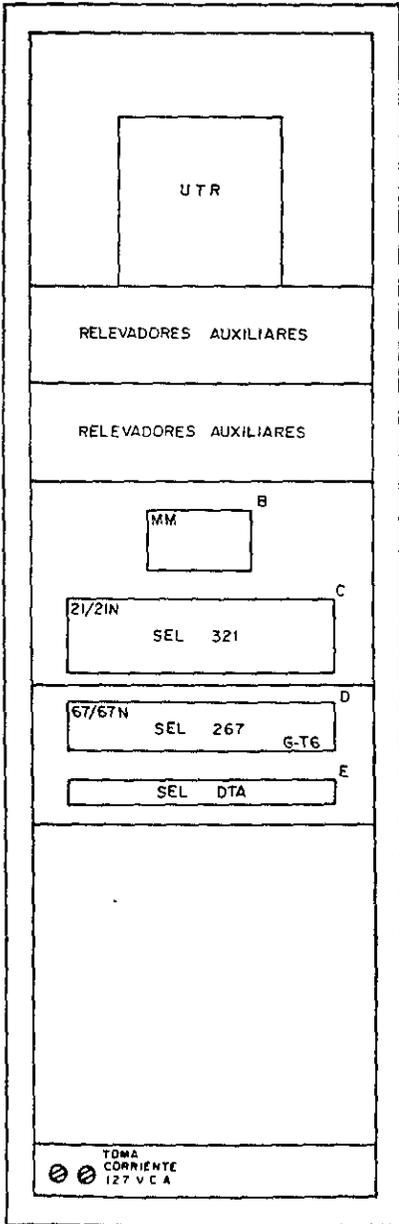


Fig. N° 36

UNAM	FES-C
-------------	--------------

GABINETE

5.2.4. Grupos de tableros

Se forman por varias secciones de tableros y se enumeran de izquierda a derecha empezando con el número 1 viendo el tablero por el lado donde se coloca la medición y el control; para el caso de los tableros duplex el número de la sección corresponde con el número de la sección de los tableros de mando. De esta forma un tablero M2 corresponderá a la sección No. 2 de la parte frontal ó tablero de mando, de igual forma el tablero R2 corresponderá a la sección No. 2.

Para el caso de tableros simplex ó de un sólo frente se designan como M ó R dependiendo del equipo que contengan.

5.3 Partes de un tablero

El dibujo No.36 A muestra a detalle las partes que integran un tablero tipo duplex y que son las siguientes:

- Tablero de mando
- Marco con puerta, formado de bastidor izquierdo, bastidor derecho, bastidor superior y puerta.
- Ducto metalico
- Portalámpara
- Base para el tablero
- Alerón
- Cubrepolvo
- Techo
- Tablero de relevadores

5.4. Distancias horizontales y verticales mínimas

Las medidas normalizadas que se utilizan son las siguientes:

- 610mm, 710mm, 810mm y 914mm de ancho x 2286mm de altura.
- Para gabinetes las medidas son: 610mm de ancho x 2200mm de altura.

El ancho del tablero dependerá del equipo a instalar y que incluye relevadores, equipo de medición y control.

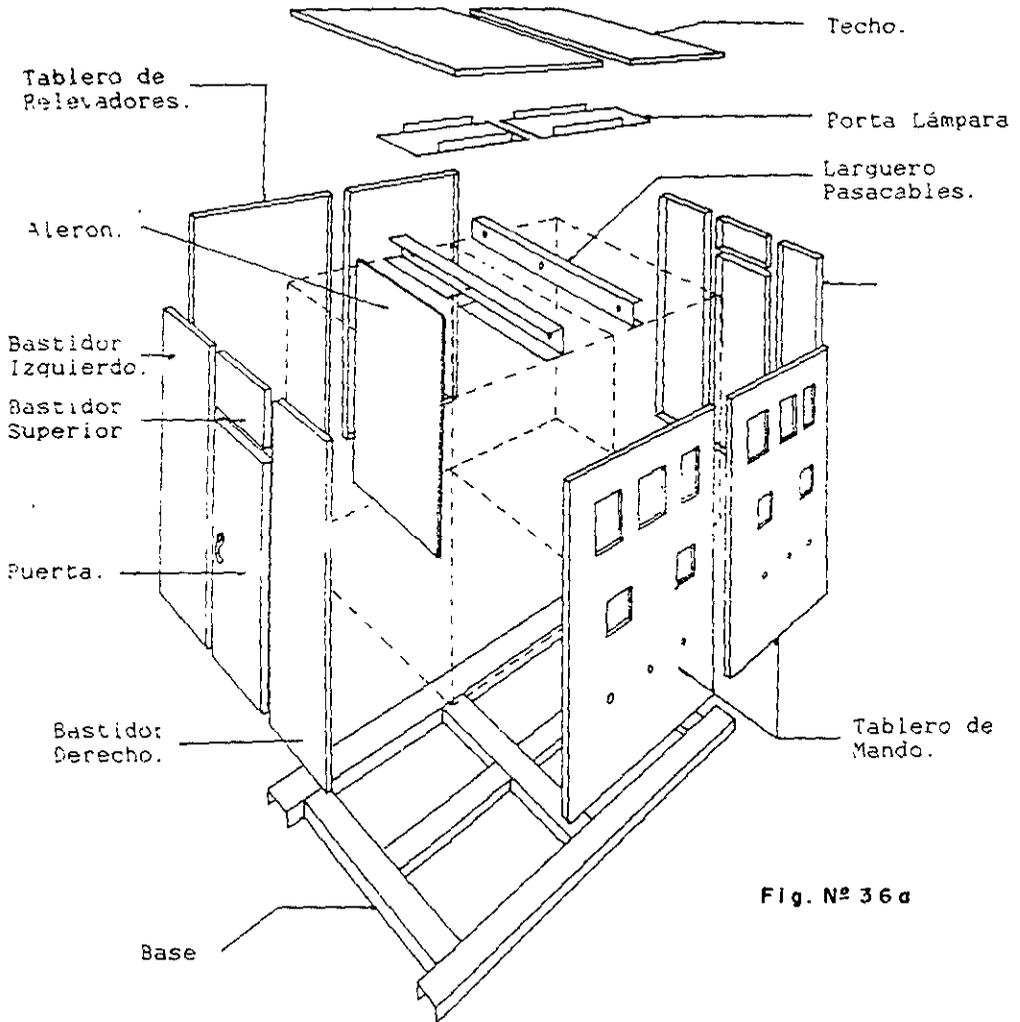


Fig. N° 36a

UNAM FES-C

DETALLE DE UN TABLERO DUPLEX.

El arreglo del equipo depende de los requerimientos de funcionalidad así como del arreglo del bus mímico correspondiente al esquema utilizado y arreglo de las barras de la subestación. La altura de los conmutadores de interruptor deberán estar a una altura tal, que el operador pueda hacer las maniobras necesarias sin problema alguno.

El equipo de medición, alarmas y señalización deben quedar a la vista del operador de tal forma que se pueden realizar lecturas confiables.

La distancia mínima entre el piso y el equipo debe ser de 100 mm para todos los tableros, de esta forma se evita que el equipo pueda ser golpeado ó dañado.

Las figuras 37, 38 y 39 muestran en forma general las distancias mínimas recomendadas para los diferentes equipos, así como las distancias necesarias para realizar adecuadamente el alambrado del equipo, con la colocación de ductos y tablillas.

5.5. Bus mímico

Muestra el diagrama de operación de una subestación y va montado sobre el tablero de mando; generalmente se utiliza acrílico de 10mm y 5mm de diferentes colores de acuerdo a la norma mostrada. Este arreglo representa barras, alimentadores, líneas, bancos, etc., así como la disposición de cuchillas e interruptores de potencia, lugar que es ocupado por los conmutadores de control remoto.

También se representa símbolos de los TP's, bancos de transformación-valores de voltaje, fusibles etc. La figura número 40 representa un ejemplo de un bus mímico. De acuerdo al voltaje utilizado se han normalizado los siguientes colores:

Norma de colores para bus mímico.

Tensión (KV)	Color
400	Azul
230	Amarillo
161-138	Verde
115	Morado Magenta
85	Rojo
44-13.2	Blanco
13.2-1.0	Naranja
Menos de 1	Negro

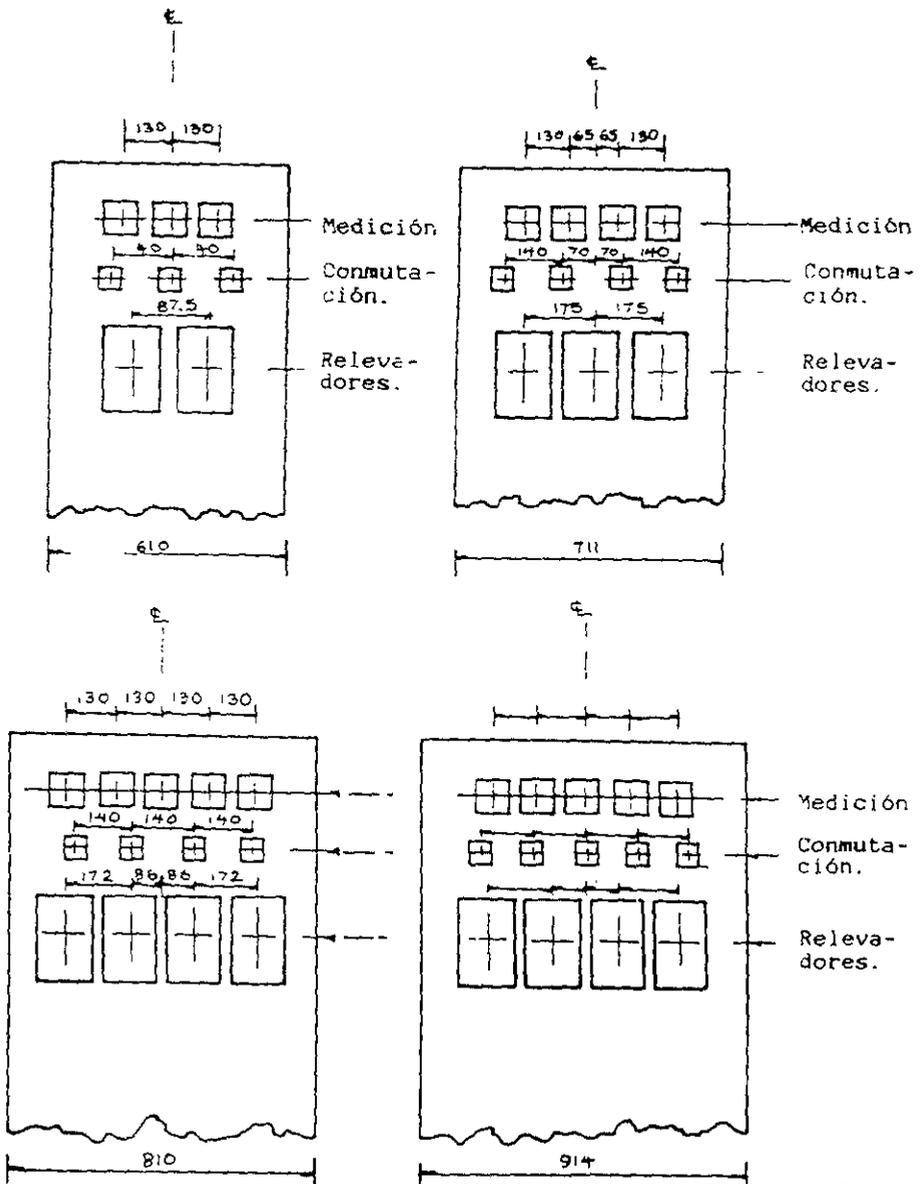
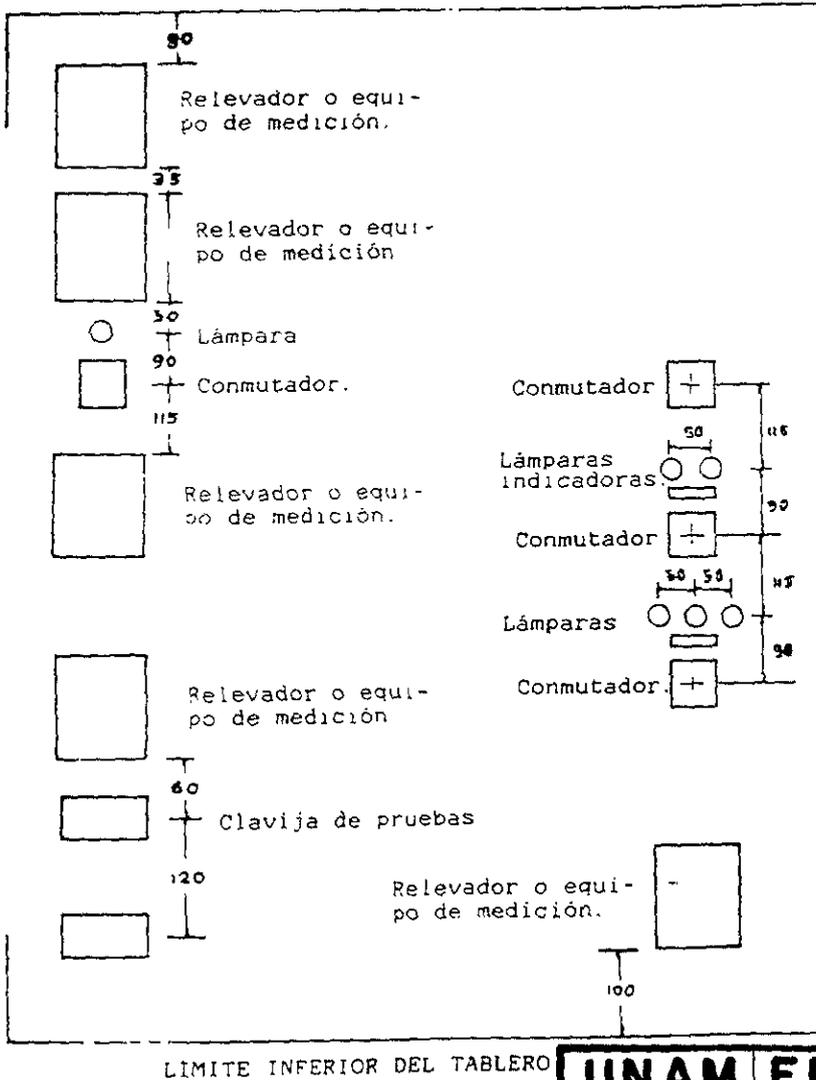
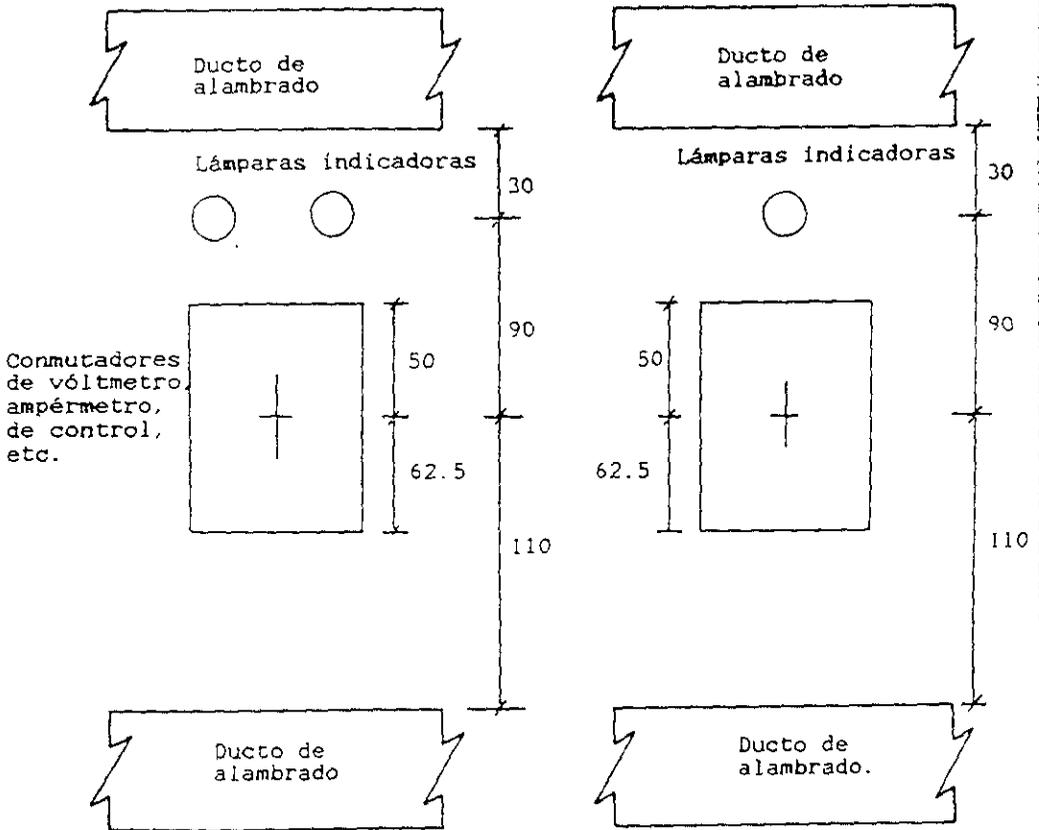


Fig. Nº 37

UNAM FES-C
 DISTANCIAS MINIMAS HORIZONTALES
 ENTRE EQUIPOS.

LIMITE SUPERIOR DEL TABLERO

Fig. N^o 38**UNAM FES-C**DISTANCIAS MINIMAS VER-
TICALES ENTRE APARATOS.



Acotaciones en mm.

Fig. N° 39

UNAM FES-C

DISTANCIAS MINIMAS ENTRE DUCTOS
DE ALAMBRADO Y CONMUTADORES.

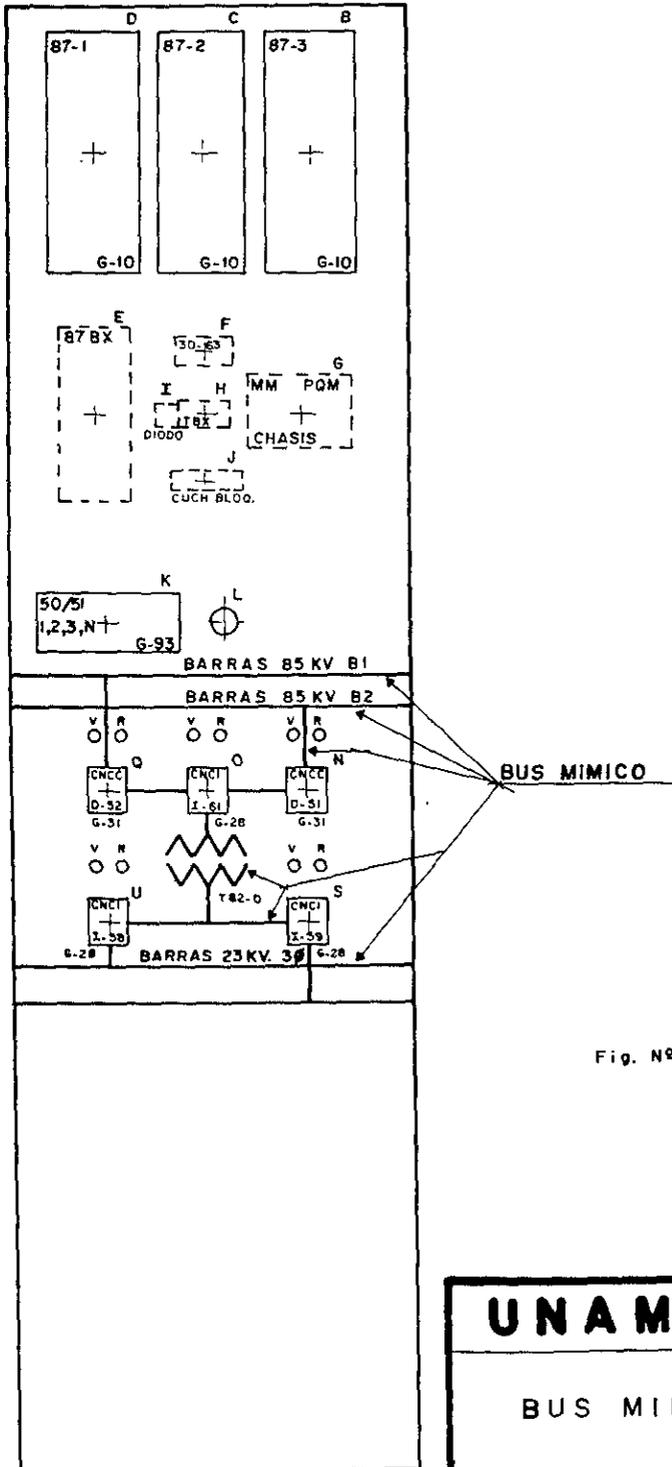


Fig. Nº 40

UNAM	FES-C
BUS MIMICO	

5.6. Grupo de perforaciones

El grupo de perforaciones es un catálogo integrado con la información proporcionada por los fabricantes acerca de las dimensiones y formas del equipo correspondiente; de esta forma se han normalizado dos planos para la fabricación de tableros en LYF, uno para Comisión Federal de Electricidad que se identifica con los números 040-1 y 040-2 y otro para LYF con los números 081-16973-A y 081-16973-B que son los que proporcionan los grupos de perforaciones de cada aparato.

Para poder identificar el grupo de perforaciones se le ha asignado un número, de tal forma que para cada aparato existe un grupo de perforación aunque en ocasiones un grupo nos sirve para diferentes catálogos.

La figura No. 41 nos muestra un ejemplo de algunos grupos de perforaciones.

6. Adquisición de Equipo y Materiales.

Esta actividad sólo se menciona como parte integral dentro de la fabricación de tableros y su desarrollo se contempla de acuerdo a los mecanismos ya establecidos dentro del mercado nacional.

7. Planos de Disposición de Equipo y Montaje de Equipo Misceláneo.

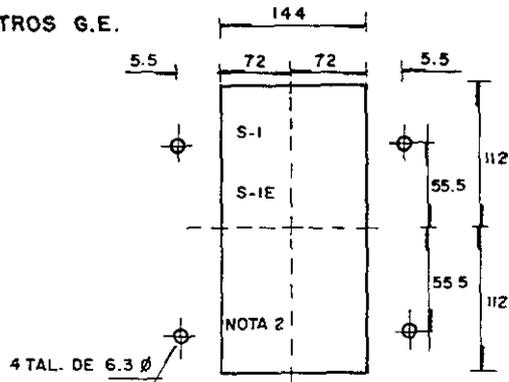
Como se ha mencionado el plano de disposición de equipo, nos proporciona el lugar de cada aparato, ya sea Medición, Control ó protección que viene además marcado con el número NEMA, catálogo y grupo de perforación. Además de esta disposición el plano contiene la colocación de equipo misceláneo como tablillas de conexión, cuchillas de prueba, ductos para el alambrado del equipo, etc.,

La figura No. 42 muestra un tablero de relevadores (tablero R) con su grupo de perforaciones para cada aparato, además se indica el tipo y número de relevador de acuerdo a su función.

Es importante mencionar que este plano es el punto de partida para la fabricación real de tablero, ya que con este plano se inicia el proceso de manufactura independientemente de todas las actividades que se han mencionado.

RELEVADORES Y WATTHORIMETROS G.E.

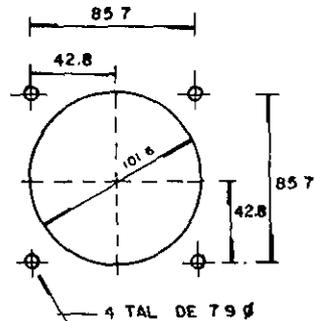
TIPO
IAC-51
IAC-60
SC
PJC-II
DS-63(WHM)
CFV
PJCHAV
ZAV



GRUPO 8

APARATOS DE MEDICION G.E. E.E. W.H.
HAWKER, CROMT OMT, TOSHIBA.

AM
VM
WM
VARM
TIPOS
AB-18
AB-40
KA-241



GRUPO 29

Fig N° 41

UNAM FES-C

GRUPOS DE PERFORACIONES.

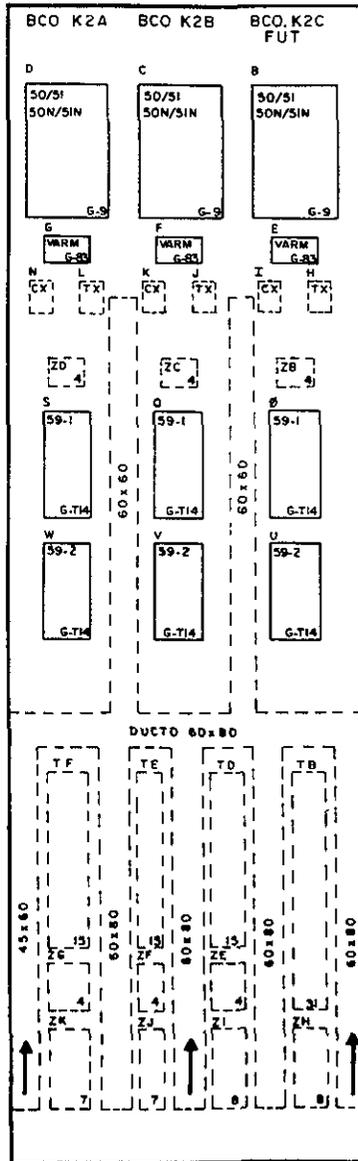


Fig. N° 42

UNAM FES-C

DISPOSICION DE EQUIPO

8. Diseño de hojas de alambrado y conexión.

8.1. Introducción

Las hojas de alambrado facilitan la conexión de los diferentes aparatos a las tablillas de conexión; la base para el diseño de estas hojas es la identificación completa de todo el equipo, así como de las tablillas de conexión, cuchillas de prueba para circuitos de corriente, clavijas, fusibles, resistencias, equipo auxiliar, tablero del que se trata, alerón, ó cualquier componente del tablero. Esta información deberá estar indicada en los planos eléctricos y la identificación se hará tanto en los planos eléctricos como en los tableros y aparatos con letreros pegados cerca del equipo a identificar.

8.2. Nomenclatura.

La nomenclatura es el medio de identificación de cada uno de los elementos de un circuito eléctrico, que en caso de falla nos conduce de una forma rápida a localizar el equipo ó aparato que presente el desperfecto del sistema con mayor rapidez, seguridad y sin cometer errores.

Las normas utilizadas en LYF tienen el objeto de realizar el trabajo en el menor tiempo posible y sin equivocación y se usan en toda clase de tableros de control, protección y medición.

En la nomenclatura de los tableros se aplican los siguientes criterios

8.2.1. Nomenclatura de Tablero de Relevadores ó Protección.

Estos se identifican con la letra "R" y un número que define su posición, así el tablero R9, es el tablero de relevadores No. 9.

8.2.2 Nomenclatura de Tablero de Mando.

Estos tableros se identifican con la letra "M" y el número que define su posición, así el tablero M10, es el tablero de mando No. 10.

8.2.3. Nomenclatura de Alerones.

Los alerones son láminas que se localizan a un costado del tablero, se identifican con la letra "A" y el número del tablero a que corresponde, así el alerón A10, es el alerón del tablero No. 10.

8.2.4 Nomenclatura del Equipo.

Cada aparato se nomenclatura con las letra del abecedario empezando -- con la "B" y continuando en orden creciente C, D, etc., viendo el tablero por la parte posterior ó del alambrado de izquierda a derecha y de arriba-hacia abajo. Si las letras se agotaran se reiniciará con BB, BC, BD, etc., e inclusive CB, CC, CD, etc.

Las siguientes letras se omiten por estar incluidas en otras identificaciones:

- A - Alerón
- M - Mando
- R - Respaldo ó Relevadores
- T - Tablilla de conexiones
- Z - Cuchillas de prueba de circuitos de corrientes de TC's

Para el caso de conmutadores de control de interruptor que lleven lámparas asociadas no integradas físicamente al conmutador, se identificarán en conjunto (conmutador y lámparas con una sola identificación) identificando únicamente el color de cada lámpara.

8.2.5. Nomenclatura de Tablillas de conexión y grupos de Cuchillas de Prueba.

Las tablillas de conexión se nomenclaturan como: T1, T2, T3, etc., y - los grupos de cuchillas de prueba como: Z1, Z2, Z3, etc.

8.2.6. Etiquetas.

Son placas de briomica negra de 1/16' de espesor de doble cara que lle van la nomenclatura de los aparatos grabados con pantógrafo y biseladas -- por los lados. Estas placas resisten el medio ambiente sin alterar su in--formación y son pegadas junto a los aparatos a identificar.

8.2.7. Forma de etiquetar.

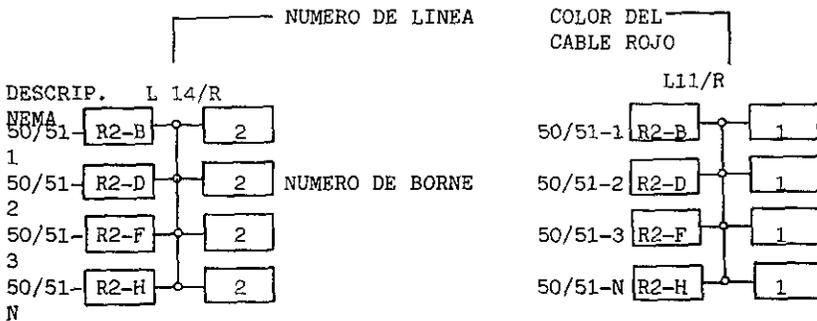
Todos los aparatos deberán llevar la leyenda con el número NEMA del a--parato y la letra que defina la localización del aparato ó equipo en el ta--blero.

Las etiquetas se colocan sobre el tablero, lo más proximo al aparato ó equipo en un lugar perfectamente visible.

8.3. Hojas de Alambrado.

Para elaborar la hoja de alambrado se toma como base la nomenclatura del tablero y se utiliza el formato mostrado a continuación, denominado "Hoja de Alambrado". Esta hoja facilita la comprensión y por lo tanto la rapidez para realizar el alambrado de los tableros por el personal que lo ejecuta.

A continuación se da una explicación de la hoja de alambrado:



Los cuadros izquierdos indican la nomenclatura que debe tener según la sección donde se encuentre (M1, R1, A1; M2, R2, A2, etc.) y la posición física en el tablero.

De esta forma tenemos la ubicación de los relevadores 50/51-1, 50/51-2, 50/51-N en el tablero que en este caso es el respaldo No. 2.

En los cuadros del lado derecho se indica el borne del aparato.

L11/R y L14/R; L11 y L14 indican las líneas correspondientes al esquemático donde está ubicada y la letra después de la diagonal indica el color del cable con el que debe ir alambrado el circuito.

La línea de alambrado indica las conexiones que hay entre los aparatos.

Cuando se corte la línea indica que en este punto termina el circuito.

El diagrama de alambrado lineal debe hacerse de tal forma que se cumpla la secuencia:

ALERON-----RESPALDO-----MANDO

No. DE ORDEN

90
HOJA DE ALAMBRADO

PRODUCTO
ESE S.E. Y TAB.

DE ING. DE FABRICA A _____

L.T.

HOJA

___ DE ___

ELABORO	REVISO	APROBO
_____	ING. _____	ING. _____
FECHA _____	FECHA _____	FECHA _____

No. DE ORDEN

HOJA DE ALAMBADO

PRODUCTO	DE ING. DE FABRICA A _____	L.T.	HOJA
ESR S.K. Y TAB.			DE _____

CIRCUITO DE CORRIENTE LINEA 1 / BLANCO

FASE A G-3 ZF 9

G-3 CNA 1
CNA 3

FASE B G-3 ZF 10

G-3 CNA 5
CNA 7

FASE C G-3 ZF 11

G-3 CNA 9
CNA 11

NEUTRO G-3 ZF 12

FPM G-3 R 1
R 3
R 5

G-3 CNA 1c
CNA 2c

WATTMETRO G-3 AU 2

G-3 CNA 5c

CNA 6c

WATTMETRO G-3 AU 4

G-3 CNA 9

CNA 10c

WATTMETRO G-3 AU 6

G-3 CNA 2

CNA 6

CNA 10

CUCHA DE BLOQUE AMP 0-1500A ZB 1

ZB 2

G-3 CNA 11c

CNA 7c

CNA 3c

ZB 1

AMP 0-1500A G-3 AU 1

AMP 0-1500A G-3 AD 2

ZB 2

WATTMETRO G-3 AU 1

FPM G-3 R 2

R 4

WATTMETRO G-3 AU 3

AU 5

FPM G-3 R 6

CIRCUITO DE POTENCIALES LINEA 2 / NEGRO

FASE A G-3 TH 13

WATTMETRO G-3 AU 10

FPM G-3 R 10

FASE B G-3 TH 14

WATTMETRO G-3 AU 12

FPM G-3 R 12

FASE C G-3 TH 15

UNAM FES-C

EJEMPLO DE CONEXION CON HOJA DE ALAMBADO

9. Fabricación Estructural del Tablero.

9.1 Material utilizado.

- a) Lámina calibre No. 10 (3.18mm) rolada en frío calidad comercial libre de rebabas sin incrustaciones ni enmendaduras ni pandeamientos utilizada en:
- Tablero de mando (Tablero M), sobre el que se instalarán los instrumentos de medición, indicación, señalización, alarmas, conmutadores lámparas y el bus mímico.
 - Tablero posterior ó de relevadores (Tablero R).
 - Alerón, que contiene el equipo auxiliar.
 - Tapas ó marcos para puertas. En ellos se colocan las bisagras de -- las puertas y la contrachapa, estas podran ser desensamblados cuando se aumente el número de secciones ya estando en servicio. Se coloca una puerta en cada extremo.
 - Ductos metálicos para ensamblar el tablero de mando con el tablero posterior y para conducir el alambrado de la parte frontal a la parte posterior, donde se instalan tablillas de conexión.
- b) Lámina calibre No 14 (1.90mm) rolada en frío calidad comercial utilizada en:
- Tapa ó techo para cubrir el tablero sección por sección
 - Portalámpara que va en el interior del tablero a lo largo del pasillo y soporta el alumbrado.
 - Colocación de equipo misceláneo como tablillas, cuchillas de prueba ducto, etc.
- c) Angulo calibre No. 16 (1.52mm) rolado en frío de 1" x 2".
- Utilizado como soporte ó travesaño.
- d) Canal de fierro de 3" x 1½" x 1/4" de espesor.
- utilizado para la base del Tablero.

9.2 Planos mecánicos de Fabricación.

Los planos mecánicos de un tablero nos indican a detalle las partes - que integran un tablero. Estos planos contienen la información necesaria para realizar tanto las perforaciones de los aparatos, como el grupo que integra el tablero. A continuación se detalla todo este proceso.

9.2.1 Prensado y troquelado.

Utilizando una hoja de lámina se corta a escuadra con una máquina cizalladora con las dimensiones requeridas.

Se hace el trazado de la plantilla para troquelar y se hacen los saques necesarios y ranuras con una prensa plegadora mecánica o con un punzador.

Se dobla la lámina a la forma requerida utilizando la misma prensa pero con un troquel doblador.

La figura No. 43 muestra un tablero sin perforaciones de acuerdo al proceso anterior.

9.2.2 Ejemplo de un Tablero Duplex.

Las figuras No's. 44, 45, 46 y 47 muestran un ejemplo de los planos necesarios para la fabricación de un tablero duplex de dos secciones como el mostrado en la figura No. 31 de 2 secciones de 710mm x 2286mm cada una y de 1529mm de separación entre el tablero de mando y de respaldo.

10. Colocación de HERRAJES y Perforación de la Lámina.

10.1 Perforaciones.

10.1.1 Trazado.

De acuerdo a la información de los planos y tomando como referencia - el grupo de perforaciones se trazan ejes a lo largo y ancho del tablero - para marcar los grupos.

Posteriormente se marcan los trazos del grupo de perforación solicitado; el grupo de perforación marca detalladamente las medidas de los aparatos en todas sus dimensiones, también se indican los diámetros de los barrenos para la sujeción de estos.

Las marcas en la lámina se pueden hacer con lápiz carbón ó con tinta y se delimitan con cinta masking-tape para hacer más visibles las marcas y realizar los cortes más precisos.

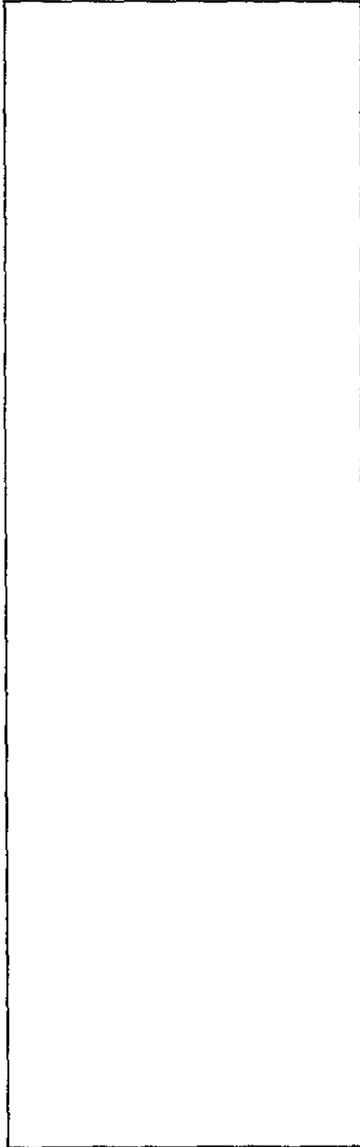
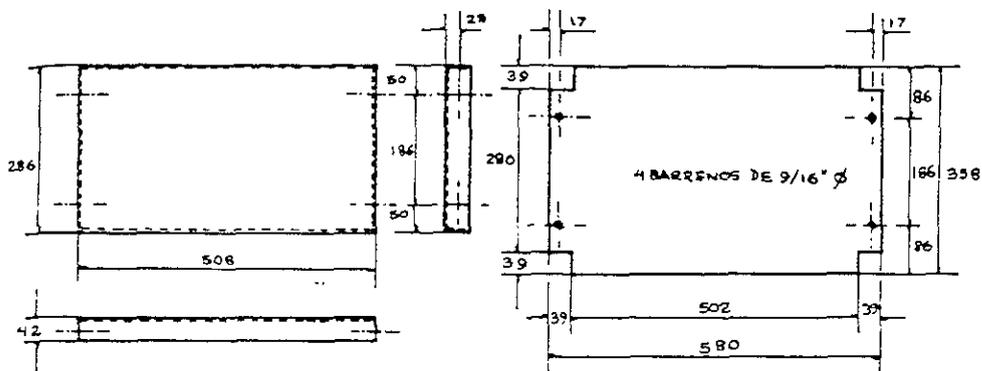


Fig. № 43

UNAM	FES-C
-------------	--------------

TABLERO SIN PERFORACIONES

BASTIDOR SUPERIOR

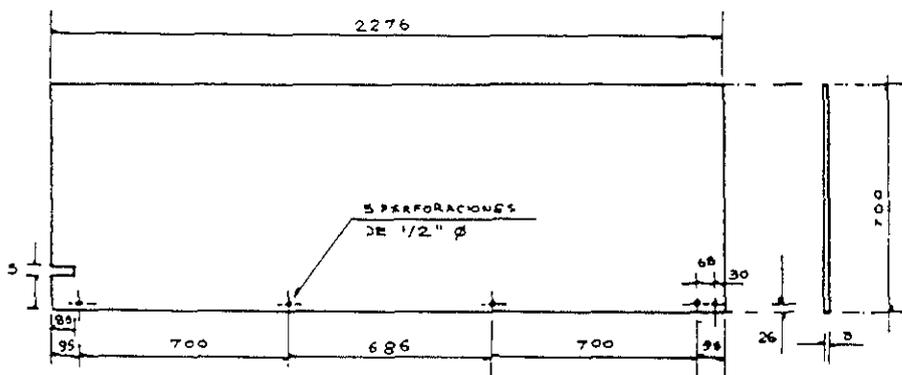


DOBLEZ

DESARROLLO

MATERIAL Fe LAMINA Nº 10

ALERON



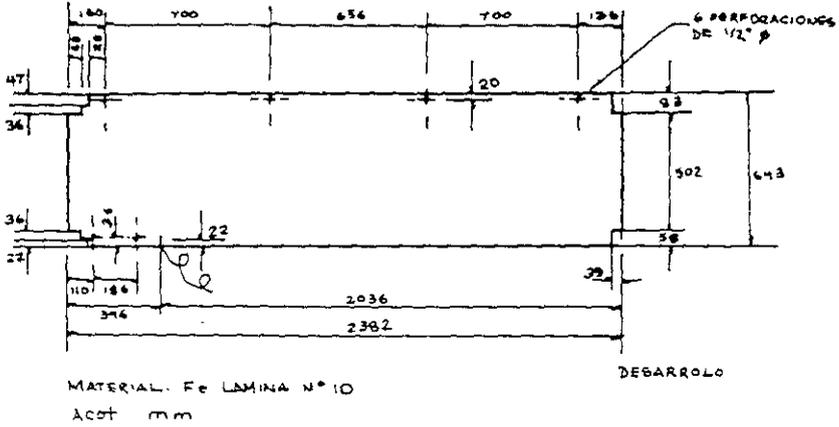
MATERIAL Fe LAMINA Nº 10
Acot. en mm

UNAM FES-C

PARTES INTEGRANTES DE UN TABLERO
DUPLEX

Fig. 44

BASTIDOR DERECHO



BASTIDOR IZQUIERDO

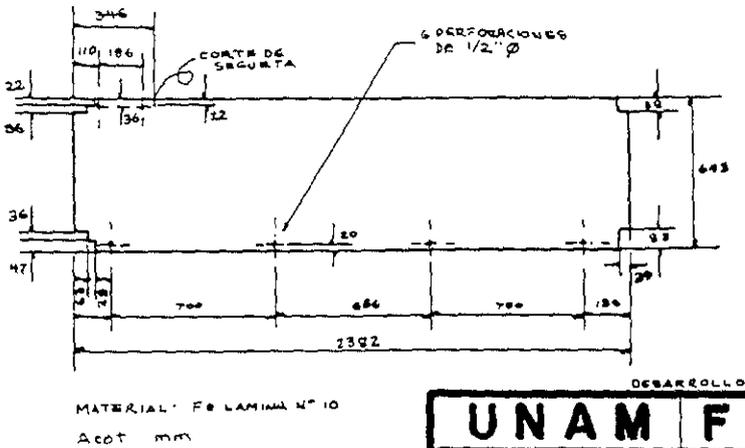
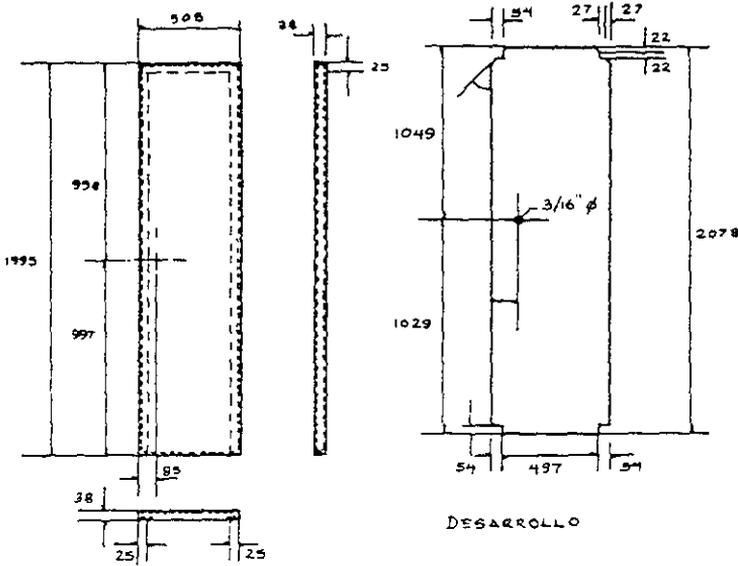


Fig. 45

UNAM FES-C

PARTES INTEGRANTES DE UN TABLERO
DUPLEX

PUERTA



DESARROLLO

DOBLEZ

MATERIAL: Fe LAMINA N°10

TECHO

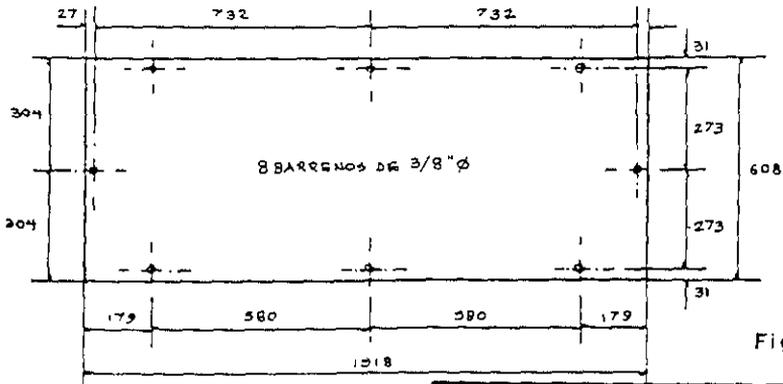


Fig. 46

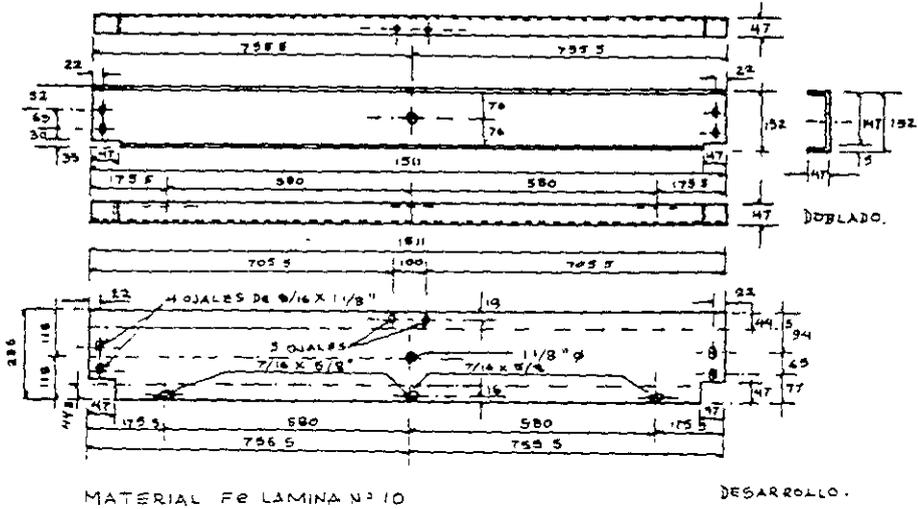
MATERIAL: Fe LAMINA N°12

Acof. 1 mm

UNAM FES-C

PARTES INTEGRALES DE UN TABLERO
DUPLEX

LARGUERO PASACABLES



PORTALAMPARA

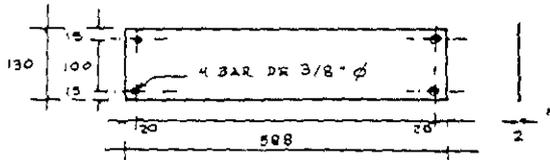


Fig. N° 47

MATERIAL: Fe LAMINA N° 12
Acot.: mm

UNAM FES-C

PARTES INTEGRANTES DE UN
TABLERO TIPO DUPLEX.

Para iniciar la perforación se debe verificar que la lámina este bien colocada sobre la mesa de trabajo para no cometer actos inseguros que puedan provocar algún accidente.

10.1.2 Punteado de la lámina.

Se puntean las esquinas de los grupos de perforaciones con un punto de golpe y martillo de bola para hacer ranura y permitir la entrada de las -- brocas.

En esto considerar 1/32" aproximado hacia adentro de la marca de la -- cinta maskin-tape y dejar un margen que al alinear los cortes permita que las medidas queden lo más exacto posible.

10.1.3 Barrenado de los puntos.

Se hacen 5 barrenos de 5/32" por cada lado de grupo de perforación para que pueda entrar la segueta de la sierra sable, al hacer los barrenos -- se puede inclinar ligeramente el taladro, esto nos permite hacer una mejor ranura que nos facilite un mejor corte.

10.1.4 Corte de la lámina.

Se procede a realizar los cortes con la sierra sable, dando una inclinación que nos permita ver la línea de corte, procurando no salirse de esta y que el corte se realice lo más derecho posible y así no trabajar mucho con las limas para alinear los cortes realizados.

Se retira la cinta maskin-tape, dejando al descubierto los barrenos de sujeción de los aparatos, en seguida se puntea la lámina y se hacen los barrenos de sujeción de acuerdo con la información.

Hay grupos de perforación que son circulares y estos se pueden hacer -- con una broca de tambor ó con equipo hidraulico, cualquiera de las dos herramientas son confiables y es recomendable utilizar una lima plana bastarda de 12" para alinear los cortes realizados.

Todas las perforaciones realizadas con sierra sable ó con brocas de -- tambor se deben limatocar con una lima musa para dar buena presentación.

El proceso anterior es una descripción generica del proceso de perforación; estos grupos de perforación pueden realizarse también con máquinas -- troqueladoras y solo se describe este procedimiento de tal forma que facilite su comprensión.

10.2 Colocación de herrajes

10.2.1 Fabricación de herrajes

Fabricar herrajes, es la elaboración de soportes, travesaños, largueros etc.; es decir es un conjunto de piezas metálicas con que se equipa el tablero y que sirve para colocar todo el equipo misceláneo o accesorios que van dentro del tablero.

Como se mencionó anteriormente el material utilizado es ángulo de 1" x 2" calibre 16, aunque también se utiliza lamina calibre 14.

Un término muy común utilizado en la fabricación de herrajes es el de "parrilla", que no es otra cosa que lo que se mencionó anteriormente: travesaños, largueros y láminas.

Esta parrilla se fabrica de acuerdo a la necesidad del tablero y nos sirve para soportar ductos de polivinilo, tabiillas, cuchillas de prueba, relevadores auxiliares, portafusibles, etc. Los ángulos de 1" x 2" y la lámina calibre 14 deben formar ángulos de 90° exactamente, además que deben ir perfectamente limados.

10.2.2 Colocación de herrajes en el tablero.

De acuerdo con la información se trazan los ejes correspondientes en que se colocarán los soportes de travesaños, largueros y láminas.

Una vez marcados los ejes, se barrenan tanto el tablero como el soporte con broca de 5/32", el soporte se fija al tablero con remache "pop" de 5/32" x 1/2" con un ángulo de 90° con respecto al tablero. Con la misma broca de 5/32" se barrenan la parte superior del soporte y los extremos del travesaño y se fijan los remaches "pop" de la misma medida, para esto es necesario utilizar pinzas de presión calibre 10 para sujetar el ángulo de 1" x 2" y remachadoras neumáticas. Después de esto se trazan y perforan los herrajes siguiendo el mismo método.

Cuando por disposición del proyecto es necesario colocar lámina calibre 14, se corta la lámina de acuerdo al equipo solicitado y se coloca sobre el ángulo de fierro de 1" x 2".

Independientemente del tipo de tablero de que se trate, todas las parrillas se realizan sobre su propia lámina de tal forma que los tableros simple de dos secciones ó duplex pueden trabajarse por separado antes de ser ensamblados.

En ocasiones por necesidades de diseño es necesario colocar un alerón - en el tablero, este alerón es de 2270 mm x 550 mm y se puede colocar en el lado derecho ó izquierdo del tablero por la parte interna; para este caso - la parrilla se fija por un lado al tablero y por el otro al alerón con tornillo de 3/16" x 1½".

10.2.3 Fabricación de la base para el tablero.

- **Tableros simplex.**- Todos los tableros simplex de una sección se fabrican sin base; con excepción de los tableros que llevan alerón que se fabrican con base para sostener el tablero y alerón, el material utilizado es canal de hierro de 3" x 1½" x 1/4" de espesor.

Los tableros simplex de dos secciones se fabrican con base y en la parte superior se colocará un accesorio llamado "Diadema" que sirve para sostener los dos tableros empataados. Esta diadema es de ángulo de hierro de 2" x 2" x 1/4"; a los extremos de los tableros se coloca una diagonal de el mismo material de la diadema y se instala a la mitad del tablero y -- por abajo en una forma cruzada; esto con el fin de mantener la verticalidad del tablero.

- **Tableros duplex.**- Todos los tableros duplex, llevan una base de hierro de 3" x 1/2" x 1/4", consta de tres partes elementales llamadas: Mando, respaldo y alerón, además de piezas complementarias como son puertas, techos, ductos metalicos, portalámparas, cubrepolvos. La figura No. 48 -- muestra el ejemplo de esta base.

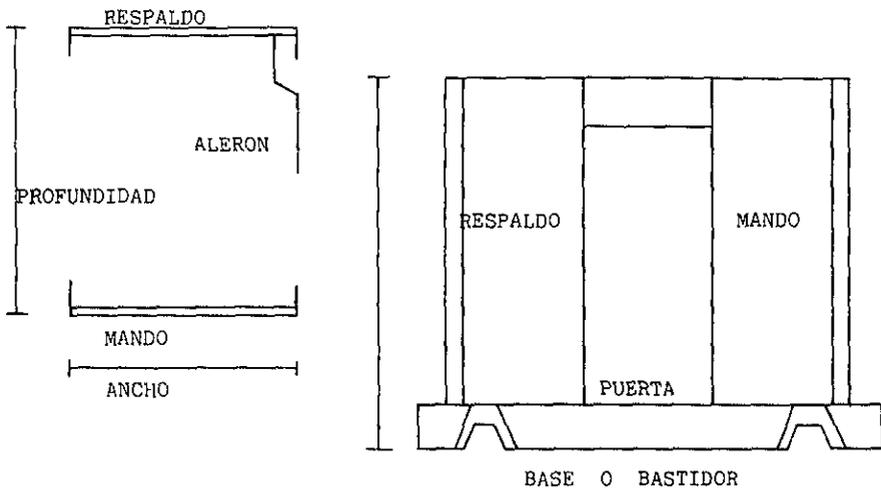


Figura No. 48

10.3. Recomendaciones de diseño.

El montaje de todo el equipo auxiliar que no tiene carátula ó algún tipo de mando al frente, y que por lo tanto va en el lado del alambrado y oculto al operador, tal como fusibles, relevadores auxiliares de disparo reposición automática, switches de navaja, resistencias, diodos direccionales de disparo, transductores de watts y vars, condensadores, transformadores auxiliares, etc., y que van sobrepuestos y no dentro de perforaciones debe hacerse siguiendo los siguientes lineamientos:

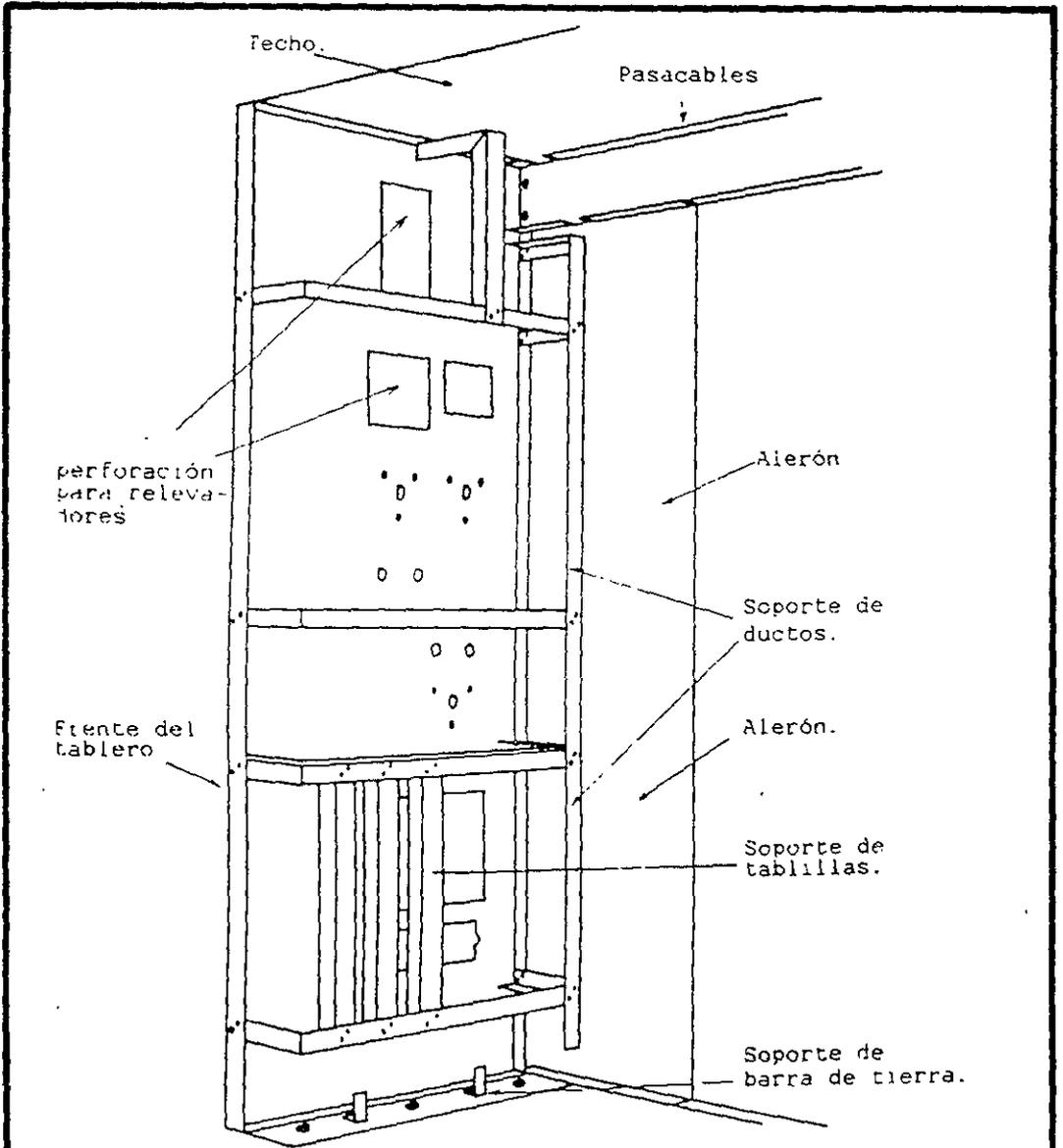
- a) No montar estos equipos directamente sobre otros relevadores a menos - que formen parte de los mismos y se sigan las instrucciones del fabricante.
- b) No obstruir las conexiones y el acceso de otro aparato.
- c) No montar arriba de un conmutador herrajes para otro equipo.
- d) No montar directamente un aparato sobre la lámina que forma el tablero principal propiamente dicho de tal modo que salgan cabezas de tornillos o remaches al frente.
- e) No obstruir de alguna manera el retiro eventual de algún aparato en situaciones de emergencia cuando el tablero esté en servicio, obligando a desmontar otros que podrían corresponder a protecciones de respaldo - que obligarían a sacar el tablero de servicio totalmente.

En la fig No 49 se muestra un ejemplo del montaje de parrillas y láminas para montaje de equipo misceláneo.

11. Control de Calidad de la Estructura.

El proceso de manufactura de los tableros de control, protección y medición es complicado y requiere contar con personal capacitado y calificado para optimizar recursos; asimismo se necesita la maquinaria adecuada para realizar el trabajo con la mejor calidad y evitar al máximo pérdidas, de esta forma seguir una secuencia de montaje y ensamble en cada proceso es fundamental para eliminar operaciones repetitivas y corregir errores - que reducen costos.

Así como los procesos de manufactura son la base para obtener, producir ó suministrar bienes y servicios, los controles de calidad optimizan - aún mas estos servicios.



VISTA INTERIOR DE UN TABLERO DÚPLEX

Fig. 49

UNAM	FES-C
-------------	--------------

MONTAJE DE PARRILLAS Y LAMINAS.

11.1 Objetivo

Mantener una calidad en la manufactura de los tableros que asegure su buen funcionamiento y durabilidad en base a la calidad del servicio que de ban de proporcionar, a las normas de la industria eléctrica y a las condiciones económicas bajo las que fué especificado por el usuario.

11.2 Procedimiento.

11.2.1 Inspección visual.

Se verifica que el tablero se ajuste con el plano de disposición de equipo.

Se inspecciona el correcto ensamble de cada una de las partes y componentes que forman el tablero.

11.2.2 Inspección de dimensiones.

Esta inspección está basada en el plano de disposición de equipo y se realiza de acuerdo con el servicio, utilizando un flexómetro de 3 mts. y se verifica lo siguiente:

- a) Espesor de la lámina.
- b) Techos y puertas.
- c) Pandeamiento de la lámina.
- d) Distancia mínimas.
- e) Perforaciones.
- f) Parrillas.
- g) Alineación del tablero.
- h) Acoplamiento (bases)
- i) HERRAJES para alumbrado y bus de tierra.
- j) Grupo de embarque y tornillería en general.

El formato mostrado a continuación es utilizado para realizar esta --- inspección.

No. DE ORDEN

105
INSPECCION

DE SECCION _____ A CONTROL DE CALIDAD.

PRODUCTO		L.Y.
ESP. S. X Y TAB		

TIPO DE TABLERO

No. DE SECCIONES	SENCILLO	DUPLEX	CONTROL	C.S./C.D.	FRACC.	BLINDADO	

RELACION DE PLANOS

No(S) DE PLANO(S).	CONTENIDO	No. HOJAS

ETAPAS

RECEPCION LAMINAS	
PINTURA	
HERRAJES	
MANUFACTURA	
ENVIO A PRUEBAS	
ENBARQUE	
ENPAQUE PROVISIONAL	
PRESENTACION LABORATORIO	
OTROS	

PARA USO EXCLUSIVO C. CALIDAD

ACEPTADO : _____ FIRMA _____

RECHAZADO: _____ FIRMA _____

CLAVE DE RECHAZO _____

_____ FECHA _____

SOLICITO

ELABORO

_____ FECHA _____	ING. _____ FECHA _____
REVISO	APROBO
ING. _____ FECHA _____	ING. _____ FECHA _____

12. Aplicación de Primario y Pintura de Acabado.

12.1 Introducción.

El objetivo de la aplicación de primario y pintura es de dar un perfecto acabado de protección al tablero y una apariencia adecuada tanto visual como estética.

La pintura se aplicará de acuerdo al lugar donde deberá ser ubicado - el tablero que puede ser interior ó intemperie. La especificación del recubrimiento la determinará también el medio ambiente al que estará expuesto - que puede ser húmedo, contaminado por humos y gases (sulfurosos, nitratos, cloruros, etc.) en los cuales se deberán aplicar recubrimientos y pinturas para prevenir la corrosión de todas las superficies metálicas.

El término pintura se refiere a un recubrimiento delgado con algunas propiedades de protección anticorrosiva que se requiera, que puede consistir en una ó varias capas; cuando se usan varias capas generalmente estas son 2 de primario y 2 de pintura de acabado.

12.2 Aplicación de Primario.

12.2.1 Preparación de superficies.

La vida del tablero depende principalmente de la calidad de la limpieza y de un buen recubrimiento anticorrosivo, ya que esto dará la seguridad de que el tablero no tendrá corrosiones en tiempos cortos, de lo contrario sería catastrófico por la importancia del uso del mismo, por eso la limpieza de láminas es de gran importancia.

12.2.2 Limpieza de Láminas.

La tierra, la suciedad y las capas de óxido se eliminan por medio de cepillos de alambre y espátulas.

El aceite y la grasa se eliminan con jabón en polvo y agua corriente - en abundancia, utilizando para esto una fibra.

Para este proceso es necesario asegurarse de que se ha eliminado por completo la grasa ya que esto provocaría una mala adherencia del recubrimiento anticorrosivo.

El secado de las láminas se puede hacer por medio de aire comprimido ó por medios naturales ó utilizando algún tipo de trapo limpio.

Es necesario que la lámina este completamente seca antes de aplicar el primario.

12.2.3. Aplicación del Recubrimiento Primario.

Debido a que nuestro medio ambiente sufre las consecuencias de utilizar productos químicos, actualmente se usan recubrimientos a base de agua que son biodegradables y no dañan el medio ambiente ni al personal que hace su aplicación.

Estos productos son llamados "convertidores de óxido" y su función consiste en evitar la corrosión de la lámina.

Su proceso consiste en convertir la capa de óxido existente en la lámina en un sustrato propio de la lámina.

Su aplicación se realiza con pistola de pintor, utilizando una presión de 45 lb/plg², y se aplican dos manos, dejando secar el producto entre mano y mano. El espesor de este recubrimiento anticorrosivo es de aproximadamente 50 micras, quedando la superficie lista para aplicar la pintura de acabado.

12.3 Aplicación de plaste

La aplicación de plaste se realiza únicamente cuando es necesario y se hace para quitar ligeros abombamientos y rugosidades en la lámina, esto es, para darle un acabado fino a las láminas.

12.4 Aplicación de Pintura de Acabado.

12.4.1 Color

El color de la pintura deberá ser determinado de acuerdo al equipo y servicio al que se tenga destinado.

Actualmente se tienen dos colores normalizados:

LFC - Verde Optico y

CFE - Gris Asa

Estos colores además deberán ser matizados, para evitar el brillo de los tableros y que podría deslumbrar al operador al momento de tomar una lectura ó realizar alguna maniobra.

12.4.2 Aplicación de la Pintura.

De acuerdo a las normas establecidas de Ecología y Protección al Medio Ambiente, la tendencia actual es la de utilizar pintura a base de agua, de esta forma LYF realiza este proceso con este tipo de pintura que al igual que el convertidor de óxido no daña al medio ambiente.

Su aplicación se realiza después de que la lámina esta completamente - seca (después de la aplicación del convertidor de óxido) y se hace con pistola de pintar a base de aire, con una presión de 45 lb/pig. dando también dos manos, esperando el tiempo suficiente entre mano y mano para su secado.

El espesor de la pintura de acabado deberá ser de aproximadamente 50 - micras y su acabado deberá ser lo más fino posible.

13. Control de Calidad en Pintura.

13.1 Objetivo.

Asegurar que el tablero cumpla con los requisitos de calidad establecidos y evitar al máximo se presente algún tipo de corrosión; además de dar una adecuada presentación al tablero.

13.2 Procedimiento.

13.2.1 Inspección visual.

Se verifica que el tablero cumpla con los siguientes requisitos:

- Color conforme al solicitado.
- Tonalidad uniforme.
- No presentar escurrimientos.
- No presentar brisaduras.
- No tener abombamientos.
- Secado perfecto antes de montar el equipo.
- Verificar la aplicación de primario y pintura en lugares reconditos.

13.2.2. Inspección Manual.

Utilizando un Elcómetro ó medidor de espesores se verifica lo siguiente:

- El espesor del convertidor de oxido ó recubrimiento primario debe - de ser de aproximadamente 50 micras.
- El espesor de la pintura de acabado debe ser de aproximadamente 50-micras.
- La aplicación del convertidor y de la pintura debe tener una presión de 45 lb/plg²., y se aplicará por aspersión.

El formato utilizado para realizar esta inspección es el mismo del inciso No. 11.

14. Montaje de Equipo Mayor y Equipo Misceláneo.

Después de que el tablero ha sido pintado se realiza el montaje de equipo, utilizando el plano de disposición de equipo que proporciona la información necesaria para la colocación de relevadores, equipo de control y medición y equipo misceláneo como son: ductos, tablillas, cuchillas de prueba, portafusibles, etc.

14.1 Reglas Generales para la colocación de Ductos.

- a) La colocación podrá ser en la lámina de mando ó en la de respaldo, aunque también puede ser instalado en el alerón.
- b) El espacio entre la parte inferior del tablero y el ducto deberá ser de 100 mm como mínimo.
- c) Todos los ductos se colocarán de acuerdo con las dimensiones solicitadas en el plano de disposición de equipo y que se basan en el número de conductores que pueden contener.
- d) El ducto de polivinilo nos sirve para agrupar conjuntos de conductores y permite la circulación de aire, de ahí que se deban respetar las normas en cantidad de conductores que llevan en función del tamaño y según nos indique la norma.

Las dimensiones de los ductos se relacionan de la siguiente forma:

Dimensiones del ducto en mm	Número de conductores calibre AWG		
	# 14 Lado Tablero	# 12 Lado Acometida	# 10 Acometida
45 x 60	40	30	24
60 x 60	70	45	32
60 x 80	100	65	55
80 x 80	120	80	60

Un ducto de 45 x 60 nos dice que tiene 45mm de base por 60mm de altura.

14.2. Reglas Generales para la Colocación de Tablillas.

- a) La colocación normal será en el respaldo, aunque podrán instalarse en el alerón.
- b) La posición que deberán guardar es vertical.
- c) Los grupos de tablillas no deberán exceder de 45 elementos.
- d) El espacio entre la última tablilla y el piso será de 100 mm.
- e) La separación de las tablillas con respecto a los ductos deberá -- ser 30 mm.
- f) Cuando un proyecto así lo requiera podrán instalarse tablillas en la lámina de mundo.

Las tablillas de conexiones, son parte del equipo de un tablero y están fabricadas de materiales aislantes como baquelitas ó resina y sirven para conectar los aparatos a los tableros y realizar conexiones del tablero a los equipos eléctricos dentro de una subestación.

14.3. Reglas Generales para la Colocación de Cuchillas de Prueba.

- a) La colocación normal será en la lámina de relevadores, aunque podrán instalarse en el alerón.
- b) La posición que deberán guardar es horizontal.
- c) Los grupos de cuchillas deberán separarse con micarta.
- d) La distancia entre la última cuchilla y el piso será de 100 mm.
- e) Las cuchillas deberán instalarse de un modo tal que en TC's acometida en agrupación horizontal abran hacia el elemento exterior acometida y en posición vertical abran hacia abajo.
- f) Para polarización por corrientes se deberán instalar 2 cuchillas - por TC.
- g) En alimentación de corriente directa se deberán instalar 2 cuchilla por alimentación requerida, con su respectivo portafusible de porcelana de 2 elementos.
- h) En acometidas de corrientes de TC's conectados en delta se colocarán 3 cuchillas de prueba.
- i) En acometidas de corrientes de TC's conectados en estrella se pondrán 4 cuchillas de prueba.

Las cuchillas de prueba nos sirven para llevar a cabo los bloqueos de corriente alterna y directa, sus terminales son birlos de bronce de 3/16" x 1" con cuerda corrida.

14.4 Procedimiento para la Colocación de Equipo.

- 1.- Se colocan sobre los herrajes (parrilla) las tablillas de conexiones y los blocks de prueba.
- 2.- Se instalan los ductos de PVC para el alambrado.
- 3.- Se montan los conmutadores de interruptor y de cuchillas motorizadas, transferencia de disparo, de voltmetro, de ampérmetro, de transferencia de potenciales y todos los conmutadores solicitados.
- 4.- Se realiza el montaje del equipo auxiliar de sobreponer: bases de fusibles, resistencias, transductores, unidades direccionales, cuchillas de navaja, bases para relevadores auxiliares, etc.
- 5.- Se montan las lámparas de señalización y alarmas y botones de operación.
- 6.- Se montan los relevadores para la protección dentro de las perforaciones.

- 7.- Se coloca prenomencatura por el lado interior del tablero, esto es para identificar los aparatos y realizar el alambrado; la prenomencatura se retira posteriormente por lo que se utiliza material auto adherible.
- 8.- Se deben retirar todos los equipos que puedan extraviarse, como fusibles, relevadores auxiliares, etc.

14.5 Colocación del Bus de Tierra y Alumbrado.

Como parte del tablero para la subestación, este debe llevar una barra de cobre de 25 mm x 6 mm por el ancho del tablero, para la conexión de los neutros de los circuitos secundarios de corriente y potencial. Para esto - la distancia entre la barra y la base del tablero debe ser de 100 mm.

El alumbrado deberá operar a 127 volts de corriente alterna y 125 volts de corriente directa, para operar como alumbrado de emergencia.

Los apagadores de tipo escalera, se colocarán en la parte interior de los marcos de ambas puertas. Cada tablero deberá tener como mínimo dos tomas de corriente para 127 volts de corriente alterna, 30 amperes.

El alambrado de los circuitos debe ir instalado en tubo conduit pared-gruesa galvanizado.

Las figuras 50 y 51 muestran a detalle el montaje de equipo en los tableros.

15. Control de Calidad en el Montaje de Equipo.

15.1 Objetivo.

Asegurar que todos los tableros de control, protección y medición no-- pasarán a la etapa de alambrado, hasta que hayan sido inspeccionados y cumplan con los requisitos establecidos en la etapa de montaje de equipo.

15.2 Procedimiento.

15.2.1 Inspección Visual.

- Se verifica que los planos de disposición de equipo y lista de materiales coincidan.

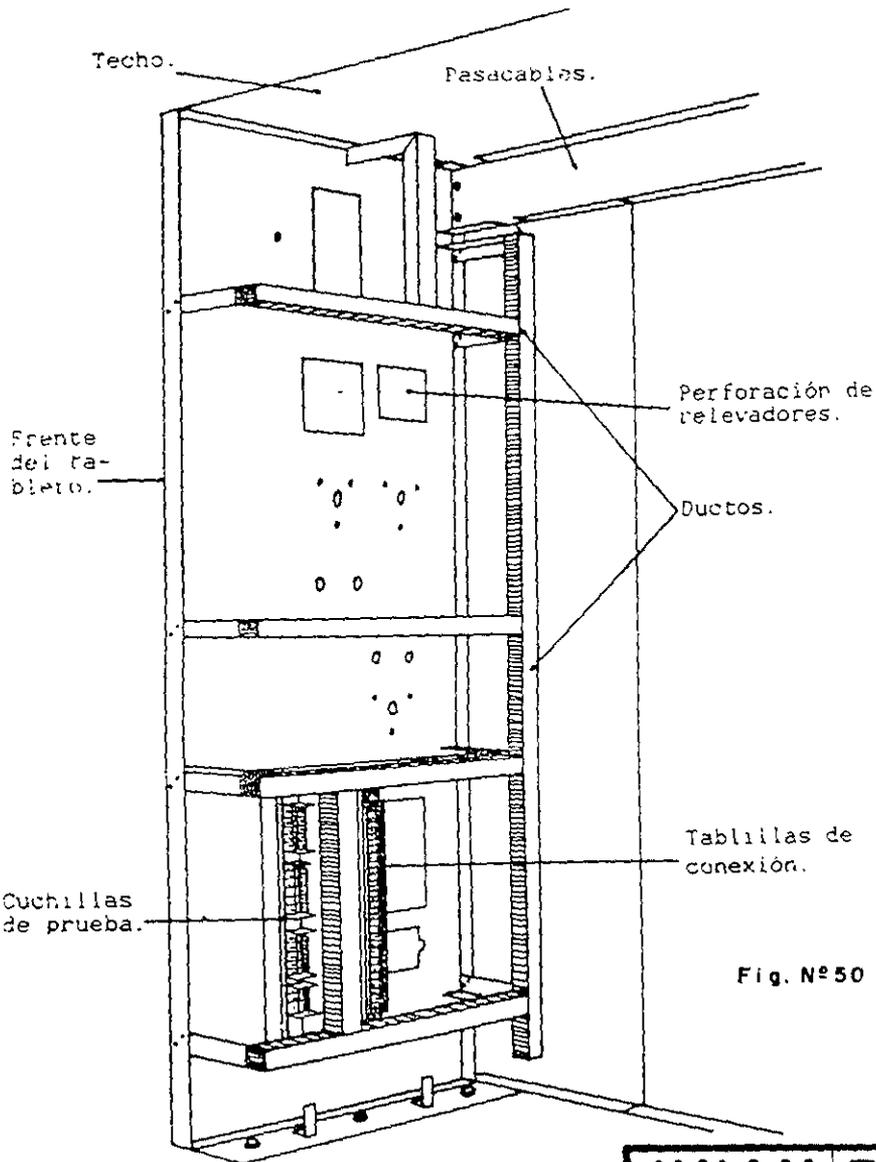


Fig. N°50

VISTA INTERIOR DE UN TABLERO DUPLEX

UNAM FES-C

MONTAJE DE DUCTOS, CUCHILLAS DE PRUEBAS Y TABLILLAS DE CONEXION.

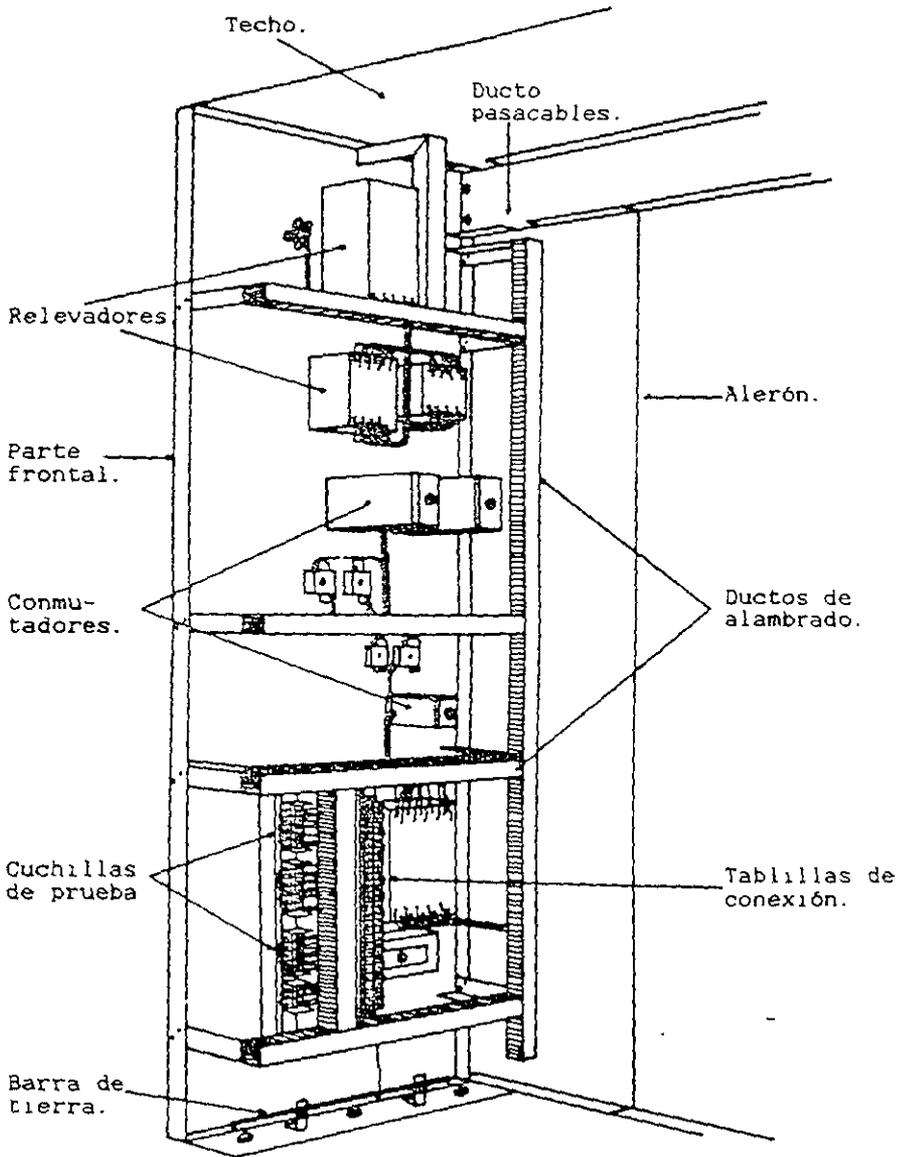


Fig. 51

Vista interior de un
tablero Dúplex.

UNAM FES-C

ALAMBRADO Y CONEXION DE
RELEVADORES Y TABLILLAS
A TRAVES DE DUCTOS.

- El equipo instalado debe encontrarse verificado, calibrado e identificado con alguna etiqueta.

- Se verifica que el equipo de medición, control, protección y equipo -- misceláneo instalado en el tablero se encuentre correctamente sujetado con tornillería, remaches, etc.

- Se verifican las listas de material contra las características de los equipos instalados como son: Catalogo, tipo, rangos.

- Se verifica el plano de disposición física contra la disposición física del equipo instalado.

- El equipo que no se tenga en existencia, deberá llevar simulador.

Para realizar esta inspección se utiliza el formato mostrado en el inciso 11.

16. Alambrado del Tablero.

16.1 Recomendaciones.

- 1) Se debe utilizar conductores de multifilamentos flexibles de cobre su ave con ó sin estañar torcido clase K.
- 2) El aislamiento de los conductores deberá ser de material termoplástico autoextingible para 105°C y 1000 volts de aislamiento a prueba de aceite.
- 3) Los calibres recomendados son los siguientes:
 - 12 AWG: Para el alumbrado y fuerza del tablero.
 - 14 AWG: Para el alambrado de la protección, control y medición.
 - 18 AWG: Para el alambrado de señales de alarma.
- 4) El empaque debe ser en carretes ó en rollos de 100 mts.
- 5) El aislamiento de los conductores deberá tener las siguientes propiedades:
 - a) Alta resistencia a la abrasión.
 - b) No propagar la flama.
 - c) Alta resistencia al ataque de sustancias químicas y atmosferas - corrosivas.

16.2 Marcado.

El conductor deberá tener impreso en su forro ó aislamiento los siguientes datos los cuales deben de repetirse cada 300 mm como máximo.

- Calibre AWG.
- Aislamiento.
- Temperatura máxima de operación.
- Tensión de operación.
- Año de fabricación.
- Nombre del fabricante.

16.3. Número de filamentos.

El número de filamentos deberá ser de acuerdo a la siguiente tabla:

Calibre	No. de filamentos.
18	16
14	41
12	65
10	104

16.4. Colores.

Para identificar rápidamente la naturaleza del circuito es recomendable la utilización de cable forrado de colores de la siguiente forma:

- Blanco: Circuitos secundarios de corrientes (de transformadores de corriente)
- Negro : Circuitos secundarios de potenciales (de transformadores de potencial)
- Rojo : Circuitos de corriente directa ó de control y señalización.

16.5 Conexiones.

La conexión de conductores debe hacerse con zapatas aisladas de compresión tipo AMP (Aircraft Marine Products) del tipo de ojillo cerrado, evitando conectar más de dos terminales en cada borne.

La conexión del cable de control al tablero deberá hacerse utilizando tablillas de conexiones y evitando que dicho cable llegue directamente a los aparatos.

No se deberán hacer empalmes entre conductores.

Se identificarán los extremos de los conductores mediante anillos de plástico, en donde se indicará el número de borne y tablilla ó block de conexión.

16.6 Secuencia de Alambrado.

El alambrado se hace de acuerdo a las hojas de alambrado y se procede en el orden especificado en ellas.

Se acerca el carrete con el cable del color que se vaya a utilizar, se le inserta un pedazo de tubo, se monta en un caballete de manera que de vuelta, se pela la punta del cable, se coloca la zapata y se prensa en la punta descubierta del cable.

Se lleva hasta el borne por conectar; de preferencia de abajo hacia arriba, se conecta y se acomoda en el ducto para llevarlo exactamente al segundo punto de conexión, ahí se corta, se enzapata y se conecta; de esta forma no se desperdicia cable.

Este proceso continúa hasta completar todas las conexiones especificadas en las hojas de alambrado.

Una vez que se halla terminado la conexión de todos los aparatos, se procede a amarrar todos los cables con hilo cañamo ó con cincho de plástico para poder agrupar varios cables en forma de paquete compacto, para lograr identificar grupos de conexiones a los aparatos e instrumentos ya alambrados y para poder darle mayor capacidad a los ductos en cantidad de cables, además de lograr una mejor presentación del tablero.

Cuando se ha alambrado todo el tablero se coloca la nomenclatura en los extremos.

A continuación se colocan todas las tapas en los ductos correspondientes a cada sección del tablero, y se procede a colocar la nomenclatura del tablero.

17. Elaboración de Nomenclatura.

17.1. Procedimiento.

Se elabora un arreglo ordenado ó formato con la información que deben contener las etiquetas que integran la nomenclatura de un tablero tal como se menciona en 8.2 (Nomenclatura). Este arreglo ordenado debe contener la siguiente información: leyendas (Nomenclatura propiamente dicha), tamaño de la letra, tamaño de la etiqueta, tipo de material de la etiqueta, que generalmente es bromica negra de 1/16" doble cara con fondo blanco.

Todas aquellas etiquetas con características particulares que no pueden especificarse con la forma anterior, se fabricarán en base a un dibujo que mencione dichas características.

18. Fabricación de Nomenclatura.

18.1 Objetivo.

Presentar la identificación necesaria del equipo que integra el tablero de una forma clara y que soporte el intemperismo, además de permanecer adherida al tablero y resistir el maltrato normal, sin que se borre la información.

18.2 Grabado de etiquetas.

18.2.1 Material.

- Láminas de briomica negra de 1/16" de espesor, doble cara con fondo blanco.
- Acrílico opalino para señalar cuadros de alarma.
- Acrílico de diferentes colores (amarillo, azul, verde, morado, magenta, rojo, blanco, naranja, negro) de 12.7 mm de ancho por 3.2 mm de espesor, utilizado para la elaboración del bus mímico de los tableros de control, protección y medición y de 5 mm por 3.2 mm de espesor para el tablero miniaturizado.

18.2.2 Procedimiento.

- a) Empleando una sierra circular con dientes de carburo de tungsteno, se corta la lámina de briomica de acuerdo a los tamaños requeridos:
 - 39 mm x 20 mm para identificar el equipo con su número NEMA
 - 31 mm x 12 mm para identificar el equipo con letra por el interior.
 - 37 mm x 400 mm para identificar el servicio del tablero por la parte frontal.
 - 26 mm x 300 mm para identificar el servicio del tablero por la parte interior.
- b) Sobre estas etiquetas se graban las leyendas por una cara mediante una máquina grabadora tipo pantógrafo con buril rotatorio del calibre del ancho de la letra, para remover la superficie negra y de esta forma descubrir el núcleo blanco, quedando las leyendas con letras blancas y fondo negro.
- c) Posteriormente se biselan por toda su periferia, utilizando una máquina biseladora con buril rotatorio similar a la marca New Hermes.

- d) Las etiquetas que deban ir en material transparente como acrílico se procesan de manera similar, agregando al final algún tipo de pintura que resalte la leyenda.

19. Colocación de Nomenclatura y Bus Mímico.

19.1 Nomenclatura.

La nomenclatura deberá colocarse utilizando pegamento de contacto que resista el medio ambiente para evitar desprendimientos; en términos generales se recomienda seguir los siguientes pasos:

- a) La identificación por la parte frontal deberá ser utilizando el número NEMA exclusivamente, con una etiqueta de 39 mm x 20 mm
- b) La identificación del servicio del tablero se colocará a una altura de 2250 mm. y se recomienda utilizar remaches.
- c) Las etiquetas para la parte posterior del tablero deberán tener grabada la leyenda con el número NEMA del aparato y la letra que define la localización del aparato ó equipo en el tablero.
- d) Las etiquetas se colocarán sobre el tablero lo más próximo al aparato ó equipo en un lugar visible.
- e) La nomenclatura que identifica cuchillas de prueba puede ir atornillada o sujeta con los birlos de la propia cuchilla con tuerca.

19.2 Colocación del Bus Mímico.

Como se describió en el inciso 5.5 el bus mímico es la representación gráfica de un circuito eléctrico trifásico de alta y baja tensión por medio de una línea teniendo ambos un comportamiento idéntico.

Dicha representación se hace por medio de símbolos formados por:

- Diagramas Esquemáticos.
- Planos de Control Miniaturizados.
- Sección 230 KV.
- Sección 85 KV.
- Sección 23 KV. y otros

19.2.2 Procedimiento.

- a) De acuerdo a la tabla mostrada en 5.5 se identifica el color del bus mímico.

- b) Utilizando la sierra circular se cortan las tiras de acrílico de 3.2 mm de espesor por 12.7 mm ó 5 mm según el servicio por el largo necesario.
- c) Se marcan las dimensiones requeridas en el tablero, respetando -- los lugares de cuchillas motorizadas, interruptores, etc.
- d) Utilizando pegamento de contacto se pegan las tiras de acrílico - sobre el tablero.
- e) Las cuchillas que simulan las cuchillas de alta tensión de operación manual en grupo, deben ir remachadas de tal manera que se de jará libertad de movimiento para poder simular la apertura y cierre de las mismas.
- f) La simbología deberá corresponder en una forma fiel al arreglo de la subestación.

20. Control de Calidad en Alambrado.

20.1 Objetivo.

Asegurar que los tableros de control, protección y medición cumplan - con los requisitos establecidos en la etapa de alambrado y colocación de e etiquetas y bus mímico, para poder pasar al siguiente proceso.

20.2. Procedimiento.

20.2.1. Revisión del Alambrado.

El alambrado del tablero debe cumplir con los requisitos establecidos - en los incisos 16.1 (Recomendaciones), 16.2 (Marcado), 16.3 (Número de filamentos), 16.4 (Colores) y 16.5 (Conexiones).

20.2.2. Revisión de Nomenclatura y Bus Mímico.

La nomenclatura y el bus mímico deben cumplir con los requisitos establecidos en los incisos 8.2 (Nomenclatura) y 19. (Colocación de nomenclatura y bus mímico).

Para la inspección correspondiente se utiliza el formato mostrado en - el inciso 11.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y EMBARQUE

1. OBJETIVO.

Asegurar que todos los tableros de control, protección y medición, después de su proceso de fabricación, cumplan con todas las pruebas necesarias que garanticen su buen funcionamiento, así como verificar la calidad de sus componentes, antes de ser instalados en el lugar donde entrarán en ser vicio.

2.- PROCEDIMIENTO.

Para realizar las pruebas correspondientes, se puede utilizar el formato "Pruebas a Tableros Terminados" mostrado a continuación y que facilita este proceso debido a que nos sirve de guía.

3.- INSPECCION VISUAL.

3.1. OBJETIVO.

Verificar y comprobar visualmente que los tableros de control, protección y medición cumplan con el ensamble mecánico, montaje de equipo y cableado solicitado.

3.2. PROCEDIMIENTO.

- a) Comprobar el número de secciones de acuerdo con el plano de disposición de equipo, verificando el servicio (línea, banco, alimentador, etc)
- b) Comprobar las dimensiones generales de cada sección y del conjunto en cuanto a altura, ancho y profundidad, además de puertas, color del tablero, bus mímico, de acuerdo con los planos de disposición de equipo.
- c) Revisar los materiales en cuanto a grueso de láminas, forma de ensamblado, bisagras, tapas atornillables.
- d) Comprobar las características de conductores empleados y aislamientos.
- e) Revisar la nomenclatura.
- f) Comprobar de que las placas de identificación de los relevadores, instrumentos y aparatos estén correctamente colocados en un lugar visible y que no se preste a confusión a qué aparato correspondan. La leyenda deberá estar en español y ser congruente con la operación del circuito ó aparato que indique.

No. DE ORDEN

ORDEN DE PRUEBAS

TABLEROS DE CONTROL PROTECCION Y MEDICION

S.E. _____
TAB.SERV. _____

SECCION : _____

L.T.

INICIACION DE PRUEBAS

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
ORDENO			
SUPERVISO			
PROBADOR			

NOTAS

SEC	EVENTO DEL MANUAL	DESCRIPCION	NUMERO EQUIPO
I	I.P.E.	COMPROBACION DE EQUIPO CONTRA LISTA DE MATERIAL DISPOSICION APARATOS CONTRA PLANOS COLOCACION	
II	I.P.G.	REVISION Y ORDEN DE NOMENCLATURA CONTRA PLANOS	
III	I.P.G.	PRUEBAS DE CONTROL Y SENALIZACION	
IV	I.P.M.	PRUEBA DE PROTECCION	
		S/C S/R <input type="checkbox"/> C/R <input type="checkbox"/>	
		DIREC. S/R <input type="checkbox"/> C/R <input type="checkbox"/>	
		DIST S/R <input type="checkbox"/> C/R <input type="checkbox"/>	
		DIF.BANC. <input type="checkbox"/>	
		DIF.BARPAS <input type="checkbox"/>	
		TRANSF. POTENCIAL <input type="checkbox"/>	
		HILO PILOTO <input type="checkbox"/>	
		SINCRONIZACION <input type="checkbox"/>	
V	I.P.P.	PRUEBA DE MEDICION	
VI	I.P.S.	PRUEBA DE ALARMAS	
VII	I.P.Y.	PRUEBA DE AISLAMIENTO	

OBSERVACIONES:

TERMINACION PRUEBAS

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
ORDENO			
SUPERVISO			
PROBADOR			

ENTREGA A LABORATORIO

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
ORDENO			
SUPERVISO			
PROBADOR			

- g) Comprobar la existencia de todos los aparatos, instrumentos de medición, alarmas, dispositivos de prueba y equipo auxiliar requerido en -- las listas de equipo y material, verificando que estén colocados de -- acuerdo con los planos de disposición de equipo y perforaciones y que además sus datos de placa con valores de voltajes, corrientes, rangos tipos y marcas sean los indicados en las listas antes mencionadas.
- h) Verificar el bus mimíco, colores de acuerdo al voltaje en alta y baja tensión y además debe dar una idea clara y precisa de la operación de los circuitos que opera el tablero.
- i) Verificar la existencia de una barra de tierra en todos los tableros.

4. PRUEBA DE CONTINUIDAD DEL ALAMBRADO.

4.1 OBJETIVO.

Asegurar la correcta conexión de acuerdo al diagrama de alambrado, antes de aplicar voltaje y verificar la no existencia de cortos circuitos.

4.2 Condiciones de Prueba.

- a) El tablero debe estar totalmente terminado y limpio.
- b) Utilizar un probador de continuidad eléctrica, con una fuente de alimentación de bajo voltaje (6 a 12 volts) y con una campana ó zumbador que indica la continuidad.

4.3 PROCEDIMIENTO.

Las puntas del probador se colocan en los extremos del circuito que se quiere verificar. Se debe verificar que las bases ó corazas de los transformadores ó transductores para instrumentos esten eficazmente conectados a tierra.

5. PRUEBAS DE CONTROL Y SEÑALIZACION.

5.1 OBJETIVO.

Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de control y señalización.

5.2 PROCEDIMIENTO.

- a) Conectar la fuente de C.D. al voltaje nominal de los aparatos del tablero, 125 volts; tomando en cuenta los positivos protegidos, los no protegidos y los de alarma.
- b) Conectar los simuladores del interruptor, teniendo especial cuidado de conectar los bloqueos y en la secuencia que nos señala el diagrama esquemático de operación. Como parte de esta prueba se debe conectar el disparo, el cierre, las lámparas roja y verde, las alarmas, así como los contactos abiertos y cerrados para cuando existe recierre.

6. PRUEBAS DE RELEVADORES.

6.1 OBJETIVO.

Verificar y comprobar que el equipo de protección por relevadores instalados en los tableros funcionan de acuerdo con la lógica de operación de los planos esquemáticos.

6.2 PROCEDIMIENTO.

De acuerdo al tipo de servicio se realizan las pruebas correspondientes, verificando los circuitos de disparo de cada uno de los tipos de protección. A continuación se ven algunos ejemplos.

6.2.1 Prueba de la protección de sobrecorriente con unidad instantánea — (50) y de tiempo (51).

- a) Alimentar los circuitos de disparo con 125 ó 250 VCD.
- b) Conectar la fuente de corriente trifásica fase A, fase B, fase C y - neutro a las tablillas de la entrada de corrientes de los TC's para la protección de sobrecarga, ajustando la corriente a un valor menor de los ajustes de los tap's de los relevadores.
- c) Se incrementa la corriente fase por fase energizando así la bobina de tiempo de cada relevador, para enviar un disparo de cada uno de ellos.
- d) Se prueban los elementos instantáneos de cada relevador ajustandolos a un tap mínimo y se les aplica corriente de la magnitud de este ajuste en forma súbita, operando instantáneamente el relevador y no dando margen de tiempo para girar el disco de la unidad de tiempo.

- f) Se prueba el relevador del neutro (51-N) utilizando la fuente variable trifásica de C.A. se hace un desbalanceo de corrientes para que exista circulación de la misma por el neutro de la estrella, formado por los tres relevadores de fase, ya que:
In - valor igual al ajuste del tap (generalmente 2 amperes).

6.2.2. Prueba de relevador de sobrecorriente direccional de fase (67).

- a) En la protección de sobrecorriente de fase se emplean tres relevadores ó sea uno por fase, estos relevadores constan de una unidad de sobrecorriente, más una unidad direccional de potencial.
- b) Comparando el ángulo de fase de estas dos magnitudes de influencia, desarrollando un par de operación negativo cuando este ángulo está dentro de un valor prefijado, generalmente 30, 60 ó 90 grados; cuando el ángulo de fase excede este valor se desarrolla un par positivo.
- c) Para estas pruebas se emplea la conexión a 60 grados. En condiciones de operación normales, el flujo de potencia activa y reactiva pueden ir en cualquier dirección, conservando el ángulo de defasamiento menor a 60 grados, debido a esto no opera el relevador. Cuando sucede una falla, el flujo tiende a alimentar la falla, con lo cual la corriente gira 180 grados provocando el par de operación del relevador.
- d) Con la consola de pruebas se alimentan potenciales trifásicos balanceados a 120 volts entre fases.
- e) También se alimentan con la misma consola, corrientes con polaridad opuesta giradas 180 grados.
- f) Se desbalancean las corrientes fase por fase y se envían disparos al simulador del interruptor de la consola por el 67-1; 67-2 y 67-3 con las fases de corriente A, B y C de la consola respectivamente.

6.2.3 Prueba de relevador de sobrecorriente direccional de neutro (67N)

- a) Esta protección de sobrecorriente direccional de neutro, se diferencia de los de fase debido a que este relevador opera únicamente cuando existen fallas a tierra en sistemas con neutro aterrizado, es decir - que por su bobina de s/c circulan corrientes de secuencia cero.
- b) El circuito magnético de este relevador, no se cierra hasta no tener energizadas una de sus unidades direccionales ya sea de voltaje ó de corriente.
- c) La unidad direccional de corriente se conecta a los secundarios de un transformador conectado en el neutro de una estrella del banco de transformador de potencia.
- d) La unidad de voltaje se conecta a la salida del secundario de los transformadores de potencial conectados en delta abierta. Esta conexión tiene la característica de que cuando los tres voltajes se encuentran equilibrados, la tensión en el secundario a la salida de la delta abierta es igual a cero y cuando existe una falla de una fase - aparece una tensión de polarización.

- e) Para la realización de la prueba se alimenta el circuito de polarización de voltaje con potenciales (120VCA) con lo que quedará polarizado el relevador. Así mismo se alimenta el circuito de control con corriente directa (125 ó 250 volts según el caso).
- f) Para que opere el 67N, una vez que se ha energizado el circuito de polarización, se aumenta la corriente de este relevador hasta 4 amperes ya que el tap se encuentra ajustado en la unidad de s/c en 4; con lo cual el disco girará y mandará disparo al simulador del interruptor de la consola.
La figura No. 52 muestra el diagrama de esta protección.

6.2.4. Prueba de relevador diferencial del banco de transformador (87).

- a) El relevador usado en la protección de bancos de transformador es un relevador de tipo de porcentaje diferencial con restricciones de armónicas, que nos permite discriminar fallas externas e internas.
- b) El circuito de restricción de armónicas distingue la diferencia en la forma de onda entre una corriente diferencial causada por una falla interna y la corriente de magnetización del transformador.
- c) Se utiliza un relevador por fase y por cada devanado del transformador, el relevador trae una bobina de restricción asociadas a una bobina de operación.
- d) En el momento en que sucede una falla interna del banco las corrientes en la bobina de restricción se desbalancean tanto en magnitud como en ángulo de fase por lo cual hay una corriente resultante en la bobina de operación haciendo operar el relevador y éste a su vez envía a el disparo a través de un relevador auxiliar (86) como se indica en la figura No. 53
- e) El esquema de protección diferencial, se prueba aplicando un incremento de corriente a cada bobina de restricción del relevador. Esto se hace por cada devanado del transformador y por cada fase.
- f) El relevador opera debido al desbalanceo que se provoca en la bobina de restricción al no energizar las otras bobinas de restricción al mismo tiempo; con esto se logra un desequilibrio entre las bobinas de restricción que hace que circule una corriente por la bobina de operación.

7. PRUEBAS DE MEDICION.

7.1 OBJETIVO.

Verificar los circuitos de corriente y potencial de la medición, así como la correcta medición del equipo instalado.

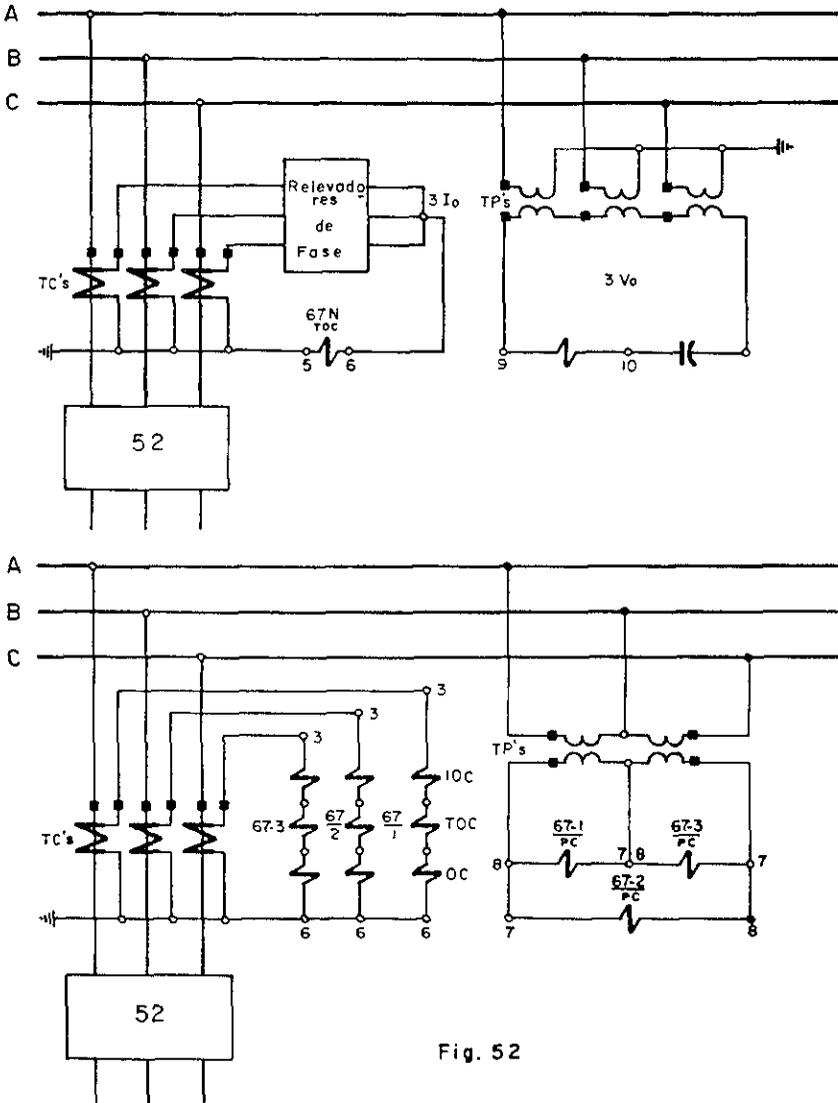
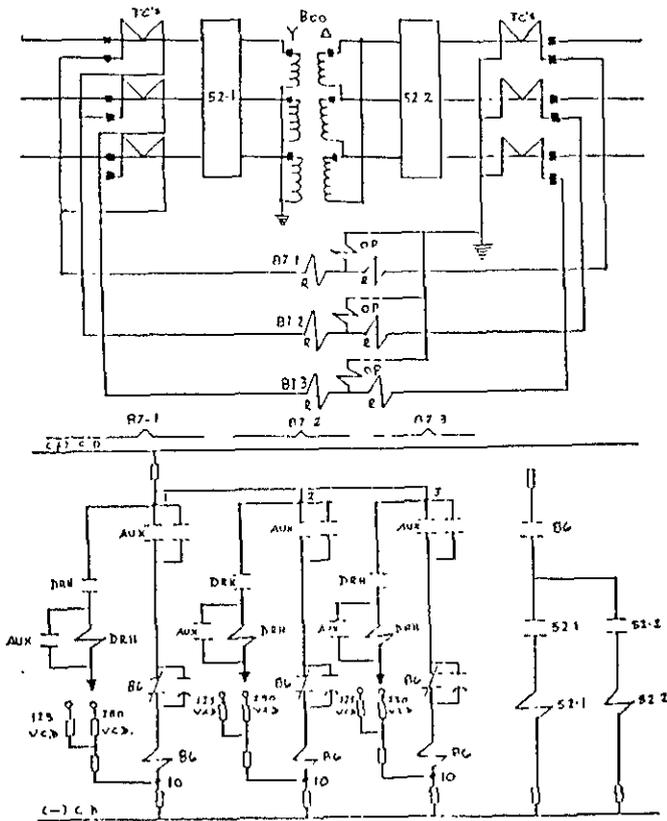


Fig. 52

UNAM FES-C

DIAGRAMA TRIFILAR DE UNA PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE LA (67), CON 3 RELEVADORES Mca. G.E., TIPO J B C.

Fig. N° 53



UNAM FES-C

DIAGRAMAS TRIFILARES Y DE CONTROL DE UNA PROTECCION DIFERENCIAL PARA UN BANCO DE TRANSFORMADORES CON RELEV Mca. G E Tipo BDD, Nema 87.

7.2 PROCEDIMIENTO.

- a) Se conecta una fuente de corriente trifásica a las tablillas de conexión de los circuitos de corriente de la medición, verificando el faseo.
- b) Se ajusta la fuente de corriente a un valor de 2.5 amperes (la mitad - del valor nominal máximo de norma de los aparatos de medición que utilizan transformadores de corriente).
- c) Se opera el conmutador de ampérmetro en todas las posiciones comprobando que en ningún momento queda sin lectura el aparato, que sería indicativo de falla del conmutador por apertura indebida de los circuitos de corriente y probable falla de los TC's en servicio.
- d) Verificar la secuencia de operación del conmutador del ampérmetro, contra la secuencia del block de pruebas, para lo cual se hace lo siguiente: bloquear la fase B y C en el block de pruebas, debiendo aparecer la lectura en el ampérmetro únicamente en la fase A; repitiendo esta operación para comprobar el bloqueo de las otras fases.
- e) Verificar la correcta operación del bloque de pruebas introduciendo - un peine de prueba de relevadores.
- f) Verificar la lectura del ampérmetro. Para verificar la lectura en el - ampérmetro del tablero se toma en cuenta la relación de los transformadores de corriente a las que se conectará el aparato en su parte secundaria y así tomar el valor de escala de acuerdo al valor primario.

Ejemplo: I_s = Corriente del secundario.

RT_c = Relación de transformadores de corriente.

L_a = Lectura.

I_s = 3 amp.

$$RT_c = \frac{200}{5} = \frac{40}{1}$$

$$L_a = 3 \times 40 = 120 \text{ amp.}$$

Se compara la lectura del ampérmetro en las tres fases con la calculada L_a , la cual debe ser del mismo valor.

- g) Conectar una fuente de potencial a las tablillas de conexión de los -- circuitos de los transformadores de potencial del tablero y aplicar el valor nominal del voltaje, indicado en los datos de placa de los aparatos de medición de watts y vars.
- h) Aplicar diferentes valores del ángulo de defasamiento entre voltajes y corrientes y verificar las lecturas de acuerdo con el procedimiento indicado en los manuales del fabricante del equipo de medición, en donde se mencionan la manera de utilizar los parámetros de prueba y los factores de potencia de diseño de los equipos.

8. PRUEBAS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

8.1 OBJETIVO.

Verificar que en el tablero no existan cables a tierra para evitar cortocircuitos a tierra, además de checar el estado de los aislamientos.

8.2. PROCEDIMIENTO.

La medición de la resistencia de aislamiento se efectúa por lo general con un aparato denominado "Megger" que consta básicamente de una fuente de C.D. y un indicador de lectura en "Megohms". La capacidad de esta fuente generalmente es baja ya que la finalidad es ver el estado en que se encuentra su aislamiento; es decir, esta prueba no es destructiva.

Para llevar a efecto esta prueba se procede de la siguiente manera:

- a) Se desconectan todas las terminales que estén alambradas a tierra.
- b) Se conectan cuidadosamente en cortocircuito cada una de las terminales de todos los equipos instalados en el tablero.
- c) Se probará el aislamiento entre partes vivas y tierra usando el probador de aislamiento.
- d) La tensión aplicada será de 500 VCD. durante un minuto y se anotará la lectura en megohms, así como la temperatura durante la prueba.

9. PRUEBA DE POTENCIAL APLICADO.

9.1. OBJETIVO.

Verificar por segunda vez la calidad de los aislamientos una vez que se ha descartado la existencia de cortos circuitos y deterioro de conductores con la prueba de "Megger".

9.2. PROCEDIMIENTO.

La conexión para esta prueba se efectúa de la misma manera que para la prueba anterior pero aplicando un voltaje de 1500 VCA de baja frecuencia - durante un minuto.

El voltaje aplicado se mide a través de un transformador de potencia - con bobina de 300 VCA máximos y si durante el tiempo de la prueba, la aguja del voltmetro no cae (que indicaría mala conducción del aislamiento), - se da por satisfactoria la prueba.

10. PRUEBAS DE ALARMAS.

10.1. OBJETIVO.

Verificar el funcionamiento de las alarmas instaladas en los tableros de control, protección y medición.

10.2 PROCEDIMIENTO.

El circuito de alarmas opera según el esquema mostrado en la figura -- No. 54.

- a) Al cerrar un contacto exterior de alarma, se manda un positivo (+) de alarma a una bandera del cuadro de alarmas. Este positivo energiza un relevador (A) y manda un impulso a la bobina del módulo maestro (B), con lo cuál opera la alarma sonora al cerrar el contacto (B3).
- b) Al mismo tiempo que se energiza el relevador (A) cierra sus contactos (A1) con lo cuál se inyecta un positivo permanente a la señal luminosa (L) a través del contacto normalmente cerrado del botón de apagar lámparas (AL); y para apagar éstas basta interrumpir el positivo a -- través de éste botón.
- c) Para callar la alarma sonora también se interrumpe el positivo que energiza la bobina (B) del módulo maestro pues ésta queda sellada a -- través de los contactos (B1) y (B2).
- d) La prueba de lámparas se hace operando el botón normalmente abierto - (PL) con lo cuál se envía un positivo al mismo tiempo a todas las señales de alarma y se inicia el proceso anteriormente descrito.

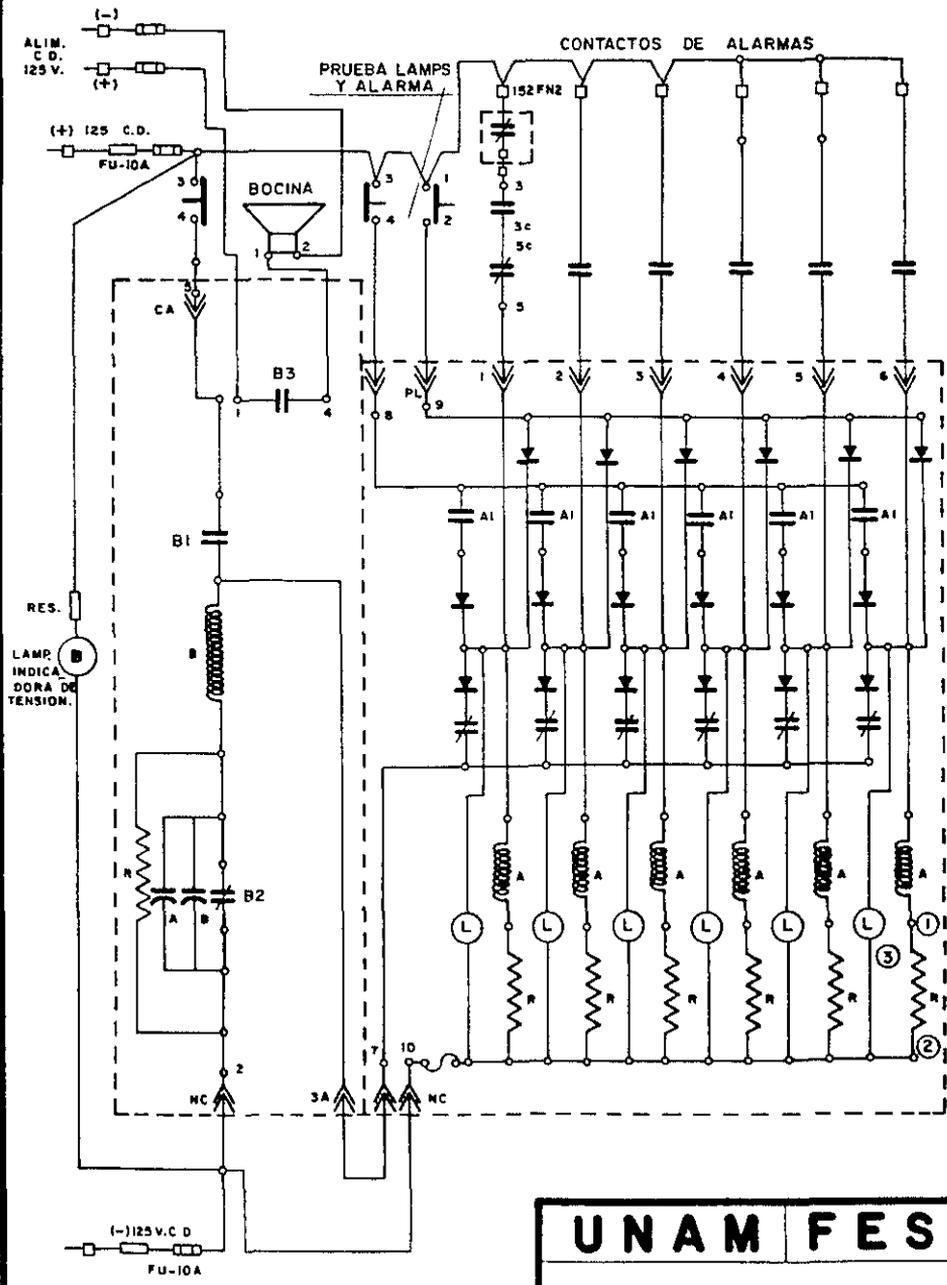
11. CONTROL DE CALIDAD FINAL.

11.1 OBJETIVO.

Verificar que todos los tableros cumplan con los requisitos de calidad establecidos incluyendo pruebas.

11.2 PROCEDIMIENTO.

Para que un tablero pueda ser embarcado a la subestación correspondiente, debe cumplir con los siguientes requisitos:



UNAM FES-C

PRUEBAS DE ALARMAS

Fig. N° 54

- a) Todos los controles de calidad establecidos deben ser satisfactorios.
- b) Se debe utilizar el formato descrito en el inciso 11 del capítulo III
- c) Control de calidad debe revisar el tablero de acuerdo a los procedimientos descritos en éste capítulo, incluyendo el formato "Pruebas a ta
bleros".
- d) Si por modificaciones al proyecto original se haya visto afectada la pintura del tablero, este deberá tener un nuevo proceso de pintura fi
nal, que en algunos casos puede ser de "retoque".
- e) Finalmente si el tablero cumple con los requisitos de control de cali
dad, este deberá llevar una etiqueta autoadherible que indique caracte
rísticas del tablero, como tipo de tablero, servicio, subestación,-
etc., de esta forma el tablero podrá ser embarcado.

12. TRANSPORTACION

12.1 OBJETIVO

Establecer los lineamientos necesarios para el embalaje de los tableros de tal manera que estos no sufran daños al transportarlo a la subestación.

12.2 TRANSPORTACION DE TABLEROS SIMPLEX.

Si los tableros son del tipo simplex, estos deben llevar una base, conbarrenos, para que pueda sujetarse al transporte.

Si los tableros son del tipo no autosoportado, deberán ensamblarse con tirantes estructurales metálicos, para dar rigidez al tablero antes de su
birlo al transporte.

Estos tableros deberán llevar una cubierta de polietileno para su trans
porte.

Las figuras No's 55 y 56 muestran este arreglo.

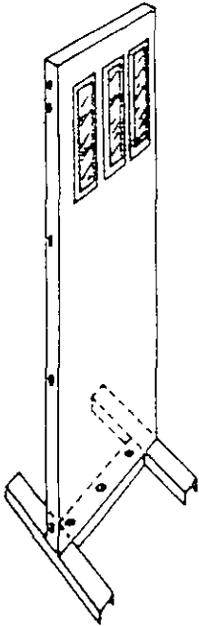
12.3 TRANSPORTACION DE TABLEROS DUPLEX.

Los tableros tipo duplex deberán embarcarse dentro de un huacal de mada
ra, de acuerdo a las dimensiones requeridas.

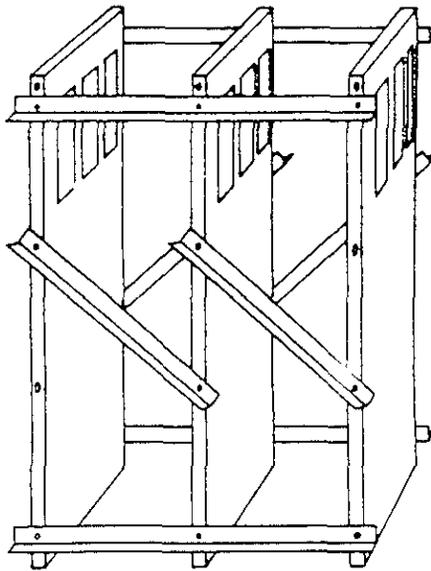
Estos deberán ir atornillados a una base de madera, para evitar movimien
tos durante el transporte.

Deberán ir cubiertos con polietileno para guardarlos de polvo y lluvia.
Las figuras No's 57 y 58 ilustran este procedimiento.

TABLEROS TIPO SIMPLE ABIERTO



ARREGLO DE UN
SOLO TABLERO



ARREGLO DE TRES TABLEROS
PARA SU EMBARQUE

Fig N° 55

UNAM FES-C

ARREGLO DE TABLERO SIMPLEX.

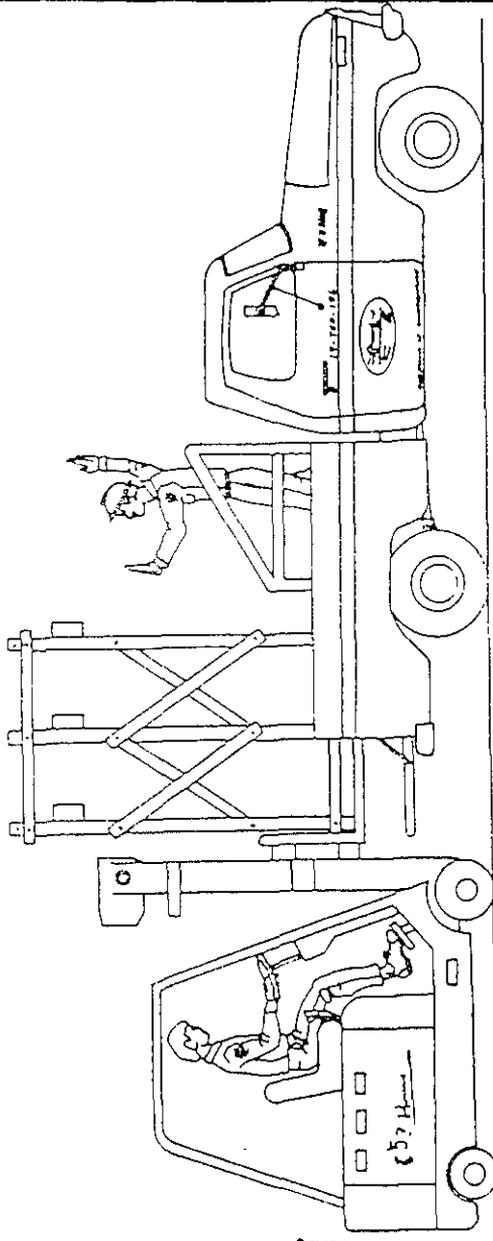


Fig. N° 56

UNAM FES-C

EMBARQUE DE TABLEROS
SIMPLEX

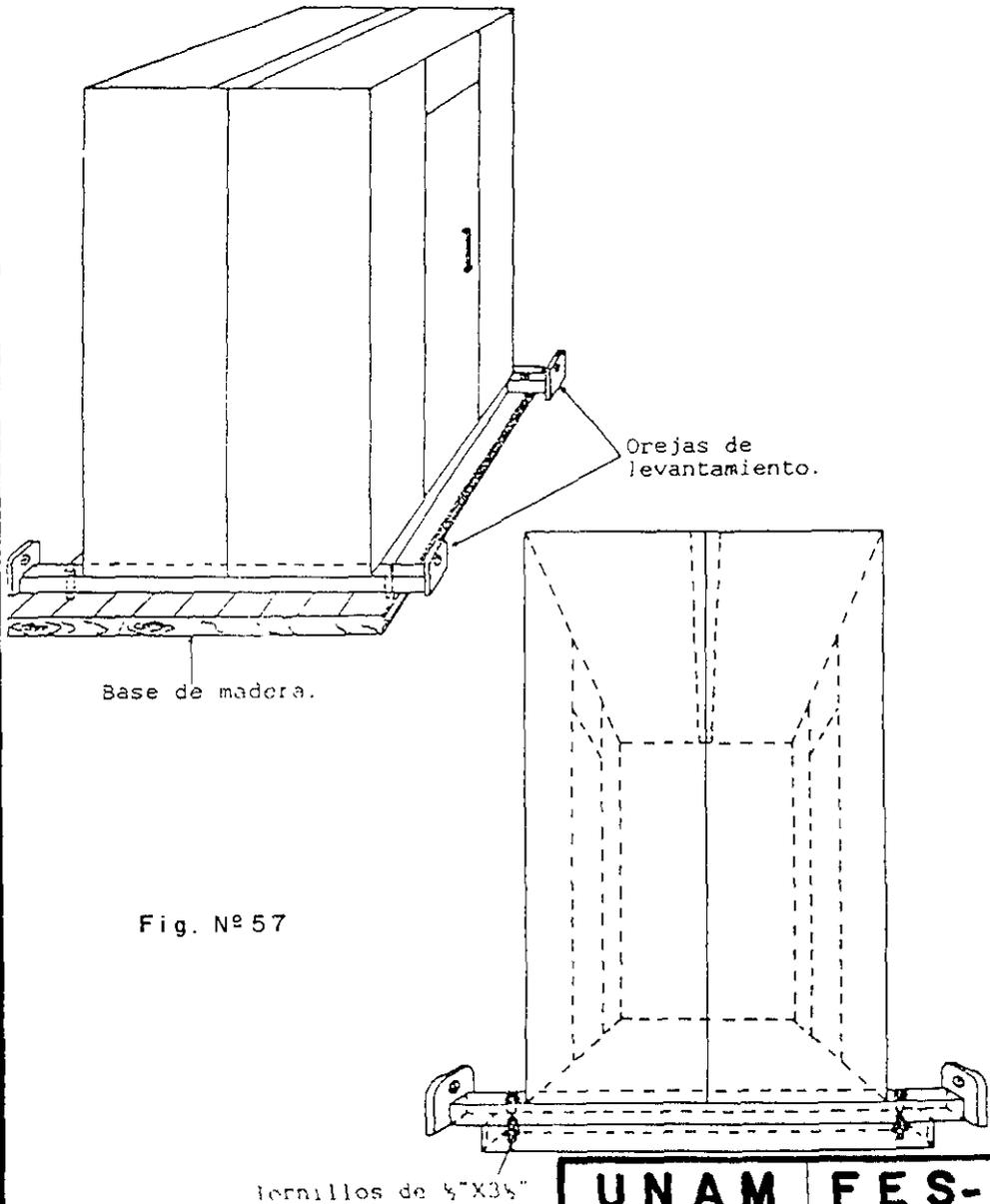
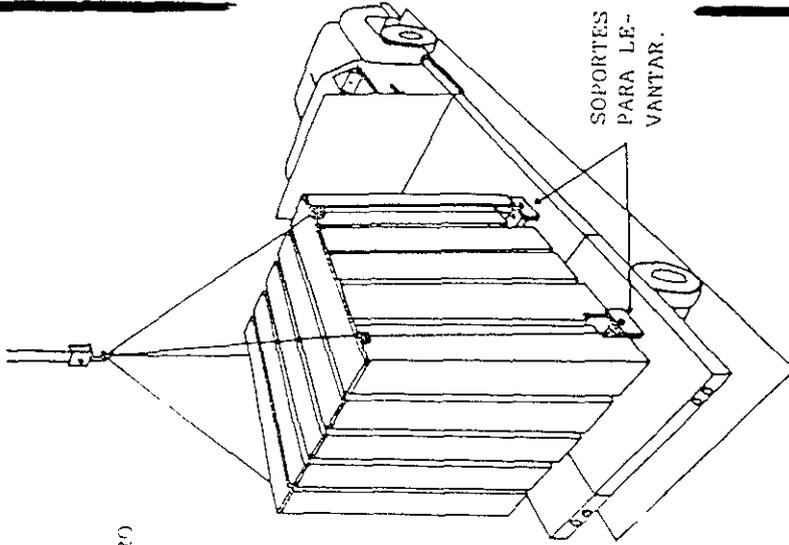


Fig. N° 57

UNAM	FES-C
-------------	--------------

BASE PARA EMBARQUE Y LEVANTAMIENTO DE UN TABLERO DUPLEX.



SOPORTES
PARA LE-
VANTAR.

TABLERO

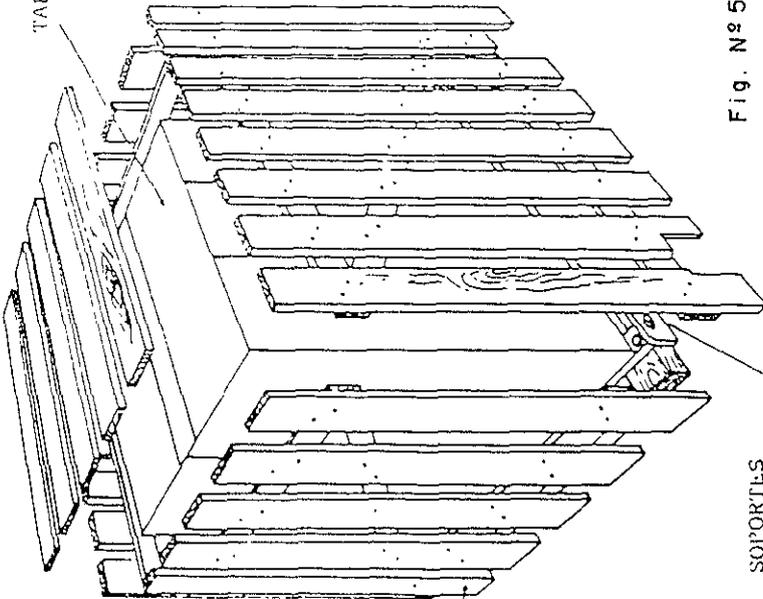


Fig. N° 58

SOPORTES
PARA LE-
VANTAR.

EMPAQUE DE
MADERA

UNAM	FES-C
EMBALAJE DE UN TABLERO DUPLEX	

C O N C L U S I O N E S

1. El proceso de fabricación de tableros de control, protección y medición es el mismo cuando se utilizan relevadores, equipo de medición y control digitales.
2. Las especificaciones dadas en este trabajo son unicamente para relevadores electromagnéticos; para la utilización de relevadores en estado sólido, se deberán tomar en cuenta especificaciones que minimicen problemas como interferencias electromagnéticas transitorios en los sistemas de control y protección.
3. Los esquemas mostrados en el capítulo II han resultado confiables en el sistema central de luz y fuerza, tomando como referencia el disparo mínimo de interruptores para aislar la falla. El tiempo de reposición de una línea ó alimentador debe de estar coordinado para garantizar la estabilidad del sistema y la continuidad del servicio.
4. Las hojas de alambrado ayudan a conectar el tablero con mayor rapidez, reduciendo costos de operación, pero tiene la desventaja de robotizar al operario ya que no observa la conexión de los diferentes circuitos.
5. Los grupos de perforación representan una gran ventaja, ya que reducen tiempos y costos de operación.
6. La nomenclatura actualmente esta normalizada en tamaño y material utilizado, obteniendo con esto que los cambios que se presenten sean mínimos.
7. Se han mencionado en una forma general las pruebas básicas que requiere un tablero de control, protección y medición, antes de entrar en funcionamiento en la subestación eléctrica.
Es importante mencionar que básicamente se prueban los circuitos y no los esquemas en sí, ya que la verificación de los mismos de acuerdo a sus características de curvas y tiempos de operación, ajustes, etc., deberán hacerse mediante técnicas de laboratorio e instrumentos patrones.

B I B L I O G R A F I A

- MANUAL DE DISEÑO DE SUBESTACIONES
Gerencia de Planeación e Ingeniería
Luz y Fuerza del Centro.
- INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
Pedro Camarena
Editorial CECSA
- ESPECIFICACIONES DE RELEVADORES DE PROTECCION, CONMUTADORES
PARA CONTROL Y LAMPARAS INDICADORAS
Luz y Fuerza del Centro.
- FILOSOFIA GENERAL DE DISEÑO Y SELECCION DEL ESQUEMA DE RESPALDO
LOCAL EN EL SISTEMA NACIONAL DE 230 y 400 KV.
Ing. Salvador Hernández G.
Ingeniería Eléctrica Luz y Fuerza del Centro.
- REDES ELECTRICAS
Ing. Jacinto Viqueira Landa
Representaciones y servicios de Ingeniería.
- OPERACION, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE RELEVADORES DE
PROTECCION.
Ing. Francisco Tovar Sánchez
Ing. Ruben Sánchez Morales
Luz y Fuerza del Centro.
- DISEÑO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS Y SU CONTROL.
Ing. Jose Raull Martín
M'graw Hill
- EL ARTE Y LA CIENCIA DE LA PROTECCION POR RELEVADORES
C. Russell Mason
Editorial CECSA
- NORMAS PARA LA FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL,
PROTECCION Y MEDICION.
Luz y Fuerza del Centro.
- DIFERENTES SISTEMAS DE PROTECCION
Ing. Marino Cuevas M.
Laboratorio de Luz y Fuerza del Centro.