

41126
97



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGÓN"

"NORMALIZACIÓN DE LA PLANTA CENTRAL TERMOELÉCTRICA "VALLE DE MÉXICO", BAJO LAS CONSIDERACIONES DE LA NORMA ISO-9002 EN EL ÁREA DE CONTROL ELÉCTRICO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA
(ÁREA ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA)
P R E S E N T A :
JUAN CARLOS RÍOS HERRERA

ASESOR:
ING. ABEL VERDE CRUZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MÉXICO

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

POR HABERME PERMITIDO CUMPLIR UNA ETAPA MÁS DE MI VIDA Y POR ILUMINAR SIEMPRE MI CAMINO.

A MIS PADRES:

GRACIAS POR DARME LA VIDA, POR OFRECERME LA OPORTUNIDAD DE REALIZARME COMO HOMBRE Y COMO PERSONA, PORQUE SIEMPRE ESTUVIERON CONMIGO PARA APOYARME EN LOS BUENOS Y MALOS RATOS QUE PASE, POR BRINDARME INCONDICIONALMENTE SU RESPALDO PARA MI FORMACIÓN PERSONAL Y ACADÉMICA, Y POR SER LOS MEJORES PADRES DEL MUNDO.

A MI ESPOSA:

GRACIAS POR TU MOTIVACIÓN, TU COMPRENSIÓN, TU PREOCUPACIÓN, POR ESTAR CONMIGO CUANDO LO HE NECESITADO, POR LAS NOCHES EN VELA, POR TU CARINO Y AMOR QUE SIEMPRE ME HAS DEMOSTRADO, Y PORQUE SIN TI EL LOGRO NO SE HUBIERA CUMPLIDO, MIL GRACIAS POR TODO.

A MI HERMANA:

POR SER UNA EXCELENTE HERMANA, POR EL APOYO QUE SIEMPRE HAS DEMOSTRADO CON MIS PADRES Y PORQUE SÉ QUE TU DE IGUAL MANERA CUMPLIRÁS TODAS TUS METAS.

A MI ASESOR:

A LA GRAN DEDICACIÓN Y PROFESIONALISMO QUE DEMUESTRA COMO CATEDRÁTICO, Y AL APOYO QUE ME BRINDO DESINTERESADAMENTE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

PAG.

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVO.....	5
CAP. I CONSIDERACIONES GENERALES.....	6
1.1 Conceptos Generales.....	6
1.1.1 El Atomo y la Electricidad.....	6
1.1.2 Componentes Fundamentales de un Circuito Eléctrico.....	6
1.1.3 Términos Eléctricos Fundamentales.....	7
CAP. II PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA.....	10
2.1 ¿Qué es una Central de Generación Termoeléctrica?.....	10
2.2 Central Termoeléctrica "Valle de México".....	11
2.2.1 Localización de la Central Termoeléctrica "Valle de México".....	11
2.2.2 Sistema Eléctrico Nacional.....	12
2.2.3 Descripción de la Planta.....	13
2.2.3.1 Casa de Máquinas.....	14
2.2.3.2 Cuarto de Control.....	14
2.2.4 El Generador Eléctrico y sus Auxiliares.....	15
2.2.4.1 Partes Principales de Generador Eléctrico.....	15
2.2.4.2 Principio de Funcionamiento del Generador Eléctrico.....	16
2.2.4.3 Sistemas de Excitación.....	16
2.2.4.4 Operación del Generador Eléctrico (Excitación y Sincronización).....	17
2.2.4.5 Sistemas de Enfriamiento.....	18
2.2.4.5.1 Sistema de Hidrógeno.....	18
2.2.4.5.2 Sistema de Enfriamiento del Estator.....	18
2.2.4.6 Sistema de Aceite de Sellos.....	19
2.2.5 Transmisión de Potencia.....	20
2.2.6 Rendimiento de una Central Termoeléctrica.....	20
2.2.7 Descripción del Equipo de una Central Termoeléctrica.....	21
2.2.7.1 Ventiladores.....	22
2.2.7.2 Bombas.....	22
2.2.8 Descripción del Sistema Eléctrico.....	23
2.2.8.1 Subestación de 400kV.....	23
2.2.8.2 Interruptores de 400kV.....	24
2.2.8.3 Cuchillas de 400kV.....	25
2.2.8.4 Sección de 6.9kV.....	26
2.2.8.4.1 Transformadores Principales.....	26
2.2.8.4.2 Transformador de Arranque.....	27
2.2.8.4.3 Transformador Principal.....	27
2.2.8.4.4 Transformadores Auxiliares.....	28
2.2.8.4.5 Tableros de 6.9kV.....	28
2.2.8.4.6 Interruptores de 6.9kV.....	29
2.2.8.5 Sección de 480kV.....	29
2.2.8.5.1 Transformadores de 6.9kV/480V.....	30
2.2.8.5.2 Subestaciones Unitarias de 480V.....	30
2.2.8.5.3 Interruptores de 480V.....	31
2.2.8.5.4 Centro de Control de Motores (C.C.M.).....	31
2.2.8.6 C.C.M. 2C3 de Esenciales.....	31
2.2.8.7 Planta Diesel de Emergencia.....	32
2.2.8.8 Sistema de Corriente Directa.....	32
2.2.8.9 Cargador de Baterías.....	32
CAP. III ELEMENTOS DE CONTROL ELÉCTRICO.....	33
3.1 Relevadores de Protección.....	33
3.1.1 Clasificación de los Relevadores.....	33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE**PAG.**

3.1.2 Relevadores de Sobrecorriente.....	35
3.1.2.1 Relevador de Sobrecorriente de Acción Instantánea (50).....	35
3.1.2.2 Relevador de Sobrecorriente de Tiempo Inverso (51).....	36
3.1.3 Aplicación de Relevadores de Protección.....	37
3.2 Relevadores Diferenciales.....	38
3.3 Relevadores de Distancia.....	39
3.4 Relevadores Digitales.....	40
3.5 Relevadores Instalados en el Transformador de Potencia.....	40
3.5.1 Relevador Buchholz.....	40
3.5.2 Relevador de Sobrepresión.....	42
3.5.3 Relevador de Temperatura.....	42
CAP. IV INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO IMP'S	43
4.1 Formato de Programación y Condiciones Requeridas para el Mantenimiento del Equipo.....	43
4.2 Motor de 4160V Ventilador Tiro Forzado Caldera.....	43
4.2.1 Revisión Parcial.....	43
4.2.2 Revisión General del Motor.....	44
4.3 Motor de 440V, 75 Hp y Mayores.....	45
4.3.1 Revisión General del Motor.....	45
4.4 Motor de 440V, Mayores de 10Hp y Menores de 75 Hp.....	45
4.4.1 Revisión General del Motor.....	45
4.5 Motores de 440V 10Hp y Menores.....	46
4.5.1 Revisión General del Motor.....	46
4.6 Motores de Corriente Directa.....	47
4.6.1 Revisión Parcial del Motor.....	47
4.6.2 Revisión General del Motor.....	47
4.7 Actuador Eléctrico-Válvula Electromática.....	48
4.7.1 Revisión General.....	48
4.8 Actuador Eléctrico Válvulas Motorizadas Limitorque.....	48
4.8.1 Revisión General.....	48
4.9 Tableros Blindados de 4160V.....	49
4.9.1 Revisión General.....	49
4.10 Tableros Blindados de 480V.....	49
4.10.1 Revisión General.....	49
4.11 Centro de Control de Motores (CCM) 440V.....	50
4.11.1 Revisión General.....	50
4.12 Interruptor Electromecánico en Aire para 480.....	50
4.12.1 Revisión General.....	50
4.13 Interruptor de Campo del Generador.....	51
4.13.1 Revisión General.....	51
4.14 Interruptor de Transferencia, Dos tiros, para Sistema C.D.....	52
4.14.1 Revisión General.....	52
4.15 Generador Eléctrico Enfriado con Agua e Hidrógeno.....	53
4.15.1 Revisión Parcial.....	53
4.16 Generador Eléctrico Enfriado con Agua e Hidrógeno.....	54
4.16.1 Revisión General.....	54
4.17 Portaescobillas de Generador Eléctrico.....	55
4.17.1 Revisión Parcial.....	55
4.18 Inversor.....	56
4.18.1 Revisión General.....	56
4.19 Transformador Tipo Seco.....	56
4.19.1 Revisión General.....	56
4.20 Generador Diesel de Emergencia.....	57

INDICE**PAG.**

4.20.1 Revisión General.....	57
4.21 Sistema Eléctrico Diesel de Emergencia.....	57
4.22 Inversor Estático Solar Basic.....	58
4.22.1 Revisión General.....	58
4.23 Procedimiento para la Inspección y Revisión a Cubículo de Tiristores (A,B,C).....	58
4.23.1 Revisión General.....	59
4.24 Cubículo de Excitación Inicial.....	59
4.24.1 Revisión General.....	60
4.25 Cubículo de Potenciales y Protecciones.....	60
4.25.1 Revisión General.....	60
4.26 Tableros Duplex o de Relés de Protección.....	60
4.26.1 Revisión General.....	61
4.27 Cargadores de Baterías 250 VCD tipo Duplex.....	61
4.27.1 Revisión General.....	62
CAP. V APLICACIÓN DE LA NORMA ISO-9002.....	62
5.1 ¿Qué es una Norma? ¿Para qué sirve?.....	62
5.1.1 ¿Quién Elabora las Normas?.....	62
5.1.2 Vocabulario.....	65
5.2 Historia y Desarrollo del ISO-9000.....	67
5.3 ¿Qué es un sistema de Calidad.....	67
5.4 ¿Cómo están integradas las Normas.....	68
5.4.1 Elementos que Contienen las Normas Certificables.....	69
5.5 La Norma ISO-9002.....	69
5.5.1 Elementos del Sistema de Calidad ISO-9002.....	77
5.5.2 Beneficios que Genera el Implantar un Sistema de Aseguramiento de Calidad.....	77
5.6 Aplicación de la Norma en la C.T.V.M.....	80
CONCLUSIONES.....	81
BIBLIOGRAFIA.....	81
ANEXOS.....	82

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de la historia de la energía eléctrica, el mantenimiento a los equipos ha sido una parte fundamental para el mejor funcionamiento de estos, ya que sin una buena planeación, un buen control y un mantenimiento en tiempo y forma, sería muy difícil que los equipos tuvieran una vida de larga duración.

Día con día el hombre se ha preocupado por mantener en óptimas condiciones sus equipos de trabajo, pero sin llevar un procedimiento que sea estándar para todos los equipos con las mismas características, y esto se da basado en normas, por ejemplo, si un hombre de Francia le da un mantenimiento preventivo a cierta maquina y otro hombre de México le da de igual manera un mantenimiento a una máquina con las mismas características que la de Francia, el procedimiento a seguir para el mantenimiento será el mismo para ambos equipos, sin embargo en la actualidad para que pueda existir un mantenimiento de calidad debe cumplir con ciertas características que nos dan las normas ISO-9002 que son verificadas por empresas privadas.

Existen dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo (general), el primero de estos se refiere a la revisión y limpieza de todas las partes que integran al equipo superficialmente, si es necesario cambiar alguna de sus partes será lo más mínimo que se pueda, y como su nombre lo dice el objetivo es prever al máximo el paro o fuera del equipo, este tipo de mantenimiento es muy frecuente, por lo que es muy importante su realización para hacer más larga y útil la vida de los equipos, evitando así gastos innecesarios, accidentes y no llegar al mantenimiento correctivo.

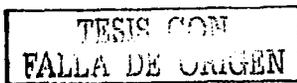
El mantenimiento correctivo (general): su objetivo es revisar, limpiar detalladamente las partes del equipo y cambiarlas según sea el caso, este mantenimiento se hace con el paro del equipo, y puede durar muchos días, de igual manera es muy importante realizarlo para evitar la descompostura total del equipo.

Esta tesis como lo dice su nombre está enfocada al mantenimiento de los equipos de control eléctrico en la central termoeléctrica "Valle de México" basado en las normas de calidad ISO-9002.

En el primer capítulo se mencionan conceptos generales de la electricidad, circuito eléctrico y los términos fundamentales eléctricos como lo son el voltaje, la corriente, la potencia, la energía eléctrica etc.

El segundo capítulo tratará el tema de la producción de la energía eléctrica en una central termoeléctrica, en particular de la central "Valle de México", desde la localización hasta la descripción de la planta en cuestión eléctrica y la transmisión.

En el tercer capítulo se estudiarán los elementos de control eléctrico de la planta, describiendo las características de cada relevador por tipo, por función y por principio de operación.



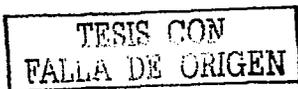
El cuarto capítulo describe el procedimiento para realizar un mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso bajo las consideraciones de la norma ISO-9002, tomando en cuenta el tiempo de duración del mantenimiento, la situación de la unidad, situación del equipo y el permiso de operación.

Por último, el quinto capítulo da una descripción de qué son las normas, para qué sirven, quién las elabora; y la aplicación de la norma de calidad ISO-9002.

Deseo que esta tesis sea de gran utilidad a toda persona que esté interesada en el estudio de la producción de energía eléctrica, así como también dar a conocer a los estudiantes del área eléctrica o afín, los procedimientos a seguir para un mantenimiento tanto preventivo como correctivo de una central termoeléctrica (en el área de control eléctrico), bajo las consideraciones de la norma de calidad ISO-9002.

OBJETIVO

El objetivo es analizar si los procedimientos que se siguen para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos en el área de control eléctrico de la Central Termoeléctrica "Valle de México", cumplen las consideraciones que marca la norma de calidad ISO-9002.



CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES GENERALES.

1.1 Conceptos Generales.

1.1.1 El Átomo y la Electricidad.

El átomo es la partícula más pequeña a la que se puede reducir un elemento y que conserva las propiedades de ese elemento. Cada uno contiene un núcleo que tiene una cantidad de carga positiva que se debe a las partículas llamadas protones. Girando en órbita alrededor del núcleo se encuentran los electrones cargados negativamente. En condiciones normales el número de protones es igual al de electrones por lo cual el átomo es eléctricamente neutro.

La electricidad se produce cuando ha habido un movimiento de electrones, alterándose su cantidad en el átomo. Los electrones de la última capa se pueden liberar fácilmente, denominándose electrones libres. Cuando el átomo ha perdido o ganado electrones se dice que queda cargado positiva o negativamente. Al cargarse eléctricamente un átomo se dice que hay "electricidad estática" (o sin movimiento); sin embargo cuando los electrones están moviéndose, existe "electricidad dinámica".

1.1.2 Componentes Fundamentales de un Circuito Eléctrico.

La electricidad se produce cuando los electrones se liberan de sus átomos, formando una corriente cuando éstos se mueven en la misma dirección, describiendo una trayectoria bien definida "circuito eléctrico".

El circuito eléctrico consta de los siguientes elementos fundamentales:

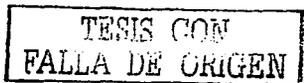
- Fuentes de energía eléctrica.
- Conductores.
- Equipo de control (interruptor).
- Aparatos de consumo eléctrico (cargas).

Fuentes de Energía: Existen varios tipos de fuentes eléctricas, sin embargo las más comunes son: el acumulador, las baterías y el generador de corriente.

Conductores: Son los que proporcionan la trayectoria que debe seguir la energía eléctrica. Los elementos mejores conductores son: cobre, aluminio, plata y oro. Y por su menor costo los elementos más utilizados son el cobre y el aluminio.

Equipo de Control (Interruptor): Son los equipos destinados a abrir y cerrar el circuito eléctrico según se necesite cortar o iniciar el flujo de electrones.

Cargas o Aparatos de Consumo Eléctrico: Son los dispositivos que aprovechan la energía eléctrica para obtener alguna función: lámparas de alumbrado, motores, ventiladores etc.



1.1.3 Términos Eléctricos Fundamentales.

- Intensidad de Corriente.
- Voltaje.
- Resistencia.
- Trabajo.
- Potencia Eléctrica.
- Energía Eléctrica.
- Factor de Potencia.
- Campo magnético.

Corriente Eléctrica: Es un movimiento de electrones a través de un conductor. La intensidad de corriente puede ser fuerte o débil, según la cantidad de electrones que pase por una sección del conductor en cada unidad de tiempo. La unidad de corriente es el Ampere (Amp.).

Diferencia de Potencial, Fuerza Electromotriz o Voltaje. Es la diferencia de potencial o fuerza que ocasiona el movimiento de electrones en un circuito eléctrico, la cual es producida por una fuente de energía o un generador eléctrico intercalado en un circuito eléctrico. La unidad del voltaje es el (volt), cuando se refiere a las altas tensiones de las centrales térmicas, líneas de transmisión y distribución se emplea una unidad mayor denominada (Kilovolt).

1 Kilovolt (KV) = 1,000 Volts.

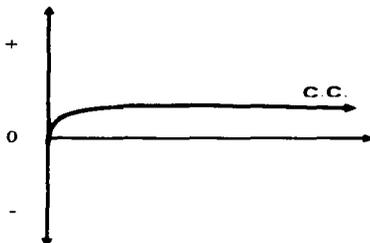
Resistencia: Depende de la facilidad que ofrece el conductor al paso de los electrones. Un alambre delgado presenta mayor resistencia que uno grueso, y un alambre corto ofrece menor resistencia que otro largo. Si los alambres son del mismo diámetro y longitud, pero de diferentes metales, sus resistencias tampoco son iguales, por ejemplo, el cobre, debido a su baja resistencia y costo, se prefiere en los circuitos eléctricos en lugar de otros metales que tienen mayor resistencia. La unidad de medida es (Ohms).

MAGNITUD	SIMBOLO	UNIDAD	APARATO
Intensidad ó Corriente	I	Ampere A miliampere mA microampere uA	Amperímetro
Diferencia de potencial ó Fuerza Electromotriz ó Voltaje	V	Volts V milivolts mV microvolt uV	Voltímetro
Resistencia	R	Ohm miliohm m microhm u	Ohmetro

Existen dos tipos de Corrientes:

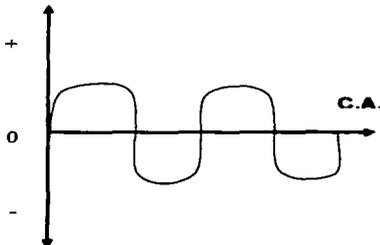
Corriente Continua: Esta corriente se caracteriza por que el flujo de electrones (corriente eléctrica) es siempre en un mismo sentido. Las fuentes más comunes de corriente continua son: las baterías y las pilas.

Características: Siempre se desplaza en la misma dirección, la corriente continua está representada por los electrones, o la recta que e indica el sentido o intensidad constante.



Corriente Alterna: Se produce si el sentido en que se mueven los electrones cambia un número determinado de veces por segundo. Este tipo de corriente se produce mediante generadores y la frecuencia utilizada en nuestro país es de 60 ciclos por segundo, es decir, 60 veces en un segundo cambia el sentido del flujo.

Características: Se esta cambiando o invirtiendo continuamente la polaridad (60 ciclo/seg.), la corriente circulara en un sentido y después en otro, la corriente que maneja la red de transmisión nacional, se produce al rotar una bobina dentro de un campo magnético, la corriente alterna varía su sentido e intensidad.



Trabajo: Es cuando una fuerza provoca un movimiento en un objeto (trabajo = fuerza x distancia). La unidad de medición del trabajo es el kilogramo-metro (kg-m).

Potencia Eléctrica: Es el trabajo que se realiza en un periodo de tiempo. Se dice que existe mucha potencia cuando el trabajo se realiza con bastante rapidez. La unidad de potencia eléctrica se denomina "Watts" y ocurre cuando en un circuito eléctrico existe una diferencia de voltaje de 1 volt y circule una corriente de 1 ampere. La unidad (Watt) es muy pequeña para ser utilizada en la generación de potencia en centrales, por lo cual se utilizan las siguientes unidades:

Para calcular la potencia, la formula es: Potencia = Voltaje x Corriente $P = V I$

Si tanto el voltaje como la corriente son periódicas con respecto al tiempo, el promedio con respecto al tiempo de la potencia instantánea, tomado sobre un número entero de periodos es la "Potencia Activa" y su unidad de medida es el Watts.

Mientras que cuando el voltaje y la corriente son funciones senoidales del tiempo el producto del valor rms del voltaje y el valor rms de la corriente se llama "Potencia Aparente" y su unidad de medida el volt-ampere.

Energía Eléctrica: La energía eléctrica (E) viene siendo la potencia real consumida en un circuito durante un periodo de tiempo definido. Su unidad es el (watt-hora) W-h.

Factor de Potencia: Es la relación entre la potencia activa (watts) y la potencia aparente suministrada en volt-ampere.

Campo Magnético: Es el espacio que rodea a un imán y en el cual se ejerce su acción magnética (capacidad para atraer cuerpos de material de hierro). El campo magnético está constituido por un conjunto de líneas de fuerza que se extienden en el espacio alrededor del imán con orientación del polo norte al polo sur. Estas líneas de fuerza tienen una trayectoria bien definida y se van apartando al alejarse del imán. Cuanto más cercanas sean las líneas de fuerza y sea mayor el número de ellas, más intenso será el campo magnético.

CAPÍTULO II. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA.

2.1 ¿Qué es una Central de Generación Termoeléctrica?

Una central de generación es una instalación cuyo objetivo es producir energía eléctrica. La energía eléctrica se produce como resultado de una serie de transformaciones de energía. La central debe contar con alguna forma de energía disponible ya sea combustible, agua de una presa, vapor del subsuelo, etc., a partir de la cual se realizan todas las transformaciones necesarias hasta llegar finalmente a la energía eléctrica.

Existen diversos tipos de centrales de generación, la diferencia entre los tipos de centrales, está en la forma en que se encuentra la energía disponible y en las transformaciones que se deben efectuar. Por supuesto, el equipo y los dispositivos necesarios también son diferentes según el tipo de central.

Una central termoeléctrica es un medio para convertir la energía química del combustible en energía eléctrica. Consiste básicamente de una caldera y una turbina que mueve a un generador eléctrico. La caldera es un dispositivo que convierte el agua en vapor. Este vapor es usado para hacer girar el aspa de una turbina, la cual moverá a su vez el generador eléctrico. La turbina como una pequeña hélice o rehilete y al generador eléctrico como un imán que gira dentro de una estructura cilíndrica en la cual se enrolla un alambre conductor de la electricidad que se produce.

En una central termoeléctrica son 4 las transformaciones de energía que se efectúan. La fuente de energía es un combustible según su composición química y se libera haciendo que se produzca una reacción química que en este caso es la combustión.

- a) Al producirse la combustión, en el hogar del generador de vapor, ya se tiene la primera transformación de energía, es decir, que la energía química del combustible se transforma en calor (energía calorífica) en la flama y en los gases calientes de la combustión.
- b) Si la energía calorífica de los gases se emplea para calentar agua y producir vapor, ya se tiene otra transformación de energía. Los gases ceden parte de su energía al vapor, teniéndose ahora vapor con energía que se llamará (térmica), esto con el fin de diferenciar el término de energía calorífica asignado a los gases calientes.
- c) La energía térmica del vapor se transforma en (energía mecánica) en una turbina de vapor con lo que se tienen otra transformación de energía.
- d) Finalmente, si la turbina está unida a un generador eléctrico, se tiene la última transformación de la energía y se llega al objetivo: la producción de (energía eléctrica).

En el caso de estas centrales termoeléctricas el agua que ya trabajo en la turbina se condensa, lo que permite aprovechar más energía y recuperar el agua para alimentar de nuevo al generador de vapor. La condensación del vapor se efectúa en el condensador, el cual está formado por una cámara de tubos y por el interior de estos circula el agua necesaria para el enfriamiento del vapor; el vapor al hacer contacto con la parte exterior de los tubos se condensa, formándose gotas que se precipitan a la parte inferior del condensador.

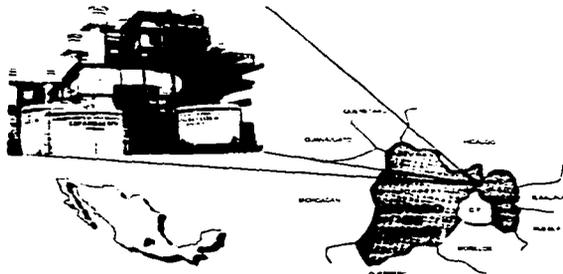
El agua recolectada se envía nuevamente al generador de vapor a través de dos etapas las cuales se conocen como sistema de condensado y sistema de agua de alimentación, los cuales tienen la función de abastecer al generador de vapor continuamente y hacer frente a las variaciones en la demanda de agua del mismo

2.2 Central Termoeléctrica "Valle de México".

2.2.1 Localización de la Termoeléctrica "Valle de México".

La Central Termoeléctrica Valle de México, pertenece a la Comisión Federal de Electricidad y forma parte de la Subgerencia Regional de Generación Termoeléctrica Central, integrada a su vez por las Centrales Termoeléctricas de Celaya, Salamanca, así como las de Ciclo Combinado Tula y el Sauz.

La Central Termoeléctrica "Valle de México se encuentra ubicada al Norte de la Ciudad de México, en el Km. 38.0 de la carretera Transmetropolitana, tramo San Bernardino-Guadalupe Victoria, en el municipio de Acolman, Estado de México: sobre una superficie de 24.6 hectáreas y una altura de 2,283 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son 19° 37' 02' latitud Norte y 98° 58' 51' longitud Oeste.



2.2.2 Sistema Eléctrico Nacional.

El Sistema Eléctrico Nacional está integrado por áreas que enlazan a las centrales, generadoras con los centros de consumo.

La Central Termoeléctrica "Valle de México" es una de las principales fuentes de generación de energía del país y forma parte del Sistema Interconectado Nacional integrándose a este con las líneas de transmisión de 230kV a través de las líneas Capital 1 y 2, México 1 y 2, Oriente 1 y 2, Ecatepec 1 y 2, Mazatepec e Ixtapan (las cuales son operadas por Cía. de Luz y Fuerza), así como las líneas de transmisión Texcoco y La Manga, que se operan desde la sala de control de esta Central, aporta el 2.41% de la energía eléctrica a nivel nacional.

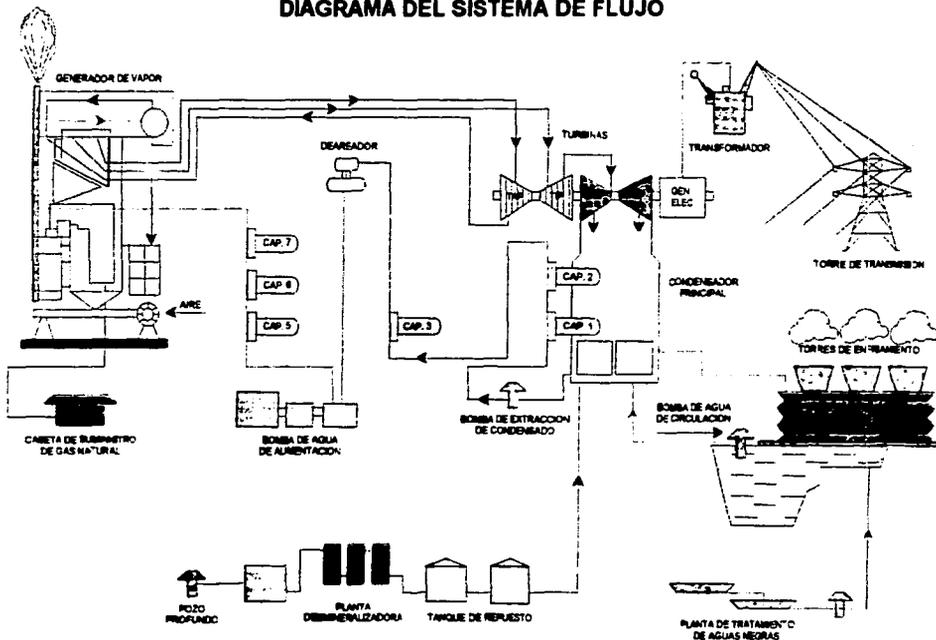
El diseño de los sistemas eléctricos en la central contempla la interacción de apoyos recíprocos con el Sistema Interconectado Nacional de tal manera que éste responda oportuna y eficazmente a una gran variedad de requerimientos en la red, tales como variaciones de tensión, frecuencia o carga y enlaces de circuitos entre otros; pudiendo ser permanentes, transitorios o de emergencia.



2.2.3 Descripción de la Planta.

La Central con capacidad instalada de 766MW, cuenta con 4 unidades generadoras; la Unidad No. 1 con una capacidad de 150 MW, fue la primer unidad que se instaló en el país con Ciclo Rankine Regenerativo y un recalentamiento intermedio de vapor, las Unidades 2 y 3 son de una capacidad de 158 MW y la Unidad número 4 de 300 MW, que se constituyó para ser la primer unidad generadora con esta capacidad instalada en el país, siendo esta última la unidad a analizar.

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE FLUJO



2.2.3.1 Casa de Máquinas.

La casa de máquinas es el edificio que aloja a los turbogeneradores y sus equipos auxiliares. Es una nave completamente cubierta por techumbre, con muros de lámina y con grandes ventanales en la parte Norte; y esta diseñada para resistir la carga e izaje de una grúa viajera de 140,000 Kg. de capacidad.



2.2.3.2 Cuarto de Control.

En la sección centro-sur del nivel de operación en la casa de máquinas, se ubica la sala de control, conocido también como (BTG), en la cual, cada una de las unidades generadoras cuenta con un tablero en el que se efectúan las actividades del control operativo de las variables del proceso; así como la supervisión, monitoreo, arranque y paro de los equipos principales y auxiliares.



2.2.4 El Generador Eléctrico y sus Auxiliares.

El generador eléctrico es una máquina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica en base al fenómeno de inducción electromagnética. Cuando se coloca una pieza de hierro desmagnetizada dentro de una bobina de alambre y se conecta el alambre de la bobina a una batería, la corriente eléctrica produce un campo magnético que magnetiza el hierro. A este se le llama electroimán, así, cuanto más corriente pase por la bobina más intenso será el campo magnético que rodea al hierro. Existen leyes específicas que rigen los efectos magnéticos, estas leyes son las de atracción y repulsión: polos iguales se repelen, polos distintos se atraen.

El generador eléctrico cuenta con varios equipos y sistemas los cuales son muy importantes para una operación adecuada y segura. Estos son:

- Sistema de Excitación.
- Sistema de Protecciones.
- Sistema de Enfriamiento.
- Sistema de Aceite de Sellos.
- Sistema de Agua de Enfriamiento del Estator
- Sistema de Hidrogeno y CO₂.

2.2.4.1 Partes Principales del Generador Eléctrico.

Está constituido fundamentalmente por el rotor, el estator y la carcasa.

El Estator: Está formado por una serie de láminas de acero circulares recubiertas de un barniz aislante, las cuales están ranuradas en su interior. Dentro de esas ranuras se alojan las bobinas del estator. Las láminas en conjunto son conocidas como núcleo del estator. Las bobinas del estator están formadas por una serie de barras que se conectan en los extremos para crear las fases del generador. Las barras son de cobre y están huecas en su interior.

Los extremos de las barras se unen por medio de conectores especiales los cuales cuentan además con las conexiones para el suministro de agua desionizada al interior de los conductores para su enfriamiento.

El Rotor: Está formado por un núcleo laminado de forma cilíndrica con ranuras longitudinales, dentro de las cuales están colocadas las bobinas de campo. Las bobinas están conectadas en serie, para formar un solo circuito, de manera que al circular la corriente de excitación se forman dos polos magnéticos.

2.2.4.2 Principio de Funcionamiento del Generador Eléctrico.

El funcionamiento del generador eléctrico se basa en el siguiente principio: siempre que exista un movimiento relativo entre un campo magnético y un conductor, de modo que las líneas del campo magnético sean cortadas por el conductor, se originará un voltaje en las terminales de este último.

En el caso del generador eléctrico, el rotor forma un campo magnético al fluir por él una corriente directa. Este campo magnético llega hasta las bobinas del estator (conductores). El movimiento relativo entre el campo magnético y las bobinas del estator proporcionan el giro del rotor a 3600 rpm, el cual es accionado por la turbina. Así se genera un voltaje en el estator, que puede utilizarse para alimentar equipos eléctricos.

2.2.4.3 Sistema de Excitación.

Es necesario que el rotor del generador forme un campo magnético, el cual al girar será cortado por las bobinas del estator. El rotor está formado por un embobinado conocido como devanados de campo, ya que al suministrársele una corriente directa, forma un campo magnético.

La función del sistema de excitación es proporcionar la corriente directa para los devanados de campo. Además, el sistema de excitación debe mantener constante el voltaje del generador y ayudar a mantener la estabilidad del sistema. El sistema de excitación está formado por componentes coordinados mecánica y eléctricamente, los cuales son los siguientes:

- Fuente de alimentación.
- Rectificación.
- Sistemas de enfriamiento.
- Sistema de control.
- Circuitos de protección.

Fuente de Alimentación: El sistema de excitación debe cumplir con los requerimientos de excitación del generador, por lo tanto, debe contar con una fuente de alimentación confiable. En este caso, se cuenta con dos fuentes de alimentación: un banco de baterías que proporciona corriente directa para la excitación inicial, y un transformador de excitación, que está conectado de la salida del propio generador.

Rectificación: Comúnmente, las fuentes de alimentación para los sistemas de excitación producen corriente alterna, por lo que es necesario rectificarla, es decir, convertirla en corriente directa. Esto se lleva a cabo utilizando unos rectificadores conocidos como "tiristores".

Sistemas de Enfriamiento: El aire era el medio más común para proporcionar enfriamiento a los componentes del sistema de excitación. Éste se sigue utilizando para enfriar rectificadores (por medio de ventiladores), pero para dar enfriamiento a los devanados del rotor, la tendencia general es utilizar gas hidrógeno, por su mayor capacidad para absorber el calor y por ser menos denso que el aire.

Sistema de Control: Uno de los requerimientos básicos de calidad de todo sistema de potencia es suministrar a los consumidores un voltaje constante y en su valor nominal en todo momento.

La corriente de campo que se necesita para producir un voltaje constante en las terminales del generador, varía en un rango amplio al variar la carga de la unidad o el factor de potencia. Así, resulta necesario efectuar ajustes sobre la corriente de campo, ya sea manualmente por el operador, o automáticamente por el Regulador Automático de Voltaje (AVR).

Circuitos de Protección: Los circuitos de protección en el sistema de excitación, sirven como reguladores, limitadores y desarrollan funciones de protección. La coordinación apropiada de estos circuitos con los relevadores de protección, permitirá una respuesta rápida del generador y del sistema de excitación tanto en situación normal como en emergencias. Cuando ocurre alguna situación de falla en el generador, se hace necesario quitar inmediatamente la excitación, para minimizar el daño, protegiendo al generador.

2.2.4.4 Operación del Generador Eléctrico (Excitación y Sincronización).

La excitación consiste en suministrar una corriente directa a los devanados del rotor para que forme un campo magnético. Para realizarla es necesario que el turbo grupo esté girando a su velocidad nominal (en este caso 3600rpm).

Los pasos a seguir para excitar al generador son los siguientes:

- a) Restablecer relevador 86.
- b) Cerrar interruptor de campo.
- c) Supervisar que el voltaje del generador suba a 16Kv automáticamente.
- d) Llevar el voltaje del generador a 18Kv manualmente.
- e) Eliminar desviación en el AVR moviendo el punto de ajuste, y pasarlo a automático.
- f) Ajustar el voltaje de salida del generador a 20Kv moviendo el punto de ajuste del AVR.

Una vez que se tiene el voltaje en el generador se procede a efectuar la sincronización. Esta consiste en cerrar los interruptores que enlazan el generador eléctrico a los buses de 400kV en la subestación.

Para poder sincronizar el generador es necesario cumplir con las siguientes condiciones:

- a) El voltaje del generador debe ser igual al voltaje del sistema.
- b) La frecuencia del turbo grupo debe ser igual a la frecuencia del sistema.
- c) El voltaje del generador debe estar en fase con el voltaje del sistema, es decir, ambas señales de voltaje deben coincidir.

2.2.4.5 Sistema de Enfriamiento.

En el generador eléctrico se genera calor, debido principalmente a las siguientes causas:

- La circulación de corriente a través de las bobinas del estator y del rotor.
- La alternancia del campo magnético sobre las laminaciones del núcleo del estator.
- El calor generado en las chumaceras.

2.2.4.5.1 Sistema de Hidrógeno.

En los generadores de alta capacidad, el calor producido es alto; es necesario contar con un sistema de enfriamiento que disipe adecuadamente el calor. Uno de los mejores medios es el gas hidrógeno, ya que además de absorber con facilidad el calor, es de baja densidad y deteriora muy poco el aislamiento. El hidrógeno presenta el inconveniente de que al mezclarse con el aire es altamente explosivo, siendo la mezcla más peligrosa al tener un 35% de hidrógeno y 65% de aire. El hidrógeno requerido por el generador es suministrado a partir de un cabezal al cual se encuentran conectados varios cilindros. Se le regula la presión por medio de dos válvulas reguladoras, y se le dirige al interior del generador, donde es distribuido por un cabezal ubicado en la parte superior.

La circulación del hidrógeno dentro del generador se efectúa en un circuito cerrado por medio de dos ventiladores instalados, uno en cada extremo del rotor. El gas es forzado a fluir hacia el interior y hacia el exterior del rotor a través de orificios radiales contenidos en el núcleo. Una vez que el hidrógeno pasa por los orificios de ventilación del rotor y del núcleo del estator, es conducido por ductos hacia los enfriadores de hidrógeno que están instalados en las esquinas del generador, donde se les disminuye su temperatura. De ahí es tomado por los ventiladores para iniciar nuevamente su recorrido.

2.2.4.5.2 Sistema de Enfriamiento del Estator.

Las barras que forman los devanados del estator se enfrían por medio de agua desionizada que circula por su interior. El sistema de agua de enfriamiento del estator está diseñado para operar como un circuito independiente. Los equipos de este sistema se encuentran ubicados en el nivel cero de casa de máquinas, siendo éstos los siguientes:

- Un tanque de almacenamiento de agua.
- Dos bombas de agua de enfriamiento al estator.
- Dos enfriadores.
- Una válvula de control de temperatura.
- Una válvula de control de flujo.
- Un filtro tipo cartucho removible.
- Un desionizador.
- Un medidor de flujo.
- Conexiones de entrada y salida del generador.

2.2.4.6 Sistema de Aceite de Sellos.

El rotor del generador y la carcasa no deben tener contacto, ya que el primero gira a 3600rpm. El objetivo del sistema de aceite de sellos es evitar fugas de hidrógeno a través de los extremos de la carcasa del generador.

El sistema de aceite de sellos está formado por el siguiente equipo:

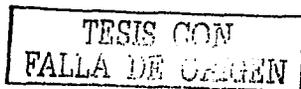
- Tanque de vacío.
- Bomba principal.
- Bomba de recirculación.
- Bomba de emergencia.
- Válvula de control de presión diferencial.
- Filtros de aceite.
- Sellos de hidrógeno.
- Tanque separador de hidrógeno.
- Tanque regulador de hidrógeno.
- Tanque regulador de drenes.
- Tanque separador auxiliar.

La bomba de recirculación succiona del tanque de vacío y lo descarga nuevamente hacia el mismo tanque a través de una tobera rociadora con el fin de eliminar el aire y humedad que contiene, a la vez que se evita la formación excesiva de espuma, el aire y la humedad que son separados, son removidos del tanque por una bomba de vacío, la cual, mantiene en el tanque una presión ligeramente negativa.

La bomba principal succiona aceite del tanque de vacío y lo descarga a un cabezal donde se encuentra instalada una válvula de alivio que retorna el exceso al tanque. En el cabezal se unen también los suministros de la bomba de emergencia y del sistema de lubricación a través de válvulas de no retorno.

Después del cabezal de descarga, el aceite pasa por la válvula de control de presión diferencial, la cual, se encarga de mantener la presión del aceite de sellos en 0.56 bar arriba de la presión de hidrógeno del generador.

Para verificar el cumplimiento de las tres condiciones, se tiene en la consola de control un sincronoscópio, el cual, cuenta con un indicador de frecuencia donde puede verse la frecuencia del generador y del sistema. Y para ver la coincidencia de fases cuenta con un indicador de ángulo de fase, cuya aguja al pasar por el cero (o las 12:00 Hrs.), significa que justo en ese momento se encuentran en fase los voltajes de las terminales del generador y del sistema.





2.2.5 Transmisión de Potencia.

En el caso de la transmisión de potencia eléctrica, desde las estaciones generadoras hasta los usuarios, el alambreado puede tener longitudes de cientos de kilómetros, teniendo éste una resistencia total considerable, esto es sinónimo de pérdidas de potencia en forma de calor las cuales son generadas cuando la corriente eléctrica fluye a través de la resistencia en el alambreado.

Para transmitir grandes cantidades de potencia eléctrica a través de largas distancias, sin muchas pérdidas en las líneas de transmisión, se necesita aumentar el voltaje que llevan dichas líneas, con lo cual se reduce la corriente y por lo tanto las pérdidas, sin embargo, los usuarios de energía eléctrica necesitan tener voltajes adecuados por lo que al final de las líneas de transmisión se utiliza una subestación para reducir el voltaje y distribuirlo.

Los equipos que se utilizan para convertir potencia de una combinación de valores de voltaje y corriente a otra, se llaman transformadores. Los transformadores eléctricos se usan para elevar o reducir el voltaje (V) de la energía eléctrica, cabe mencionar que en un transformador al aumentar el voltaje se reduce la corriente y viceversa.

En una central termoeléctrica se tienen transformadores de diferente capacidad y pueden ser transformadores elevadores (aumentan el voltaje de salida) o transformadores reductores (disminuyen el voltaje de salida).

2.2.6 Rendimiento de una Central Termoeléctrica.

En la práctica tenemos que por cada 100 unidades de combustible quemadas en el generador de vapor se transforman en un vapor utilizable aproximadamente 89 %. La diferencia se pierde en el humo caliente que se va a la chimenea, radiaciones, etc. Del 89% de energía del total que contiene el vapor a la salida de la caldera, aproximadamente se pierden de un 45 a un 50% en el ciclo, es decir, al hacer su recorrido por el resto de los equipos del sistema, hasta retomar nuevamente como agua al generador de vapor.

Estas pérdidas principalmente se dan en el condensador donde el vapor de escape de la turbina se tiene que condensar para que pueda ser enviado nuevamente al generador de vapor.

En la turbina y generador eléctrico se tienen pérdidas de un 6 a un 13%. Éstas son pérdidas del vapor a su paso por la turbina y pérdidas eléctricas del generador eléctrico. Por último, para alimentar eléctricamente a todo el equipo auxiliar de la central se tiene un consumo de aproximadamente 5%. Finalmente, la salida de energía eléctrica de la central es de aproximadamente un 36%, en otras palabras, de 100 kilos de combustible se aprovechan sólo 36, y el resto se pierde en diferentes puntos: calor que se lleva el humo por el escape de la chimenea del generador de vapor, radiaciones, fricciones y sobre todo, el calor que se lleva el agua de enfriamiento a la salida del condensador.

Antes de vender la electricidad al usuario se sufren pérdidas en la estación de transformadores, las líneas de transmisión, la estación receptora, las líneas primarias, los transformadores de distribución y las líneas secundarias; todo esto antes que la corriente haga girar el medidor del cliente que ha de pagar por la cuenta.

Las pérdidas totales de un sistema termoeléctrico alcanzan del 60 al 74% del combustible quemado.

2.2.7 Descripción del Equipo de una Central Termoeléctrica.

Todo el equipo de una central termoeléctrica es importante, pero de acuerdo a su participación directa en la obtención de "energía eléctrica", así como por su tamaño y costo se puede clasificar como equipo principal y equipo auxiliar.

Equipo Principal: Son los equipos donde se llevan a cabo directamente las transformaciones de energía y son los siguientes:

- Generador de vapor.
- Turbina.
- Generador eléctrico.



Equipo auxiliar: El resto del equipo que participa directa o indirectamente en la obtención del objetivo (producción de energía eléctrica) se le clasifica como auxiliar, cada uno de estos equipos tiene una función determinada. Entre otros tenemos los siguientes:

- Ventiladores.
- Bombas.
- Calentadores (intercambiadores de calor).
- Compresores.
- Tanques.
- Transformadores.
- Interruptores.

2.2.7.1 Ventiladores.

Un ventilador es una máquina que mueve una cantidad de aire o gases de un lugar a otro, es decir, este equipo succiona el aire o gases y les proporciona la suficiente fuerza para vencer la resistencia al flujo.

Físicamente es un motor eléctrico que mueve a una flecha con aspas la cual se encuentra dentro de una envolvente (carcaza) que dirige el aire o gases descargados por el impulsor.

Los ventiladores por su forma de operación se clasifican en:

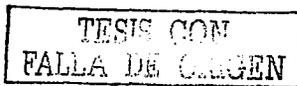
- Ventilador radial o centrifugo: El aire o gases se mueve radialmente hacia el exterior de las aspas y descarga a una carcaza que rodea al impulsor en forma de caracol.
- Ventilador de flujo axial: El aire o gas se mueve en forma paralela al eje de giro del ventilador.
- Ventilador de tiro forzado e inducido: Este tipo de ventiladores son utilizados en una central termoeléctrica; por su capacidad y función se alimentan de corriente alterna o corriente directa.

2.2.7.2 Bombas.

Una bomba esta compuesta por un motor eléctrico que mueve a una flecha en la cual se encuentra montada la bomba o "impulsor". Dicha bomba se encuentra dentro de una envolvente (carcaza) que dirige el líquido hacia la tubería de descarga.

Los tipos de bomba son:

- Bomba centrífuga: Generalmente estas bombas son las encargadas de manejar el agua, su función es succionar y descargar el agua a la presión requerida para enviarla de un lugar a otro.
- Bombas de desplazamiento positivo: Estas bombas a diferencia de las anteriores son de engranes o tornillo, su característica es que se utilizan para mover fluidos más densos o viscosos que el agua. En una central termoeléctrica se utilizan para transportar el combustible que se quema en la caldera diesel o combustóleo.



2.2.8 Descripción del Sistema Eléctrico.

El objetivo del sistema eléctrico es suministrar energía a cada uno de los equipos que integran una Central Termoeléctrica, los cuales consisten en: bombas, ventiladores, compresores, válvulas motorizadas; además de suministrar energía eléctrica al equipo auxiliar del generador de vapor, turbina y generador eléctrico.

El equipo que utiliza el sistema eléctrico para cumplir con su objetivo es: interruptores, transformadores, tableros, etc.

Las fuentes de energía que se utilizan en una central termoelectrica son las siguientes:

- Sistema eléctrico nacional.
- El generador eléctrico de la unidad.
- Generador diesel de emergencia.
- Banco de baterías.

Se utiliza el suministro de energía del sistema eléctrico nacional, cuando la unidad se encuentra fuera de servicio. Entonces, se necesita energía para poner en servicio el equipo auxiliar, como ventiladores, bombas de circulación, etc.

Una vez que la unidad ya está en servicio, el suministro de energía para los equipos de la central se obtiene a partir de la salida del propio generador. En situaciones en las cuales la unidad está fuera de servicio y no es posible obtener energía del sistema, se utiliza el generador diesel de emergencia para suministrar energía al equipo crítico de la central, es decir, al equipo que bajo ninguna circunstancia debe quedar fuera de servicio.

En algunas situaciones no es posible obtener energía del sistema eléctrico, ni del propio generador, ni del generador diesel de emergencia. Para estos casos se tiene un banco de baterías, para suministrar energía al equipo de corriente directa, el cual bajo ninguna circunstancia debe quedar fuera de servicio, tal como alarmas, instrumentación, comunicación, etc.

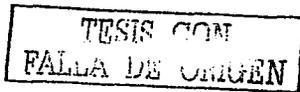
El sistema eléctrico está formado por: subestación de 400Kv, sección de 6.9Kv, sección de 480V.

A continuación se describen estas secciones:

2.2.8.1 Subestación de 400Kv.

Los equipos que se utilizan en la subestación son los siguientes:

- Interruptores de 400Kv.
- Cuchillas tipo giratorio.
- Cuchillas tipo pantógrafo.

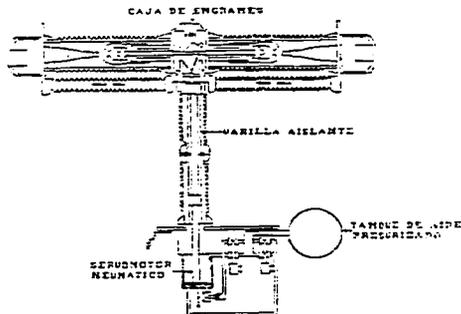




2.2.8.2 Interruptores de 400Kv.

Los interruptores son dispositivos utilizados para abrir circuitos en condiciones normales de carga, o en caso de falla, para protección del equipo asociado. El accionamiento de los contactos móviles del interruptor se efectúa a través de una varilla aislante conectada a un servomotor neumático. Mediante una caja de engranes, el movimiento vertical se transforma en movimiento horizontal de los contactos móviles, dentro de las cámaras de corte, las cuales se encuentran llenas con hexafluoruro de azufre (SF6).

La operación de estos interruptores puede ser en forma local mediante una botonera, o bien, remota desde el tablero de auxiliares eléctricos en cuarto de control, por medio de los botones de control correspondientes.



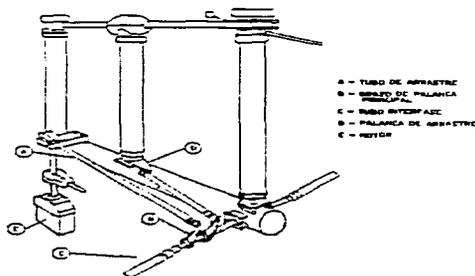
2.2.8.3 Cuchillas de 400Kv.

Las cuchillas son dispositivos para conectar y desconectar circuitos eléctricos sin carga, ya que no cuentan con elementos para la extinción del arco eléctrico. Se utilizan normalmente para aislar los interruptores de potencia, cuando se solicita alguna libranza para mantenimiento o reparación. Las cuchillas utilizadas en la subestación son de dos tipos: giratorio y pantógrafo.

Cada interruptor de 400Kv cuenta con dos cuchillas: una hacia el lado línea y otra hacia el lado bus. Usualmente la del lado línea es del tipo giratorio y la del lado bus es tipo pantógrafo.

Cuchillas tipo Giratorio: Consisten en un aislador giratorio en la parte central, en el cual se encuentra sujeto un tubo de aluminio con contactos móviles, los contactos son de cobre recubiertos con plata, al igual que los contactos fijos localizados en los aisladores de los extremos. El conjunto de cuchillas se mueve al mismo tiempo en un plano horizontal por medio de eslabonamientos entre fases, impulsados por un motor eléctrico.

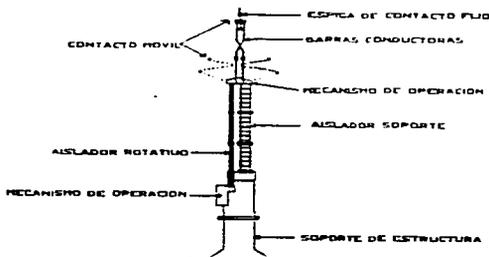
El control de las cuchillas puede hacerse en forma remota desde cuarto de control, o en forma local, por medio de los botones de control ubicados en la caja de mando. También pueden ser operadas en forma manual por medio de un maneral que se inserta en la parte inferior del actuador eléctrico.



Cuchillas tipo Pantógrafo: Consisten en un contacto móvil compuesto por un conjunto de barras conductoras, articuladas en forma de pantógrafo que al extenderse cierran sobre el contacto fijo, el cual se encuentra sujeto al cable que forma el bus. La operación de estas cuchillas también se efectúa en forma remota desde el cuarto de control o localmente por medio de la estación de botones ubicada en la caja de mando de cada cuchilla. También se pueden operar manualmente por medio de un maneral que transmite el movimiento a la cuchilla.

Como puede verse en el diagrama simplificado, la subestación tiene un arreglo conocido como interruptor y medio, ya que se tienen tres interruptores en serie entre los buses principales, y dos circuitos se conectan entre los interruptores. En condiciones normales los tres interruptores están cerrados y energizados, de tal forma que cualquier bus puede ser puesto fuera de servicio, sin perder continuidad en el servicio.

A un costado de la subestación se tiene una sala de control en la que se tiene el control de la alimentación de energía para motores de cuchillas, cargadores de baterías, compresores de interruptores, etc. También se cuenta con un banco de baterías con su respectivo cargador para el control de cuchillas e interruptores.



2.2.8.4 Sección de 6.9Kv.

La sección de 6.9Kv está formada por cuatro buses de 6.9Kv. los buses VA1 y VA2 son conocidos como buses de reserva, mientras que los buses 2 A1 y 2 A2 son conocidos como buses normales. A continuación se dará una descripción de los equipos con que cuenta la sección de 6.9Kv.

2.2.8.4.1 Transformadores Principales.

Un transformador es un equipo eléctrico que sirve para reducir o aumentar el voltaje, de acuerdo a las necesidades.

El transformador de arranque sirve para bajar el voltaje de 400Kv a 6.9Kv, y así poder alimentar a los buses de reserva de 6.9Kv.

Los transformadores auxiliares sirven para bajar el voltaje del generador eléctrico de 20Kv a 6.9Kv y así poder alimentar a los buses normales de 6.9Kv.

El transformador principal sirve para subir el voltaje del generador eléctrico de 20Kv a 400Kv y así poder enviar la energía hacia la subestación de 400Kv.

El flujo de corriente a través de los devanados y la inducción electromagnética generan una gran cantidad de calor, por lo que es necesario utilizar un sistema de enfriamiento a base de aceite dieléctrico, el cual absorbe el calor de los devanados y lo transfiere al medio ambiente. La pureza del aceite garantiza además de un medio aislante, la ausencia de oxidación y/o corrosión que disminuye la calidad del aislamiento. El aceite proporciona enfriamiento a los devanados, y a su vez el aceite es enfriado por aire cuya circulación puede ser natural o bien mediante ventiladores

2.2.8.4.2 Transformador de Arranque.

Es un transformador que tiene la función de reducir el voltaje de 400Kv a 6.9Kv para alimentar los servicios auxiliares de la unidad durante los periodos de arranque y paro principalmente. El lado primario de este transformador esta conectado a la subestación de 400Kv y el secundario alimenta los buses de 6.9Kv VA1 y VA2.

A través de los enlaces correspondientes se puede alimentar a los buses principales 2 A1 y 2 A2 de 6.9Kv para poder alimentar a todo el equipo auxiliar de la unidad. En el transformador de arranque, el enfriamiento es con aceite y aire, con circulación natural en el aceite y circulación forzada en el aire.

2.2.8.4.3 Transformador Principal.

Es un transformador cuya función es elevar el voltaje de salida del generador de 20Kv a 400Kv y se conecta a los buses de 400Kv a través de los interruptores de máquina. El transformador principal cuenta con sistema de enfriamiento de aire y aceite, con circulación forzada en ambos lados. Su capacidad es de 375MVA.



2.2.8.4.4 Transformadores Auxiliares.

Los transformadores auxiliares son dos, y se conectan directamente en la salida del generador. Su función es reducir el voltaje de 20Kv a 6.9Kv, para alimentar a los buses 2 A1 y 2 A2 normalmente, después de que la potencia del generador eléctrico es mayor del 20%. La capacidad de estos transformadores es de 24MVA y cuenta en su sistema de enfriamiento con ventiladores de aire.

2.2.8.4.5 Tableros de 6.9Kv.

Existen cuatro tableros de 6.9Kv ubicados en el nivel cero de casa de máquinas. En el interior de cada uno de estos tableros se aloja un bus formado por barras de cobre aisladas, que se alimentan del transformador de arranque o bien del transformador de auxiliares. Los tableros se encuentran seccionados verticalmente, y en cada sección hay interruptores de 6.9Kv. Los buses VA1 y VA2 de 6.9Kv se alimentan del transformador de arranque a través de los interruptores VA101 y VA201 respectivamente.

Los buses 2 A1 y 2 A2 se alimentan de:

- Cuando la unidad está fuera de servicio, se alimentan del transformador de arranque, a través de los interruptores de enlace VA207 y VA107.
- Una vez que la unidad ya está en servicio y con carga mayor que el 20%, se hace el cambio, para alimentarlos ahora que los transformadores auxiliares 2 AX1 y 2 AX2 a través de los interruptores 2 A101 y 2 A201, a esta maniobra se le conoce como "cambio de auxiliares".

La maniobra de cambio de auxiliares consiste en efectuar el cambio de alimentación de los buses 2 A1 y 2 A2 del modo siguiente:

- a) Al ir subiendo carga, cuando está sea del 20%, cambiar la alimentación hacia los transformadores auxiliares. Se le da la orden de cierre a los interruptores 2 A101 y 2 A201. Abren automáticamente los interruptores de enlace.
- b) Al bajar carga a un valor menor que 20%, cambiar la alimentación hacia el transformador de arranque. Se le da orden de cierre a interruptores de enlace VA207 y Va107. Abren automáticamente los interruptores de transformadores auxiliares.
- c) En un disparo de unidad, el cambio se hace automáticamente hacia el transformador de arranque, cierran los interruptores de enlace y se abren los de transformadores auxiliares.

De los tableros de 6.9Kv se alimenta directamente a equipos cuya potencia es mayor que 500Hp. Del bus 2 A1 se alimenta a los equipos denominados como "A". Por ejemplo:

- Bomba de agua de alimentación A.
- Bomba de agua de circulación A.
- Bomba de circulación controlada A.
- Ventilador tiro forzado A.
- Ventilador recirculador de gases A.

Así mismo, del bus 2 A2 se alimenta a los equipos denominados "B".

2.2.8.4.6 Interruptores de 6.9Kv.

Estos interruptores están ubicados en cada uno de los gabinetes de los tableros de 6.9Kv, son del tipo removible, con mecanismo de operación impulsado por resortes cargados. Los interruptores de 6.9Kv pueden ser operados desde el cuarto de control, o en forma local. También puede operar automáticamente al operar alguna protección del equipo asociado. Los interruptores puede ser colocados dentro de su gabinete en cualquiera de las siguientes tres posiciones:

Posición Conectado: En esta posición, el interruptor al ser cerrado, pone en servicio el equipo asociado.

Posición Prueba: En esta posición el interruptor puede ser cerrado y no pone en servicio el equipo asociado. Esta posición se usa para hacer pruebas en el control del interruptor.

Posición Fuera: En esta posición el interruptor no puede ser accionado. Se utiliza al dar licencia a equipos.

2.2.8.5 Sección de 480V.

Se tienen siete buses de 480volts (o subestaciones unitarias), cada uno de los cuales es alimentado por un transformador que baja el voltaje de 6.9Kv a 480V. La excepción es el bus 2B4 el cual tiene su alimentación normal y su alimentación de reserva. Para efectuar sus funciones, cuenta con el siguiente equipo:

- Transformadores de 6.9Kv/480V.
- Subestaciones unitarias de 480V.
- Interruptores de 480V.

2.2.8.5.1 Transformadores de 6.9Kv/480V.

Los transformadores que alimentan a las subestaciones unitarias son trifásicos, con una relación de transformación de 6900 a 480V, y con una capacidad de 1500KVA, excepto los que alimentan a las subestaciones 2B6 y VB2 del área de transferencia de combustible, los cuales son de 750KVA.

Cada uno de estos transformadores se designa con el mismo nombre de la subestación unitaria a la cual alimenta:

<u>Transformador:</u>	<u>Se alimenta:</u>	<u>Alimenta A:</u>
Servicios Comunes VBX1	De Bus VA1 6.9kV	Bus VB1 480 V Servicios Comunes
Transferencias de Combustible VBX2	De Bus VA2 6.9kV	Bus VB2 480V Transferencia de combustible
Servicios Comunes VBX4	De Bus VA2 6.9kV	Bus VB4 480 V Servicios Comunes
Respaldo Áreas Exteriores	De Bus VA2 6.9kV	Bus 2B4 480 V Servicios áreas exteriores
Servicios Propios 2BX1	De Bus 2A1 6.9kV	Bus 2B1 480 V Servicios Propios
Obra de Toma 2B2	De Bus 2A2 6.9kV	Bus 2B2 480 V Obra de Toma
Áreas Exteriores 2BX4	De Bus 2A2 6.9 kV	Bus 2B4 V Áreas Exteriores
Transferencia de Combustible 2BX6	De Bus 2A2 6.9 kV	Bus 2B6 480 V Transferencia de Combustible

2.2.8.5.2 Subestaciones Unitarias de 480V.

Como se menciono antes, la unidad cuenta con siete subestaciones unitarias de 480V, alimentadas cada una a través de un transformador, a excepción de la subestación unitaria 2B4, que es alimentada por un transformador normal y uno de respaldo.

Las subestaciones unitarias son tableros blindados, que constan de varias secciones, una de ellas se utiliza para control y medición y las demás son para alojar los interruptores de 480V.

Estas subestaciones alimentan a motores entre 50 y 500Hp de potencia, así como a los transformadores de alumbrado y a los centros de control de motores.

2.2.8.5.3 Interruptores de 480V.

En los tableros de las subestaciones unitarias se encuentran los interruptores de 480V, los cuales son accionados por medio de resortes. Cuentan con rieles para deslizarlos y pueden colocarlos en cualquiera de las posiciones: desconectado, prueba y conectado.

2.2.8.5.4 Centro de Control de Motores (C.C.M.).

Los centros de control de motores son tableros desde los cuales se alimenta energía a motores de capacidad hasta de 50Hp, son tableros de tipo blindado, de doble frente, diseñados para servicio interior. En cada cubículo de estos tableros se encuentra un arrancador con interruptor termomagnético.

Desde los C.C.M.'s se suministra energía a pequeñas bombas, ventiladores, válvulas motorizadas, etc.

Los C.C.M.'s reciben alimentación de las subestaciones unitarias. Por su importancia se verá por separado C.C.M. 2C3 de esenciales.

2.2.8.6 C.C.M. 2C3 de Esenciales.

El C.C.M. 2C3 de esenciales cuya alimentación normal proviene de la subestación unitaria 2B1, cuenta además con una alimentación de respaldo proveniente del generador diesel de emergencia. Con esto se hace posible que los equipos críticos como la bomba de aceite de lubricación de la turbina, el tornaflecha, etc., cuenten siempre con suministro de energía.

El cambio de alimentación normal a la de emergencia se puede realizar en forma manual o en forma automática. Lo normal es que se haga en forma automática al perderse la energía en el C.C.M. 2C3 y una vez que el generador diesel de emergencia ya tiene voltaje.

Para retornar a la alimentación normal al C.C.M. 2C3 se debe hacer manualmente desconectando el interruptor de transferencia del generador diesel y conectado el interruptor principal que alimenta al C.C.M.

Algunos de los equipos que se alimentan del C.C.M. 2C3 son:

- Bomba de aceite tornaflecha.
- Bomba principal de aceite de sellos.
- Motor del tornaflecha de turbina.
- Cargadores de baterías.
- Tornaflechas de los ventiladores recirculadores de gases.
- Bombas auxiliares de lubricación de los ventiladores de tiro forzado.
- Bombas auxiliares de lubricación de bombas de agua de alimentación.
- Válvulas de drenaje de líneas de vapor principal, recalentado frío y recalentado caliente.
- Alimentación a tableros de voltaje regulado y no regulado.

2.2.8.7 Planta Diesel de Emergencia.

Una de las situaciones más críticas y peligrosas en la operación de una central termoelectrónica, es la pérdida de potencial, es decir quedarse totalmente sin energía. En esta situación todos los equipos de corriente alterna interrumpen su operación, así como también el alumbrado de corriente alterna. La central cuenta con algunos equipos denominados "esenciales" que no deben quedar fuera de servicio ya que estos tienden a proteger a los equipos principales como son: turbina y generador eléctrico.

Para evitar riesgos con el equipo principal, se cuenta con una planta diesel de emergencia, la cual está constituida por un motor diesel acoplado a un generador eléctrico, un tablero de control local y un tablero donde se encuentran los interruptores de transferencia. El motor diesel cuenta con un tablero donde se supervisa su operación por medio de indicaciones, tales como: temperatura del agua, presión de aceite y carga de batería. En el tablero de control local de la planta diesel se encuentran los controles e instrumentos necesarios para su correcta operación y supervisión tales como: voltímetros, amperímetros, alarmas y fusibles, etc.

2.2.8.8 Sistema de Corriente Directa.

El sistema de corriente directa es indispensable y de gran importancia en la operación de una central termoelectrónica, ya que se utiliza para realizar funciones como: protección, medición, comunicación, alumbrado y control. Con corriente directa se alimentan algunos sistemas y equipos de la planta como son:

- Sistema de instrumentación, control y automatización.
- Sistema ininterrumpible de energía.
- Alumbrado de emergencia de C. D.
- Sistema de excitación inicial del generador eléctrico.
- Equipo de corriente directa del turbogenerador.
- Banco de baterías.

El sistema de corriente directa recibe suministro de energía de las siguientes partes:

- En condiciones normales, de los cargadores de baterías.
- En condiciones de emergencia, de los bancos de baterías.

El sistema cuenta con dos tableros de distribución de corriente directa que son el 2D1 y 2D3, cada uno de estos tableros recibe alimentación de un cargador de baterías que a su vez se alimenta del C.C.M. 2C3. Los tableros tienen conexión con el banco de baterías, el cual absorbe grandes fluctuaciones en el consumo, o bien, suministra la corriente necesaria, al perderse la alimentación del cargador de baterías.

2.2.8.9 Cargador de Baterías.

Los cargadores de baterías son equipos que reducen el voltaje y rectifican la corriente alterna convirtiéndola en corriente directa.

CAPÍTULO.III. ELEMENTOS DE CONTROL ELÉCTRICO.

3.1 Relevadores de Protección.

El objetivo principal de los relevadores de protección es la detección de fallas dentro del sistema de potencia, de acuerdo al diseño del mismo y a las características de las fallas; para tomar las acciones inmediatas y adecuadas que las eliminen y de ésta forma evitar y/o minimizar los daños que pudiera ocasionar el sistema. El relevador se diseña y se aplica para detectar fallas; pero siendo indeseables estas en el sistema, se utilizan diferentes técnicas que nos permiten minimizarlas, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Mantenimiento oportuno y efectivo.
- Blindaje.
- Aislamiento.
- Diseño y materiales de alta calidad.

3.1.1 Clasificación de los Relevadores.

Los relevadores de protección se pueden clasificar de diferentes maneras como son:

- Por función.
- Por señales de entrada.
- Por principios de operación.
- Por características de funcionamiento.

Por Función

- **Relevadores de Protección:** Éstos deben detectar todo tipo de fallas en cualquier parte o componente del sistema de potencia y deben iniciar o permitir la rápida desconexión de la parte fallada del sistema.
- **Relevadores de Regulación:** Supervisan constantemente los parámetros del sistema y actúan para corregir desviaciones provocadas por las variaciones de la carga.
- **De Recierre y Sincronización:** También llamados de programación, nos permiten la restauración de la parte afectada del sistema después de un libramiento.
- **Relés de Monitoreo:** Estos se usan para supervisar constantemente las condiciones del sistema de potencia, como también de los esquemas de protección o canales de comunicación y proporcionan información al operador generalmente a través de un cuadro de alarmas.
- **Relés Auxiliares:** Operan accionados por otros relevadores para obtener lo siguiente:
 - Para amplificar la capacidad de contactos.
 - Multiplicación de contactos.
 - Aislamiento eléctrico entre varios circuitos de control.
 - Indicación de bandera y sello.

Por Parámetros de Entrada

- De corriente (50, 51, 87,....)
- De voltaje (27, 25, 59,....)
- De potencia (67W, 32P, 21,....)
- De presión (63P,....)
- De frecuencia (81,....)
- De flujo (63H,....)
- De temperatura (49,....)

Por Principio de Operación

- a) Los elementos electromecánicos se pueden sub-clasificar en:
- De atracción magnética.- De embolo (Armadura móvil, Polar).
 - De inducción.- De disco (de cilindro).
 - De bobina móvil (D'Arsonval).- Térmicos
 - Misceláneos.- Accionados por motor (mecánicos).
- b) Los de estado sólido pueden ser clasificados en.
- Componentes semiconductores.- Diodos, transistores, SCR, varistores etc.
 - Circuitos integrados.- Amplificadores operacionales sumadores, integradores, defasadores, filtros, circuitos lógicos etc.
- c) Los relevadores digitales son los que prescindiendo de los componentes discretos para realizar las acciones de relevador, trabajan a base de cantidades numéricas, las cuales están determinadas por los parámetros de entrada y son procesadas por uno o varios microprocesadores resolviendo las ecuaciones que presentan la acción de uno o varios relevadores simultáneamente.

Por Características de Funcionamiento

- Sobrecorriente instantánea (50).
- Sobrecorriente de tiempo inverso (51).
- Sobrecorriente direccional (67).
- Distancia (21).
- Diferencial (87).
- Voltaje (59,25).
- Potencia (32).
- Onda viajera.
- Comparación direccional.
- Comparación de fase.
- Alta o baja velocidad.
- Fase o tierra.

3.1.2 Relevadores de Sobrecorriente.

Para protección de respaldo la utilización de relevadores de sobrecorriente direccionales y no direccionales, es generalizado en los sistemas de potencia, tanto para alimentadores de distribución en donde por lo general se utiliza como única protección, pero en las centrales generadoras y subestaciones de transmisión se utiliza como protección de respaldo para transformadores y líneas de transmisión.

Esto debido a su característica de simplicidad, seguridad y confiabilidad, para lo cual se requiere de una adecuada aplicación y coordinación con todos los elementos del sistema.

Para su adecuada aplicación se requiere tomar en cuenta lo siguiente:

- Tipo de relevador.
- Tipo de curva y tiempos de operación.
- Rango de ajuste de corriente de arranque.
- Necesidades de mantenimiento.

Por su característica de funcionamiento se clasifican en:

- Relevadores de sobrecorriente de acción instantánea (50).
- Relevadores de sobrecorriente de tiempo inverso (51).

Por su principio de operación se pueden clasificar en:

- Electromecánicos.
- Electrónicos analógicos.
- A base de microprocesador.

Cualquiera que sea su principio de operación, deben cumplir con las características necesarias para cierta flexibilidad en su aplicación, como las siguientes:

- Ajustar el nivel de arranque en forma discreta en cierto rango. (taps seleccionables).
- Ajustar el tiempo de operación para determinado valor de corriente en cierto rango de tiempo. (ajuste de palanca o time dial).
- Poder seleccionar el tipo de curva que más se ajuste a las necesidades de la coordinación.

3.1.2.1 Relevador de Sobrecorriente de Acción Instantánea (50).

Este relevador opera al sobrepasar instantáneamente la corriente un límite preestablecido mediante ajuste.

Los más antiguos son del tipo de atracción magnética, ya sea de émbolo o de armadura móvil, operan por la atracción electromagnética producida por la corriente que circula por una bobina con núcleo de hierro, éstos núcleos cuentan con una bobina cortocircuitada, (bobina de sombra) abarcando parte del núcleo magnético cuyo objeto es desfasar el flujo magnético para evitar vibraciones que produciría la senoide de corriente.

Los electrónicos analógicos funcionan a base de comparadores (amplificadores operacionales), requieren en su entrada de un transductor de corriente/voltaje y un rectificador, ya que la electrónica funciona con corriente directa. Requieren además una fuente externa de c.d. para su circuitería, aunque algunos son autoalimentados a través de la misma señal del TC.

Para el caso de los 50 a base de microprocesador el proceso es muy diferente, pues el valor de corriente es comparado en forma numérica mediante instrucciones contenidas en un programa de computadora que se ejecuta constantemente para obtener la respuesta en un relevador auxiliar de salida.

3.1.2.2 Relevador de Sobrecorriente de Tiempo Inverso (51).

Relevador que funciona con característica de tiempo corriente mínima de operación (pick-up), como también se puede ajustar para controlar su tiempo de operación en función de la corriente que circula por el mismo (palanca).

El tiempo de respuesta u operación será inversa a la magnitud de la corriente, es decir a mayor corriente menor tiempo de operación, de aquí el nombre de relevador de tiempo inverso. Esta característica es muy deseable para protección de los sistemas de potencia, ya que las corrientes de mayor magnitud son las que mayores daños pueden ocasionar a los equipos por lo que adquiere mayor relevancia al eliminarlos rápidamente.

Los relevadores electromecánicos-magnéticos, de este tipo operan bajo el principio de inducción electromagnética. Su aplicación es aceptada por su operación independiente de una alimentación de C.D.

Su principio de operación es el mismo que para un motor de inducción monofásico, para producir el par de operación se requiere la interacción de dos flujos magnéticos separados espacialmente y desfasados en tiempo sobre un elemento móvil de material no ferromagnético; pero conductor de la corriente, en forma de disco o de un cilindro.

Para la mayoría de los relevadores de sobrecorriente de inducción el principio se aplica a una estructura con un elemento móvil en forma de disco, los dos flujos desfasados en tiempo y separados en espacio se obtienen a partir de la corriente que circula por la bobina del relevador, la separación en espacio se obtiene por el diseño del núcleo magnético y el desfasamiento se obtiene por una bobina cortocircuitada o por un anillo (anillo o bobina de sombra) colocado en uno de las ramas del núcleo.

Para producir el par de rotación los flujos atraviesan el disco, que se desplaza en el entrehierro. Para complementar las características del relevador, éste cuenta con un imán permanente que frena el desplazamiento del disco para aumentar el tiempo de operación, además consta de un muelle en forma de espiral que desempeña las funciones siguientes:

- Asegura la posición original del relevador cuando no hay corriente.
- Proporciona el par a igualarse para el arranque del disco.
- Regresa el disco a su posición original después de una operación.
- Sirve de conductor para la conexión del contacto fijo.

La característica inversa de tiempo-corriente se obtiene principalmente por la restricción a través del resorte helicoidal y al diseño del disco cuyo perímetro puede ser circular o en forma de espiral, de modo que al desplazarse el disco varíe el área del disco expuesta a la acción de los flujos magnéticos. Por lo anterior permite el diseño de relevadores con diferentes tipos de curvas características de operación; pero solo un tipo de curva por cada relevador, por otro lado estos relevadores son monofásicos.

El ajuste de arranque (pick-up) se obtiene mediante derivaciones (taps) de la bobina de corriente, para variar el número de vueltas y mantener el mismo número de amper-vueltas necesarias para mover el disco.

Los relevadores electrónicos analógicos de sobrecorriente de tiempo inverso funcionan a base de generadores de funciones integradores y detectores de nivel, desarrollados a base de electrónica de diferentes niveles de integración.

El integrador es un elemento que introduce la variable tiempo en el proceso y tiene una gran importancia en la operación del relevador..

Al realizar el proceso de carga del capacitor del integrador a partir de una fuente de corriente se obtiene un voltaje de salida que varía linealmente en función del tiempo. Un proceso de carga prácticamente lineal se logra mediante un amplificador operacional como un integrador tipo Millar. El elemento decisivo en la conformación de característica tiempo-corriente del relevador es el generador de funciones, consistente en una red de diodos que obtiene por aproximación por segmentos lineales la ley de variación necesaria.

3.1.3 Aplicación de Relevadores de Protección.

Una vez que en el sistema se ha presentado una falla (corto-circuito), es necesario tomar acciones correctivas en forma inmediata para identificar y desconectar la parte fallada del sistema para evitar una desestabilización del mismo.

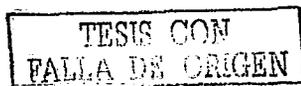
El tiempo de respuesta puede variar de 0 a 0.3 segundos para protecciones primarias o hasta 2 segundos tratándose de protecciones de respaldo.

Los tiempos pueden variar dependiendo de lo siguiente:

- La gravedad de la contingencia.
- Las condiciones del sistema.
- El nivel de voltaje de operación.
- Las características de la protección.

Relevadores de protección (guardianes silenciosos de los SEP) los cuales supervisan permanentemente las condiciones del Sistema Eléctrico de Potencia, y cuando detectan una falla (corto-circuito) o una condición anormal, actúan de inmediato aislando la falla para que el resto del sistema no se vea afectado.

Para cada tipo de falla o condición anormal del sistema existen varios relevadores específicos para detectarlos, y tomarán las acciones exactas para eliminar o corregir esta condición.



3.2 Relevadores Diferenciales.

El uso de relevadores diferenciales para esquemas de protección diferencial es el método más usado y seguro para proteger barras colectoras o buses de una subestación, mediante la conexión en paralelo de todos los secundarios de los transformadores de corriente de los circuitos asociados a la barra y a un relevador de tipo diferencial.

La protección diferencial es el método de protección de buses más confiable, el problema que presenta es el número de circuitos involucrados y por lo tanto todos los niveles de energización de los TC's asociados a estos circuitos bajo condiciones de falla.

Principio de Operación

El relevador diferencial es un dispositivo de protección que se conecta a los circuitos secundarios de los TC's situados a ambos lados del elemento a proteger, se basa en el principio de comparación de la magnitud y ángulo de fase de las corrientes que entran y salen de una determinada zona de operación.

La protección diferencial compara la corriente que entra al bus con la que sale de él. Si las dos corrientes son iguales el bus está sano, si las corrientes difieren en magnitud el bus está fallado.

Características:

- El relevador diferencial debe ser de alta velocidad y debe operar antes de la saturación de los TC's.
- El relevador diferencial debe tener la habilidad necesaria para rechazar la información distorsionada y falsa de los TC's cuando lleguen a saturarse.
- El relevador diferencial debe estar diseñado de tal manera que no tenga limitaciones para aceptar el uso de TC's auxiliares cuando los TC's primarios sean de diferente tipo y relación de transformación.
- El relevador diferencial no debe tener limitaciones para su correcta operación bajo condiciones de falla máxima, sea ésta interna ó externa.

Existen varios métodos para resolver estos problemas de ello se usan comúnmente los tres siguientes:

- Eliminar el problema de la saturación, eliminando el hierro en el transformador de corriente, sistema de acoplamiento lineal.
- Usando un relevador diferencial de porcentaje variable y restricción múltiple, específicamente diseñado para ser insensible a la saturación por corriente directa.
- Usando un relevador diferencial de alta impedancia operando por el voltaje con un circuito resonante serie que limita la sensibilidad a la componente de C.D.

3.3 Relevadores de Distancia.

El elemento más susceptible a presentar fallas dentro de un sistema de potencia son las líneas de transmisión, debido a que por su longitud presenta mayor exposición a las condiciones climatológicas y ambientales; así también se sabe que el 95% de las fallas ocurren de una de las fases a tierra, bien por descargas atmosféricas o problemas de aislamiento, o por fallas francas debido a hilos de guarda caídos o retenidas. Los dispositivos aplicados a la tarea de protección de líneas deben cumplir con: ser selectivos, es decir, únicamente librarán el tramo de línea afectado por la falla. Ser de operación rápida, de tal forma que los daños al equipo reduzcan al mínimo y evitar problemas de estabilidad. Tener flexibilidad para que puedan seguir operando debidamente aún con cambios en las configuraciones del sistema de potencia.

El relevador establece la distancia a un corto circuito comparando la corriente en los conductores con el potencial entre los mismos, así como su ángulo de fase. Estos potenciales y corrientes en alta tensión son manejados por los transformadores de instrumentos, de potencial y corriente, a magnitudes adecuadas para su aplicación a los relevadores.

Principio de funcionamiento

Un relevador de distancia responde en función del voltaje y la corriente con que es alimentado para determinar la distancia entre la localización de él y el punto de falla. Existen diferentes tipos de relevadores de distancia, a saber: de impedancia, de reactancia Mho y Mho con offset, los cuales se pueden aplicar bajo diferentes esquemas de protección. El relevador ohmico opera con tres variables: el voltaje, la corriente y el ángulo de fase entre estas magnitudes.

El elemento de corriente está dispuesto de manera que su par cierra los contactos del relevador. El de voltaje está dispuesto de manera que su par, en tanto el voltaje permanezca aplicado, tenderá a vencer el par del elemento de corriente impidiendo que cierre los contactos.

El relevador tipo reactancia es el más indicado para proteger líneas cortas, ya que no es afectado por la resistencia de la falla (resistencia de arco), que puede ser grande comparada con la impedancia de la línea.

El relevador tipo admitancia es aplicable en líneas de mayor longitud, ya que al ajustarse para proteger una sección determinada de línea, su característica de operación abarca el menor espacio en el diagrama $R-X$, lo que implica que se verá menos afectado por condiciones anormales del sistema que no sean propiamente una falla en la línea.

El relevador tipo impedancia encuentra mayor aplicación en líneas de longitud moderada. La resistencia de arco lo afectan más que al tipo reactancia pero menos que al tipo Mho .

3.4 Relevadores Digitales.

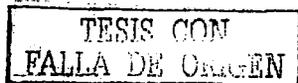
En condiciones de falla, las principales características que presentan estos relevadores son:

- **Rapidez:** Estos relés operan con un tiempo significativamente menor en comparación con los relevadores electro-mecánicos, a pesar de que esta diferencia puede quedar relegada a segundo término debido a los tiempos de operación y características de los interruptores y del sistema.
- **Sensibilidad:** Debido a los factores que afectan la corriente de corto circuito, lo cual dificulta la medición de impedancia al relevador; la sensibilidad, a pesar de ser mayor en estos relés, no ha permitido un avance con respecto a los otros relevadores.
- **Selectividad:** Este punto es importante ya que nos da seguridad para la operación y no operación del relé; además de que estos relevadores contemplan condiciones que no se tienen en los relevadores electromecánicos y se dispone de más elementos de comunicación para el ajuste de permisivos de control de los interruptores.
- **Autodiagnóstico:** Una gran ventaja respecto a los relevadores electromecánicos debido a que es el propio relevador digital el cuál diagnostica e informa cuando presenta un problema interno para con oportunidad se proceda a su solución y en óptimas condiciones de operación.
- **Flexibilidad:** Nos permite conectarlos a líneas de diferentes características y permite realizar modificaciones y ajustes de manera remota en caso necesario, debido a su teclado externo ó sus puertos de comunicación para computadora personal. Estos relés no necesitan de ajustes en sus elementos internos y su programación se basa en instrucciones por menús y ayudas en algunos casos.
- **Facilidad en análisis de falla y medición:** Presentan características de almacenamiento de datos en memoria propia, los cuales se pueden obtener en forma de reportes que facilitan el análisis de parámetros antes, durante y después de la falla. También tienen la capacidad de reportar valores de las señales de entrada que detecta y otros valores susceptibles de medición y señalización.

3.5 Relevadores Instalados en el Transformador de Potencia.

3.5.1 Relevador Buchholz.

Este es un relevador que opera con gran rapidez en el caso de fallas internas "mayores", pero su característica más sobresaliente es su sensibilidad a las fallas incipientes, es decir, fallas menores que inician su aparición con desprendimiento de gases inflamables que causan daños lentos pero crecientes.



Este relevador se vale del hecho de que los aceites minerales producen gases inflamables cuando se descomponen a temperaturas mayores a 350°C, tales como el acetileno y otros hidrocarburos de molécula simple, hidrógeno y monóxido de carbono.

A medida que el gas se acumula en el relevador, el nivel de aceite baja y con éste el flotador superior, mismo que opera un switch de mercurio que manda una señal hacia una alarma en esta primera etapa. Este mecanismo responde a pequeños desprendimientos de gases. En el caso de una falla severa la generación súbita de gases causa movimientos de aceite y gas en el tubo que interconecta al transformador con el tanque conservador, y también en el relevador Buchholz, accionándose un segundo mecanismo que opera un segundo switch de mercurio que manda una señal para disparo.

Quando opera un relevador Buchholz, deberán de seguirse las siguientes reglas:

- a) **Operación de alarma sin operación de disparo:** Se debe desenergizar el transformador y hacer prueba de análisis de gases. Dependiendo del resultado se puede obtener:
 - **Gas no inflamable (prueba de presencia de acetileno negativa).** Los gases son restos de aire, el transformador puede entrar en operación sin mayor problema. Si el relevador continúa alarmando sin detectar gases inflamables, es evidente que existe entrada de aire al transformador la que debe eliminarse.
 - **Los gases inflamables (prueba de presencia de acetileno positiva).** Existe falla interna incipiente que debe localizarse y eliminarse antes de volver a energizar el transformador.
 - **Hay gases pero la presión es negativa** por lo que al abrir la válvula de purga se absorbe el aire y el nivel de aceite baja más en el relevador. El nivel de aceite está muy bajo, si existen fugas elimínense, normalícese el nivel de aceite y energícese el transformador.
- b) **Operación de disparo sin operación de alarma:** El disparo es causado por flujo excesivo debido a que el transformador se ha sobrecargado térmicamente (dilatación excesiva de aceite). Permitir el tiempo suficiente para enfriamiento y vuelva a energizar.
- c) **Opera la alarma y prácticamente al mismo tiempo el transformador se dispara (ya sea antes o después de la alarma).** Realizar el análisis de gases y proceder como en el punto inicial.
- d) **En algunos casos al sacar de servicio al transformador y conforme se va enfriando, puede llegar a operar la alarma debido a la existencia de un poco de gas en el relevador y a ondulaciones en la superficie de separación gas-aceite que dan lugar a movimiento en el flotador de alarma, por lo que conviene hacer una purga antes de energizar.**

3.5.2 Relevador de Sobrepresión.

En relevadores con sello hermético la unidad de disparo del relevador buchholz no es aplicable por lo que se usa una unidad de sobrepresión. Algunos problemas de operación con relevadores de sobrepresión de gas o aceite debido a la alta sensibilidad de los mecanismos que operan contactos de mercurio se deben a los siguientes motivos:

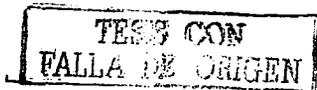
- Movimientos sísmicos.
- Choque mecánico en algún punto cercano al relevador.
- Vibración o movimiento de aceite por cortos circuitos externos al transformador.
- Vibración debida a flujos magnéticos normales o al energizar el transformador.

3.5.3 Relevador de Temperatura.

Estos dispositivos son termómetros acondicionados con microinterruptores calibrados a temperaturas específicas, los cuales se utilizan para arranque de grupos de ventiladores para enfriamiento así como para mandar alguna señal de alarma ó disparo para desconexión de carga.

Se usan en subestaciones para la protección de transformadores de potencia; y estos relevadores pueden ser para medición de temperatura del aceite, de devanados (hot spot) o porcentaje de carga térmica, y dependiendo de su uso reciben su número de función:

- 26Q Temperatura de aceite.
- 49T Temperatura devanado.



CAPÍTULO IV. INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO IMP'S.

4.1 Formato de Programación y Condiciones Requeridas para el Mantenimiento del Equipo.

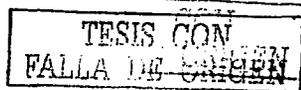
Ejecutor: Eléctrico 4	Tipo de I.M.P.	Situación de Unidad	Situación de Equipo	Permiso de Operación
Frecuencia: Periodos.	Corto Período (0) []	Operación Normal (0) []	Indiferente (0) []	No (0) []
	Largo Período (1) []	Operación al 50% (1) []	Parado (1) []	Si, sin libranza (1) []
	Parada Programada (2) []	Parada (2) []	Aislado (2) []	Si, con libranza (2) []

4.2 Motor de 4160V, Ventilador Tiro Forzado Caldera.

1P 2X 2X 1X 2X

4.2.1 Instrucciones: Revisión Parcial.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que se sea extraído el interruptor del motor, desconectar la calefacción y comprobar que las tarjetas de libranza están colocadas.
3. Realizar prueba de resistencia de aislamiento desde el tablero de 4.16kV para incluir los cables de potencia.
4. Limpieza de conductos de ventilación, cuidando no introducir objetos extraños.
5. Inspección de cabezales del estator y limpieza.
6. Inspección de anclajes y puesta a tierra de la carcasa.
7. Inspección y limpieza de resistencias de calefacción, comprobando su funcionamiento.
8. Inspección y limpieza de las cajas de conexión, comprobar su hermeticidad.
9. Inspección de chumaceras por parte del departamento mecánico, para verificar que no existan fugas de aceite. Cambio de aceite si es necesario.
10. De acuerdo con el depto. de operación poner en servicio el motor, medir amperaje y verificar su funcionamiento.
11. Análisis de vibraciones por parte del depto. Mecánico.
12. Recoger herramienta y limpiar área de trabajo.
13. Retirar libranza, verificando que quede en funcionamiento la calefacción del motor.
14. Llenar la orden de trabajo, anotando resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.



4.2.2 Instrucciones: Revisión General del Motor.

8P 2X 2X 1X 2X

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que se sea extraído el interruptor del motor, desconectar la calefacción y comprobar que las tarjetas de libranza están colocadas.
3. Realizar prueba de resistencia de aislamiento desde el tablero de 4.16kV para incluir los cables de potencia.
4. Desconectar el motor y su calefacción, cuidando de marcar perfectamente las terminales al hacerlo, de igual forma retirar cable puesto a tierra.
5. Solicitar al depto. de instrumentación desconectar los termopares o RTD'S, si existen.
6. Solicitar al depto. Mecánico que desacople el motor y los tornillos de la base.
7. Desmontar el motor de su pedestal y trasladarlo a la zona de trabajo, desmontaje de chumaceras e inspección.
8. De acuerdo al depto. Mecánico, sacar el rotor, verificando sus partes y limpieza.
9. Inspección del estator, verificando la existencia de fugas de aceite hacia el interior: limpieza general del estator y conductos de ventilación.
10. Inspección del estado de aislamiento y de las cuñas, si es necesario barnizar estator y secar.
11. Inspección de las terminales del motor, revisar la caja de conexiones principal, la de terminales de calefacción y las RTD'S (si existe). Aplicar pintura si es necesario.
12. Inspección y limpieza de resistencias de calefacción.
13. Prueba de resistencia de aislamiento y de resistencia ohmica.
14. Montaje del rotor y chumaceras, midiendo el entrehierro con ayuda del depto. Mecánico.
15. Montar el rotor en su base y verificar anclaje con el depto. Mecánico.
16. Conectar el motor, su calefacción y puesta a tierra. Solicitar al depto. de instrumentación que conecte las RTD'S o termopares en caso de que se hayan desconectado.
17. Lubricar el motor.
18. De acuerdo con el depto. de Operación poner en servicio el motor, medir amperaje, verificar el sentido de giro y ruidos, checar centro magnético por parte del depto. Mecánico y vibraciones.
19. Acoplamiento del motor por parte de depto. Mecánico.
20. De acuerdo con el depto. De operación y mecánico, poner en servicio el motor con carga, medir el amperaje y verificar su funcionamiento normal.
21. Análisis de vibraciones por el depto. Mecánico.
22. Retirar libranza verificando que quede en funcionamiento la calefacción del motor.
23. Llenar la orden de trabajo, anotando resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.

4.3 Motor de 440V, 75 HP y Mayores.

2P 2X 2X 1X 2X

4.3.1 Instrucciones: Revisión General del Motor.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que sea extraído el interruptor del motor, desconectar calefacción y comprobar que las tarjetas de libranza están colocadas.
3. Desconectar motor marcando las terminales perfectamente, destornillar y abrir cable puesto a tierra de carcasa.
4. Solicitar al depto. Mecánico que desacople el motor y quite tornillos de la base. Trasladar el motor al área de trabajo.
5. Realizar prueba de resistencia de aislamiento y resistencia ohmica a los devanados.
6. Cuidadosamente quitar el cople del motor y desarmarlo, cuidando de marcar las tapas.
7. Inspección y limpieza del rotor si es necesario barnizar.
8. Verificar el estado de los baleros y cambiarlos si es necesario.
9. Inspección y limpieza del estator, si es necesario barnizar y secar.
10. Armar motor, respetando las marcas que previamente se hicieron en las tapas, colocar cople.
11. Montar el motor en su base y aplicar pintura si es necesario.
12. Inspeccionar las terminales del motor y conectarlo, conectar el cable de puesta a tierra del motor.
13. Verificar que los ajustes de disparo por sobrecorriente sean adecuados en el interruptor.
14. Trabajar el motor en vacío, comprobando el sentido de giro, amperaje y vibraciones.
15. Solicitar al depto. Mecánico que acople el motor.
16. De acuerdo con el depto. de Operación, probar el motor con carga, comprobando amperaje y funcionamiento correcto.
17. Análisis de vibraciones por el depto. Mecánico.
18. Recoger herramienta y limpiar lugar de trabajo.
19. Retirar libranza.
20. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes y anotar el número de baleros.

4.4 Motores de 440V, Mayores de 10HP y Menores de 75HP.

2P 2X 2X 1X 2X

4.4.1 Instrucciones: Revisión General del Motor.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el arrancador sea bloqueado y colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de operación.
3. Desconectar el motor, marcando las terminales, también cable puesto a tierra.
4. Solicitar al depto. Mecánico que desacople el motor.
5. Trasladar el motor al área de trabajo y desarmarlo.
6. Realizar prueba de resistencia de aislamiento y resistencia ohmica a los devanados.
7. Inspección y limpieza del rotor.



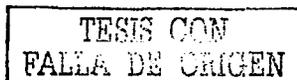
8. Verificar el estado de los baleros y cambiarlos si es necesario.
9. Inspección y limpieza del estator, barnizar y secar si es necesario.
10. Armar el motor y aplicar pintura si es necesario.
11. Trasladar y montar el motor en su base, efectuar prueba de resistencia de aislamiento.
12. Conectar el motor y el cable de puesta a tierra, verificando el estado de los cables de las terminales.
13. Verificar que los elementos térmicos instalados en el arrancador sean los adecuados.
14. Poner en servicio el motor, comprobando el sentido de giro, amperaje y vibraciones.
15. Solicitar al depto. Mecánico que acople el motor.
16. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
17. Probar el motor con carga, midiendo amperaje, las vibraciones y verificar su funcionamiento normal.
18. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes y anotar el número de baleros.

4.5 Motores de 440V 10HP y Menores.

2P 2X 2X 1X 2X

4.5.1 Revisión General del Motor.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el arrancador sea bloqueado y colocadas las tarjetas de libranza por el depto de operación.
3. Desconectar el motor, marcando las terminales, también cable puesto a tierra.
4. Desmontar y trasladar el motor al taller eléctrico, solicitando la intervención del depto. Mecánico cuando así se requiera.
5. Realizar prueba de resistencia de aislamiento y resistencia ohmica a los devanados.
6. Desarmar el motor cuidando de no dañar sus partes.
7. Inspección y limpieza del motor, verificar el estado de los baleros y cambiarlos si es necesario.
8. Inspección y limpieza del estator, barnizar y secar si es necesario.
9. Armar el motor y trasladarlo para su montaje, aplicar pintura si es necesario.
10. Conectar el motor y su cable de puesta a tierra, verificando el estado de las terminales.
11. Verificar que los elementos térmicos instalados en el arrancador sean los adecuados.
12. Probar el motor en vacío, comprobando sentido de giro, amperaje y funcionamiento normal.
13. Solicitar al depto. Mecánico que acople el motor, cuando así lo requiera.
14. Rodar el motor con carga, comprobando amperaje y funcionamiento.
15. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
16. Retirar libranza.
17. Llenar la orden de trabajo, anotando los datos de placa, número de baleros, resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.



4.6 Motores de Corriente Directa.

2P 2X 2X 1X 2X

4.6.1 Instrucciones: Revisión Parcial del Motor.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que la alimentación del motor este bloqueada y estén colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de Operación.
3. Limpieza exterior y de la caja de conexiones.
4. Verificar el estado del Portaescobillas y escobillas de carbón.
5. Verificar la presión de las escobillas y limpiar el conmutador.
6. Prueba de resistencia de aislamiento y resistencia ohmica.
7. Inspección de conexiones y reapriete.
8. Si el motor tiene graseras, lubricar.
9. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
10. Retirar libranza.
11. Llenar orden de trabajo, anotando los datos de placa, resultados de las pruebas y observaciones.

4.6.2 Revisión General del Motor.

8P 2X 2X 1X 2X

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que la alimentación del motor este bloqueada y estén colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de Operación.
3. Desconectar motor, marcando las terminales.
4. solicitar al depto. Mecánico desacoplar el motor.
5. Desmontar y trasladar el motor al área de trabajo.
6. Realizar prueba de resistencia de aislamiento y de resistencia ohmica.
7. Desarmar el motor cuidadosamente.
8. Inspección y limpieza del rotor y del conmutador.
9. Verificar el estado de los baleros, cambiarlos si es necesario.
10. Inspección y limpieza del campo (estator), si es necesario barnizar.
11. Verificar el estado del Portaescobillas y limpiar las escobillas de carbón.
12. Armar el motor, verificar la presión de las escobillas, aplicar pintura si es necesario.
13. Trasladar y montar el motor en su base, solicitar al depto. Mecánico que lo acople.
14. Poner en servicio el motor, comprobar el sentido de giro, amperaje y funcionamiento normal.
15. Retirar libranza.
16. Llenar la orden de trabajo, anotando los datos de placa, número de baleros, resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.7 Actuador Eléctrico-Válvula Electromática.

4P 2X 2X 2X 2X

4.7.1 Instrucciones: Revisión General.

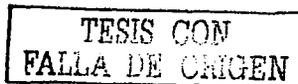
1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo eléctrico sea bloqueado y colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de Operación.
3. Solicitar intervención de los departamentos Mecánico y de Instrumentación, cuando así se requiera.
4. Inspección de la caja de control, verifica que no existan terminales con oxido, flameo o daño.
5. Limpieza general y reapriete de conexiones del circuito eléctrico completo. Sellar la caja de control.
6. Prueba de operación en forma manual desde el cuarto de control y en forma automática desde P.S. (interruptor de presión-puentear contacto de control).
7. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo
8. Retirar libranza.
9. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

4.8 Actuador Eléctrico Válvulas Motorizadas Limitorque.

8P 2X 2X 2X 2X

4.8.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo eléctrico sea bloqueado y colocadas las tarjetas de libranza por el depto. De operación.
3. Inspección y limpieza del compartimiento de interruptores límite y de par, así como de sus contactos.
4. Desconectar y desmontar motor.
5. Mantenimiento al motor si es necesario.
6. Lubricar el motor.
7. Verificar que los elementos térmicos instalados en el arrancador sean los adecuados.
8. Realizar prueba de funcionamiento, cuando sea posible en conjunto con el depto. De operación.
9. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
10. Retirar libranza.
11. Llenar la orden de trabajo, anotando los datos de placa, el número de los baleros, resultados de las pruebas y las observaciones que estimen convenientes.



4.9 Tableros Blindados de 4160V.

2P 2X 2X 2X 2X

4.9.1 Instrucciones: Revisión General.

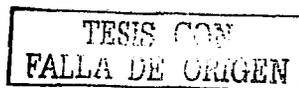
1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el bus este totalmente desenergizado por el depto. de operación y sean colocadas las tarjetas de libranza, asegurándose de la posición del ó de los interruptores involucrados.
3. Retirar tapas posteriores y colocar tierras de protección en las barras.
4. Realizar prueba de resistencia de aislamiento a las barras.
5. Inspección de limpieza en aisladores de barras.
6. Verificar sistema de tierras.
7. Realizar prueba de resistencia de aislamiento.
8. Limpieza general de tablero.
9. Inspección general de tornillería y cableado para localizar posibles puntos calientes.
10. Revisión de contactos de acoplamiento con interruptores y contactos auxiliares.
11. Lubricación del mecanismo de extracción y verificar su buen funcionamiento.
12. Inspección y limpieza de transformadores de corriente y de potenciales.
13. Quitar tierras de protección y colocar tapas posteriores.
14. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
15. Verificar que los relevadores de protección sean calibrados por la región de transmisión central.
16. Aplicar pintura, si es necesario por el depto. Civil.
17. Retirar libranza.
18. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

4.10 Tableros Blindados de 480V.

2P 2X 2X 2X 2X

4.10.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el bus se ha desenergizado y se han colocado las tarjetas de libranza por parte del depto. de Operación, tener precaución con los enlaces que pudieran alimentar al bus desde otras fuentes de alimentación.
3. Retirar cubiertas posteriores.
4. Colocar tierras de protección en las barras.
5. Realizar pruebas de resistencia de aislamiento de barras antes y después de realizar limpieza.
6. Inspección por posibles puntos calientes, aflojamiento y suciedad.
7. Limpieza y reapriete de conexiones de barras.
8. Inspección y limpieza de resistencias de calefacción y termostatos.
9. Reapriete de conexiones en tabillas de terminales.
10. Inspección y limpieza de comportamientos de interruptores, incluyendo contactos y mecanismo.
11. Inspección de conmutadores, voltímetros y amperímetros.



12. Inspección y limpieza de relevadores de control, botoneras y lámparas de señalización.
13. Inspección y puesta a tierra del tablero.
14. Retirar pruebas de protección y colocar cubiertas.
15. Verificar que los relevadores de protección sean calibrados por la región de transmisión central.
16. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
17. Energizar y normalizar equipo.
18. Retirar libranza.
19. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

4.11 Centro de Control de Motores CCM 440V.

2P 2X 2X 2X 2X

4.11.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el interruptor este abierto y tenga colocada la tarjeta de libranza por el depto. de Operación.
3. Extraer interruptor y verificar que los resortes están cargados.
4. Limpieza con aire a presión (no mayor de 3Kgr/cm^2) y trapo seco.
5. Revisión de cámaras de arqueo.
6. Revisión de tulipanes o dedos de contacto en su caso.
7. Revisión de contactos principales fijos y móviles, contactos auxiliares de control y de reposición.
8. Prueba de resistencia de aislamiento entre los contactos principales (cerrados) y amazón de interruptor aterrizado.
9. Realizar prueba de resistencia de contactos con el ducter.
10. Inspección y limpieza del mecanismo de operación.
11. Lubricación de partes móviles del mecanismo de operación.
12. Revisión del circuito eléctrico del interruptor.
13. Prueba funcional del interruptor.
14. Recoger herramienta y limpiar lugar de trabajo.
15. Retirar libranza.
16. Llenar orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

4.12 Interruptor Electromecánico en Aire para 480V.

1P 2X 2X 1X 2X

4.12.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el interruptor este abierto y con su tarjeta de libranza.
3. Quitar su alimentación de control y extraer el interruptor.
4. Limpieza con aire comprimido y trapo seco.
5. Inspección de cámaras de arqueo y placas aislantes (Barreras separadoras de polos).

6. Inspección y limpieza de contactos principales fijos y móviles. Si las pastillas de los contactos principales son menores de 1/32 de pulgada en espesor (0.75mm), los contactos principales deberán reponerse.
7. Inspección y limpieza de contactos de arqueado con el interruptor cerrado, verificar que la distancia entre los contactos de arqueado estacionarios y la barra central donde se soportan (los contactos), exceda (0.020"), de no ser así los contactos de arqueado deberán cambiarse.
8. Para los interruptores Federal Pacific, los contactos de arqueado deben hacer contacto antes de los contactos principales, dejando un claro entre estos de 0.050 a 0.065 pulgadas (1.3 a 1.6mm) si la distancia entre contactos fuera inferior a la especificada anteriormente, será necesario colocar una o varias calzas abajo del contacto de arqueado fijo.
9. Revisar lugares visibles para detectar posibles partes dañadas, pernos, tornillos, tuercas flojas, seguros, etc.
10. Lubricación de las partes móviles expuestas a fricción, de acuerdo con el instructivo.
11. Realizar prueba de resistencia de aislamiento del interruptor.
12. Medir resistencia ohmica de contactos con ducter.
13. Inspección de contactos de acoplamiento (dedos de contacto).
14. Prueba funcional tanto mecánica como eléctricamente, verificando operación de bloqueos mecánicos y eléctricos.
15. Verificar la calibración de la unidad de disparo con el amptector.
16. Verificar que las cámaras de arqueado y barreras estén debidamente instaladas y anotar número de maniobras del contador, si existe.
17. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
18. Retirar libranza.
19. Llenar orden de trabajo, anotando los resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.

4.13 Interruptor de Campo del Generador.

2P 2X 2X 1X 2X

4.13.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo se encuentra desenergizado y se han colocado las tarjetas de libranza por parte del depto. de Operación.
3. Desconectar el circuito de control y verificar que el mecanismo de cierre se encuentra descargado.
4. Eliminar el polvo acumulado en el interruptor con aspiradora, trapo limpio y trapo seco.
5. Revisión y limpieza de cámaras de arqueado con aire seco.
6. Revisión de contactos principales, verificando el desgaste.
7. Inspección y limpieza de contactos auxiliares.
8. Revisar los relevadores de control, contactores y resistencias de descarga del campo.
9. Verificar que las bobinas de cierre y disparo no tengan daños o señas de sobrecalentamiento, en caso de motor de cierre, revisarlo y limpiarlo.

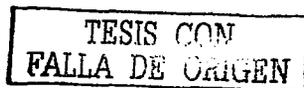
10. Efectuar prueba de resistencia de aislamiento con 500V entre contactos y contra el armazón.
11. Medir resistencia ohmica de los contactos con ducter.
12. Realizar pruebas de cierre y apertura, lubricar el mecanismo si es necesario.
13. Revisión y limpieza de la celda donde se aloja el interruptor, inspección y reposición de lámparas de señalización.
14. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
15. Retirar libranza.
16. Llenar orden de trabajo, anotando los resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.

4.14 Interruptor de Transferencia, Dos Tiros, para Sistema C.D.

2P 2X 2X 1X 2X

4.14.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo se encuentra desenergizado y se han colocado las tarjetas de libranza por parte del depto. de Operación.
3. Abrir el interruptor de seguridad para tener acceso al interior del cubículo.
4. Eliminar el polvo con trapo limpio, cuidando de no tocar la parte superior si esta energizado, utilizar una brocha si es necesario.
5. Revisar para detectar calentamiento excesivo, suciedad, flameos, aflojamiento y desalineamiento.
6. Checar las conexiones y cables.
7. Verificar la presión de sujeción y la correcta instalación del casquillo o navaja.
8. Cerrar la cubierta del interruptor y dejar el interruptor cerrado en la posición en que se encontraba.
9. Limpiar el área de trabajo.
10. Retirar libranza.
11. Llenar orden de trabajo y anotar las observaciones que se estimen convenientes.



4.15 Generador Eléctrico Enfriado con Agua e Hidrógeno.

2P 2X 2X 1X 2X

4.15.1 Instrucciones: Revisión Parcial.

1. Solicitar libranza.
2. Se habrá realizado la comprobación antes de su mantenimiento de la IMP 40146 mencionada a continuación.

Generador Eléctrico Antes de su mantenimiento

- Comprobar con detector si existen fugas de hidrógeno en los puntos siguientes:
 - Tapas.
 - Sello glándula de RTD'S.
 - Caja de conexiones principales.
 - Enfriador de hidrógeno.
 - Tablero de control de hidrógeno.
 - Portaescobillas.
 - Válvulas y tuberías del sistema de hidrógeno
 - Solicitar a operación los reportes referentes a datos de mantenimiento en operación de Generador Eléctrico.
 - Llenarla orden de trabajo, anotando los resultados y observaciones que se estimen convenientes.
3. Verificar que el generador ya no tenga hidrógeno en su interior y que la presión de aire dentro del mismo sea cero.
 4. Quitar las tapas de entrada hombre inferiores y las cubiertas de la caja de conexiones del generador.
 5. Inspección y limpieza de los bushings de alta tensión, tornillería y trenzas flexibles de conexión, eliminar residuos de humedad y aceite.
 6. Desconectar el generador y efectuar pruebas de resistencia de aislamiento fase por fase contra tierra y las tres fases contra tierra, utilizando Megger de 2500V.
 7. Revisión de chumaceras del generador por parte del depto. Mecánico.
 8. Inspección y limpieza de los transformadores de corriente, medir su resistencia de aislamiento.
 9. Reinstalar las tapas de entrada hombre inferiores del generador.
 10. Efectuar nuevamente prueba de resistencia de aislamiento al generador.
 11. Conectar el generador.
 12. Limpiar el área de trabajo.
 13. Retirar libranza.
 14. Llenar la orden de trabajo, anexando los resultados de las pruebas realizadas y anotar las observaciones que se estimen convenientes.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.16 Generador Eléctrico Enfriado con Agua e Hidrógeno.

8P 2X 2X 1X 2X

4.16.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza, y con ayuda del procedimiento ejecutar la revisión.
2. Se habrá realizado la comprobación de su mantenimiento IMP 40146 y se habrá terminado el desmontaje general IMP 40143.

Generador Eléctrico (Desmontaje General)

- Se habrán realizado las instrucciones de la IMP 40146.
- Quitar tuberías y accesorios de aceite externos.
- Desmontaje de la cubierta del porta escobillas y de la base.
- Desmontaje de las tapas superiores y exteriores.
- Desmontaje de las cubiertas superiores de la chumacera.
- Desensamblar las chumaceras.
- Desmontar enfriadores de hidrógeno.
- Preparativos para extracción del rotor.
- Extracción del rotor.
- Llenar la orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

3. Revisión del estator y limpieza (asegurarse de aterrizar el estator).

- Bobinas.
- Efectuar revisión de cuñas flojas y medición de profundidades en cuñas de inspección.
- Amarres y rellenos entre bobinas.
- Soporte de bobinas y amarres de soportes.
- Mangueras de agua y conexiones (chechar fugas).
- Núcleo y partes adyacentes.
- Medida de resistencia de aislamiento con agua y sin agua.
- Inspección y limpieza de los anillos sellos de hidrógeno (AIR-GAP).

4. Revisión y limpieza de la caja de conexiones principales.

- Bushings de alta tensión.
- Aislamientos.
- Trenzas flexibles.
- Tapas.
- Compartimiento del neutro del generador.
- Transformadores de corriente.

5. Revisión y limpieza del rotor.

- Anillos deslizantes, medición de excentricidades.
- Anillos de retención (campanas) efectuar inspección ultrasónica.
- Muñones y copie por el depto. Mecánico.
- Cuñas y pesos de balance del rotor.
- Prueba de hermeticidad del rotor.
- Prueba de resistencia de aislamiento y de resistencia ohmica.

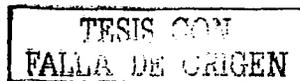
6. Revisión de enfriadores de hidrógeno por el depto. Mecánico.
7. Revisión de chumaceras y sellos de hidrógeno por el depto. Mecánico.
8. Revisión del estado de aislamiento de las chumaceras y de los sellos de aceite.
9. Efectuar otra prueba de resistencia de aislamiento y factor de potencia antes de conectar el generador.
10. Solicitar aplicar pintura al depto. Civil, si es necesario.
11. Retirar libranza.
12. Llenar la orden de trabajo, anexando los resultados de las pruebas, trabajos realizados y las observaciones que se estimen convenientes.

4.17 Portaescobillas de Generadores Eléctricos.

1P 2X 2X 1X 2X

4.17.1 Instrucciones: Revisión Parcial.

1. Solicitar libranza.
2. Revisión y limpieza de anillos colectores.
 - Verificar que no haya rugosidades en la superficie, ni substancias adheridas a la superficie.
 - Medición de resistencia de aislamiento antes y después de la limpieza.
 - Eliminar todo el polvo de carbón de los anillos y su periferia, usar trapo limpio y seco que no contenga aceite.
3. Portaescobillas.
 - Verificar que no haya aflojamiento de postes y tornillos.
 - Medición del claro entre portaescobilla y anillo deslizante, ajustar en caso necesario a 3mm.
4. Escobillas de carbón.
 - Inspeccionar la superficie de las escobillas para detectar posibles daños por vibración, superficie vidriada, picada, etc.
 - Verificar que corra libremente la escobilla dentro del portaescobillas.
 - Revisar el tamaño de la escobilla (desgaste).
 - Inspeccionar las conexiones para detectar calentamientos anormales, coloración o daños.
 - Verificar la presión de la escobilla de carbón, la presión adecuada esta entre 120 a 150Gmm/cm².
5. Revisar y limpiar el filtro de aire de enfriamiento del portaescobillas, cambiar filtro si es necesario.
6. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
7. Retirar libranza.
8. Llenar la orden de trabajo, anexando los resultados de las pruebas, trabajos realizados y las observaciones que se estimen convenientes.



4.18 Inversor.

1P 2X 2X 1X 2X

4.18.1 Instrucciones: Revisión General.

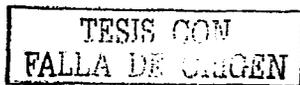
1. Solicitar libranza.
2. Asegurarse de que el equipo sea apagado de la siguiente forma:
 - Colocar el interruptor del inversor en la posición apagado.
 - Abrir el interruptor de entrada de C.A.
 - Abrir el interruptor de entrada de C.D.
 - La carga que alimenta el inversor, quedará alimentada por By-Pass (Regulador de voltaje de 5Kva).
3. Limpieza general del tablero y filtros de aire con aspiradora y trapo limpio. (Precaución, puede haber voltajes peligrosos aun si la unidad se encuentra desconectada debido a capacitores que todavía retengan su carga).
4. Reapriete de tornillería en tabillas y demás aparatos
5. Inspección de fusibles y portafusibles.
6. Inspección y limpieza de interruptores termomagnéticos.
7. Revisión y prueba de capacitores.
8. Inspección y limpieza a tarjetas de control.
9. Inspección y limpieza de transformadores.
10. Inspección de relevadores de control.
11. Energizar el inversor, de acuerdo con las instrucciones en la puerta del mismo.
12. Verificar que el inversor este operando de acuerdo con las especificaciones.
13. Recoger la herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
14. Retirar libranza.
15. Llenar la orden de trabajo, anotando las observaciones que se estimen convenientes.

4.19 Transformadores Tipo Seco.

6M 1X 0X 2X 2X

4.19.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el transformador es desenergizado y colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de operación.
3. Inspección y limpieza con aire comprimido y trapo seco.
4. Realizar prueba de resistencia de aislamiento y medir resistencia ohmica, TTR.
5. Inspección y limpieza y reapriete de conexiones, incluyendo derivaciones.
6. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
7. Retirar libranza.
8. Llenar la orden de trabajo, anotando los datos de placa, resultados de las pruebas y observaciones que se estimen convenientes.



4.20 Generador Diesel de Emergencia.

8P 2X 2X 1X 2X

4.20.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo esta completamente desenergizado y que han sido colocadas las tarjetas por el depto. de Operación.
3. Limpieza exterior.
4. Desmontar ensamble de diodos, estator y rotor del excitador, marcar perfectamente las partes.
5. Realizar prueba de resistencia de aislamiento a los devanados del excitador y limpieza.
6. Efectuar prueba de resistencia de aislamiento a los devanados y limpieza.
7. Ensamblar todas las partes del generador. respetando las marcas, reapriete las terminales.
8. Realiza una prueba de operación para detectar alguna anomalía como ruido, calentamiento o vibración anormal.
9. Recoger herramienta.
10. Retirar libranza.
11. Llenar orden de trabajo, anotando los resultados de las pruebas.

4.21 Sistema Eléctrico Generador Diesel De Emergencia U-4.

8P 2X 2X 1X 2X

4.21.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo esta aislado y que están colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de Operación.
3. Tablero de control girador diesel de emergencia.
 - Limpieza general del tablero con aspiradora y trapo limpio (quitar las abiertos).
 - Revisión y limpieza del contactor de control.
 - Reapriete de tornillería en tabillas y demás aparatos.
 - Inspección de fusibles y portafusibles.
 - Inspección y limpieza de interruptores termomagnéticos.
 - Inspección y limpieza de la resistencia calefactora.
 - Verificar el estado de los aparatos de medición.
4. Sistema Eléctrico.
 - Inspección y limpieza del motor de arranque (marcha).
 - Inspección, limpieza y reapriete de conexiones en la máquina, en el motor de arranque y demás dispositivos de protección.
 - Inspección de la resistencia precalentadora de agua del motor diesel.
5. Realizar una prueba de operación, verificando que no haya anomalías.
6. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
7. Retirar libranza.
8. Llenar orden de trabajo, anotando los resultados de las pruebas.

4.22 Inversor Estático Sola Basic.

8A 1X 0X 2X 2X

4.22.1 Instrucciones: Revisión General.

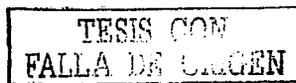
1. Solicitar libranza.
2. Asegurarse de que el equipo se ha apagado de la siguiente forma:
 - Colocar el interruptor del inversor en la posición apagado.
 - Abrir el interruptor de entrada de C.A.
 - Abrir el interruptor de entrada de C.D.
 - Cerrar el interruptor de doble tiro para dejar la carga energizada directamente de la línea.
3. Limpieza general del tablero con aspiradora y trapo limpio. (Precaución, puede haber voltajes peligrosos aun si la unidad se encuentra desconectada debido a capacitares que todavía retengan carga).
4. Reapriete de tornillería en tablillas y demás aparatos.
5. Inspección de fusibles y portafusibles.
6. Inspección y limpieza de interruptores termomagnéticos
7. Revisión y prueba de capacitores.
8. Inspección y limpieza a tarjetas de control.
9. Inspección y limpieza de transformadores.
10. Inspección de relevadores de control.
11. Abrir el interruptor de doble tiro y energizar el inversor, de acuerdo con las instrucciones indicadas en la puerta del mismo.
12. Verificar que el inversor esta operando, de acuerdo con las especificaciones.
13. Recoger herramienta y limpiar el lugar de trabajo.
14. Retirar libranza.
15. Llenar orden de trabajo.

4.23 Procedimiento para la Inspección y Revisión a Cubiculo de Tirystores (A,B,C).

1P 2X 2X 1X 2X

4.23.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza y verificar que sean colocadas las tarjetas de libranza por parte del depto. de operación.
2. Desenergizar la electrónica del regulador automático de tensión (AVR) bajando los interruptores termomagnéticos en la secuencia que se indica a continuación: F25, F22, F33, F31, F36, F19, F17, F15, F13 y F11.
3. Desenergizar las dos alimentaciones de 250 Vcd, la alimentación 3X460 Vca de cebado y la alimentación de 3X460 Vca auxiliar al tablero.
4. Verificar que los filtros de aire estén libres de suciedad.
5. Quitar tornillería y retiro de acrílico transparente de 5mm, de espesor de protección al convertidor de potencia.
6. Inspección visual y limpieza con aspiradora a todas las partes accesibles del cubiculo de tirystores para eliminar polvo.
7. Limpieza con aire seco a presión (no mayor de 3Kg/cm²) y trapo seco.
8. Revisión de micro-switch de protección del fusible del tirystor.



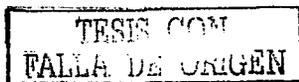
9. Verificar que las terminales del micro-switch de protección del fusible, no se encuentren flojas ni fuera de su lugar.
10. Inspección visual de los conductores que alimentan a la compuerta del rectificador controlado por silicio.
11. Revisión de fusibles de protección F05 y F29 de cada cubículo de tiristores.
12. Limpieza a disipadores de calor, ensambles de tiristores, verificando la continuidad de los protistores de diseño cuadrados.
13. Inspección de cableado y reapriete de conexiones en general en los cubículos.
14. Verificar cables de puesta a tierra del tablero.
15. Verificar que las puertas habrán y cierren perfectamente.
16. Poner E/S las alimentaciones de 250 Vcd y 460 Vca al tablero.
17. Energizar la electrónica del regulador automático de tensión subiendo los interruptores termomagnéticos en la secuencia que se indica a continuación: F11, F13, F15, F17, F19, F23, F25, F31, F33 y F36.
18. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
19. Retirar libranza.

4.24 Cubículo de Excitación Inicial.

1P 2X 2X 1X 2X

4.24.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza y verificar que sean colocadas las tarjetas de libranza por parte del depto. de operación.
2. Desenergizar la electrónica del AVR según secuencia que se indica a continuación: F25, F23, F33, F31, F36, F19, F17, F15, F13 y F11.
3. Inspección visual y limpieza con aspiradora a todas las partes accesibles del cubículo de excitación inicial.
4. Revisión del transformador de excitación inicial (T03) verificando su reapriete de todas sus conexiones.
5. Revisión de la resistencia de desexcitación, cuidando el reapriete de todas sus conexiones.
6. Revisión y pruebas del puente de diodos (V03) de la excitación inicial.
7. Revisión y contactos principales, auxiliares y contacto de desexcitación del interruptor de campo, incluyendo reapriete de conexiones en general.
8. Realizar pruebas con el interruptor de campo, cerrarlo en forma manual, ver que el gatillo mecánico mantenga cerrado el interruptor y cierra perfectamente sus contactos principales y auxiliares.
9. Inspección de contactos principales de la quebradora de campo de excitación inicial (Q03).
10. Verificar el ajuste del contacto de desexcitación según instructivo de ABB.
11. Revisión y reapriete de conexiones del shunt y las zapatas de salida de bus (+) y (-) hacia el campo.
12. Revisión de resistencias y fusibles de protección F04.
13. Verificar que los puertos abran y cierren perfectamente.
14. Energizar la electrónica del AVR según secuencia que se indica a continuación: F11, F13, F15, F17, F19, F23, F25, F31, F33 y F36.



15. Recoger herramienta y limpiar área de trabajo.
16. Retirar libranza.

4.25 Cubículo de Potenciales y Protección.

4P 2X 2X 1X 2X

4.25.1 Instrucciones: Revisión General.

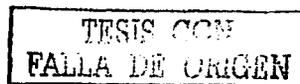
1. Solicitar libranza.
2. Verificar que el equipo se encuentre desenergizado y sean colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de Operación.
3. Extraer los transformadores de potencial y aterrizar el bus en cada sección.
4. Limpieza con aspiradora y trapo seco en cada cubículo
5. Revisión, limpieza y prueba de capacitores.
6. Revisión, limpieza y prueba y apartarrayos.
7. Revisión, limpieza de fusibles y porta-fusibles.
8. Revisión, limpieza y pruebas de transformadores de potencial.
9. Reapriete de tornillería en tablillas y conexiones.
10. Verificar la puesta a tierra de las secciones.
11. Retirar cables de tierra del bus y verificar que los gabinetes cierren perfectamente (sin lastimar cables de control).
12. Recoger herramienta y limpiar área de trabajo.
13. Retirar libranza.
14. Llenar orden de trabajo anotando los resultados de las pruebas y las observaciones que se estimen convenientes.

4.26 Tableros Duplex o de Relés de Protección.

8P 2X 2X 2X 2X

4.26.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Inspección visual para detectar evidencia de sobrecalentamiento, cables dañados, cables sueltos etc.
3. Limpieza con aspiradora y trapo limpio.
4. Reapriete general de tornillería en tablillas y conexiones, así como efectuar reacondo de cables.
5. Verificar puesta a tierra del tablero.
6. Revisión y calibración de relevadores de protección por la RTC.
7. Verificar que estén colocadas las cubiertas de relevadores y aparatos de medición.
8. Revisión de conmutadores de control y lámparas de señalización, si existen.
9. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
10. Retirar libranza.
11. Llenar orden de trabajo, anotando los trabajos realizados y las observaciones que se estimen convenientes.

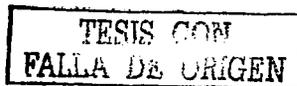


4.27 Cargadores de Baterías 250 Vcd Tipo Duplex.

2P 2X 2X 1X 2X

4.27.1 Instrucciones: Revisión General.

1. Solicitar libranza.
2. Verificar que sea bloqueada la alimentación de C.A., se abra el interruptor de C.D. y sean colocadas las tarjetas de libranza por el depto. de operación.
3. Quitar las cubiertas del tablero a inspeccionar.
4. Limpieza general con aspiradora y trapo seco.
5. Inspección de reóstato de ajuste y su mecanismo.
6. Inspección de circuitos electrónicos y unidad rectificadora
7. Reapriete de conexiones verificando que no haya cables dañados.
8. Inspección de aparatos de medición.
9. Inspección de interruptores, conmutadores y lámparas de señalización.
10. Colocar cubiertas en su lugar, verificando su hermeticidad
11. Energizar el tablero y verificar el voltaje de flotación y el voltaje de igualación, ajustar solo si es necesario voltaje de flotación recomendado 258 Vcd, voltaje de igualación recomendado 280 Vcd.
12. Recoger herramienta y limpiar el área de trabajo.
13. Retirar libranza.
14. Llenar orden de trabajo, anotando los trabajos realizados y las observaciones que se estimen convenientes.



CAPÍTULO V. APLICACIÓN DE LA NORMA ISO-9002.

5.1 ¿Qué es una Norma? ¿Para qué sirve?

Una norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma. Además, deben aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido.

Las normas son la herramienta fundamental para el desarrollo industrial y comercial de un país, ya que sirven como base para mejorar la calidad en la gestión de las empresas, en el diseño y fabricación de los productos, en la prestación de servicios, etc., aumentando la competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

5.1.1 ¿Quién Elabora las Normas?

De acuerdo con la propia definición de norma, estas son documentos elaborados por consenso entre todas las partes interesadas.

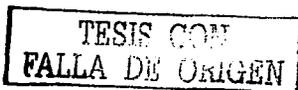
En la estructura de AENOR existen unos órganos técnicos, denominados Comités Técnicos de Normalización (AEN/CTN), que estudian y plantean las necesidades de cada sector y elaboran y aprueban los proyectos de normas que posteriormente se publican como normas UNE.

Los AEN/CTN están constituidos por un Presidente, un Secretario perteneciente a alguna asociación empresarial, y una serie de vocales de todas aquellas entidades que tienen interés en la normalización de un tema en concreto (fabricantes, Administración, consumidores, laboratorios, centros de investigación, AENOR,...).

La Normalización en el Mundo

En el ámbito internacional existen dos organismos de normalización: la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), responsable de la elaboración de normas internacionales sobre electrotecnia y electrónica, y la Organización Internacional de Normalización ISO que cubre el resto de sectores de actividad. ISO e IEC comparten la responsabilidad de la elaboración de las normas relativas a las Tecnologías de la Información.

El objetivo de estas organizaciones es fomentar el desarrollo en el mundo de las actividades de normalización, con el fin de facilitar los intercambios de bienes y servicios entre países y una estrecha cooperación en los campos intelectual, científico, técnico y económico. La Organización Mundial del comercio (OMC) recomienda la utilización de estas normas en las transacciones comerciales.



Pirámide Documental

Es el soporte físico sobre el que se asienta el sistema de gestión de la calidad, consta de: Manual de Calidad, Procedimientos, Instrucciones técnicas.

En el Manual de Calidad se encuentran entre otras cosas: La presentación (historia) y descripción de la empresa (localización, personal, organigrama, etc.), la misión y visión, las líneas generales que se plantea como estrategia sobre la que definir objetivos, en definitiva, todo aquello que constituye la política de calidad de la empresa; también se incluye un breve resumen de los procedimientos de calidad. El Manual de Calidad debe ser un documento de presentación de la empresa que se enseña a los clientes. Debe tener una imagen cuidada.

Los Procedimientos, resumidos en el Manual de Calidad en forma de "imagen hacia el cliente" y no redactados de forma técnica, son considerados individualmente en este nivel de documentación. Ahora sí deben redactarse de forma correcta, de manera que incluyan todos los aspectos que indica la norma para cada uno de ellos y que representen, al fin y al cabo, exactamente como se hacen las cosas en la empresa: desde como se gestionan las quejas y reclamaciones, como se evalúan los proveedores, como se transforma el producto o el servicio que realiza la empresa, hasta como se detectan y se corrigen errores. La norma detalla cada uno de los procedimientos que se deben incluir en el Sistema de Calidad de una empresa pero no nos dirá que debe contener cada uno de ellos para cada caso particular, eso debe decirlo la propia empresa que está implantando su Sistema de Gestión de la Calidad.

Las Instrucciones Técnicas, el nivel más bajo en la pirámide documental, constituye la información técnica sobre la que se basan algunos de los procedimientos de la empresa. Aquí están incluidos todos los Registros del Sistema de Calidad (formularios de reclamaciones, de compras internas o externas, de resultados de métodos preventivos de corrección de errores, etc.), así como las instrucciones necesarias para el funcionamiento de una determinada máquina, la normativa externa (de cualquier tipo) que debe cumplir la empresa, etc. Deben redactarse (en el caso de manuales de funcionamiento de máquinas o de metodologías a seguir) de forma que cualquier experto en el tema pueda realizar la tarea sin necesidad de consultar ninguna otra fuente que no sea la propia instrucción técnica.

5.1.2 Vocabulario.

Norma: En general, las normas de aseguramiento de la Calidad ISO 9000.

Sistema de Gestión de la Calidad: Sin entrar en una precisa definición técnica se puede decir que es el conjunto de reglas y forma de trabajo que debe seguir una empresa para cumplir la filosofía y estrategias que se ha definido y lograr los productos o servicios que sus clientes reclaman.

Suministrador: Es la empresa que pretende implantar un Sistema de Gestión de la Calidad.

Auditoría: Puede ser externa o interna. Es una revisión del Sistema de Calidad de una empresa. Si es externa, un auditor visita la empresa y comprueba si las actividades de la empresa se corresponden con lo que se describe en el Sistema de Calidad.

Certificación: Proceso mediante el cual una empresa consigue el llamado certificado de calidad bajo la norma ISO 9001 o ISO9002 (dependiendo de si tiene o no diseño en su proceso productivo respectivamente). Esta certificación la otorga un organismo que realiza una serie de auditorías a la empresa para comprobar si cumple con lo dispuesto en su Sistema de Calidad y si éste cumple a su vez con la norma. En cada país el organismo que certifica a las empresas es distinto o hay varios (en España el más importante es AENOR).

Consultor: Persona encargada por la empresa para que implante y desarrolle el Sistema de Calidad y consiga la certificación de la empresa por parte del organismo competente de certificación.

Director o Jefe de Calidad: Persona de la empresa que se encarga de todo lo referente a la Calidad. Juega un papel de organizador de todas las partes de la empresa, establece las adecuadas sinergias entre las partes, comprueba, mejora y vigila el correcto cumplimiento del Sistema de Calidad instaurado. Como la Calidad afecta a prácticamente toda la empresa, debe ser una persona que dependa directamente de la dirección para que disponga de la suficiente autonomía e imparcialidad.

Documentos: Manual de Calidad, Procedimientos, Instrucciones Técnicas, instrucciones de fabricantes, cualquier tipo de normas.

Datos: Listas de clientes, proveedores o empleados; listas de normas, encuestas, planificación.

Registros de la Calidad: Quejas interpuestas por los clientes, certificados, revisiones, verificaciones, pedido.

Formato: Es el soporte físico que una vez cumplimentado constituye un registro.

No conformidad: En Calidad no existen cosas que están mal hechas sino "no conformidades"; cualquier no conformidad con el Sistema de Gestión de la Calidad debe ser tratada por un método que la detecte, corrija y evite que vuelva a producirse. Cualquier Sistema de Gestión de Calidad debe poseer un buen método de detección, análisis y corrección de posibles no conformidades.

Plan de Calidad: Un plan de Calidad no es más que una planificación con fechas, responsables, tareas a realizar y objetivos a conseguir de cualquier aspecto relacionado con el Sistema de Calidad, ya sea la propia implantación del Sistema, la obtención de la certificación por la norma ISO-9000, o cualquier otro tipo de actuación relacionado con el Sistema.

5.2 Historia y Desarrollo del ISO-9000.

De manera general puede decirse que en los países desarrollados, se está consolidando, la tendencia condicionar la aceptación de bienes y servicios al cumplimiento de Leyes, Reglamentos y Normas, que se suponen incluyen conceptos formulados con el propósito de proteger a los consumidores en su salud y en su seguridad evitando el deterioro del medio ambiente, lo cual están haciendo extensivo a los productos y/o servicios que proceden de fuera de sus fronteras.

Aunque la palabra ISO podría pensarse que viene de las siglas de la institución que crea la norma, Internacional Standard Organization, se dice que se usa por su significado en latín, que quiere decir igual o equivalente, ya que esa es la función de la norma, establecer parámetros de igualdad o equivalencia en los procesos de producción. ISO-9000 es una norma internacional de aseguramiento de calidad, que describe elementos para establecer y mantener sistemas de calidad en una empresa. Con ella, se asegura que un producto o servicio, cumpla con las expectativas de la calidad de los clientes de cualquier parte del mundo.

La serie de normas de calidad ISO, cuenta con varios modelos, que no son consecutivos ni representan niveles de calidad. Se identifican con diferentes números, por que se refieren a distintos procesos.

Hasta 1999 se tiene:

ISO-9001: Se refiere al sistema de calidad. Modelo para aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

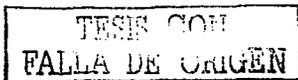
ISO-9002: Es el modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e instalación.

ISO-9003: Es el modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y prueba final".

Como ya se menciona no es consecutiva, ni es necesario obtener primero el cumplimiento de una, para el cumplimiento de la otra. Existen otras como la ISO-10011, que se refiere a las auditorías y directrices que se utilizan para auditar los sistemas de calidad. También están las normas ISO-14000, referentes a la protección ambiental, entre otras.

Antes de examinar los antecedentes de la norma internacional, vale la pena estudiar el porque se consideró necesario desarrollar en una forma sistemática, un enfoque aceptado internacionalmente con respecto a la administración de la calidad.

Una compañía o empresa puede tener muchas metas y objetivos pero la característica fundamental de una compañía exitosa es que está en el negocio de generar ganancias al mismo tiempo que satisface las necesidades de sus clientes. La finalidad de la dirección debe ser identificar estas necesidades, trazar formulas para lograr y establecer métodos para verificar que el resultado final cumple con la necesidad original. Además que existan sistemas para mejorar el rendimiento de la organización mediante modificaciones a cómo provee sus productos o servicios.



Esto es de hecho el concepto básico sobre el cual se han desarrollado los sistemas de administración de la calidad que operan actualmente.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el comercio militar fue un elemento muy importante de la economía del Reino Unido y de los estados Unidos. El requerimiento de productos "adecuados para el uso", obtenidos a un precio económico y realista, significó que la rama militar encargada de estas negociaciones, tomara un interés cada vez mayor en el control de la calidad y la eficiencia de sus proveedores.

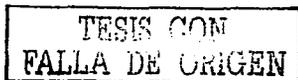
Esta situación en América trajo como consecuencia que se desarrollaran una serie de normas militares con referencia a requerimientos de compra esbozando una estructura para la administración de calidad que no sólo intentaba verificar que la producción total fuese correcta, sino que al mismo tiempo trata de minimizar problemas durante la producción, asegurando que se hubiese ejercido control en las materias primas utilizadas por la compañía.

Para asegurar que las compañías cumplieran con estos requerimientos de "sentido común", estas fueron sometidas a auditorías. En el Reino Unido, el Ministerio de defensa, basó sus sistemas de adquisiciones en aquellos utilizados por nato en Estados Unidos, así se desarrolló la serie 05-20, normas para el comercio militar. En Estados Unidos estos requerimientos estaban expuestos en MIL-Q-9858 y MIL-I-4508.

A principios de los años 70's un sinnúmero de organizaciones industriales, pusieron en evidencia los beneficios de adoptar un planteamiento normalizador para la administración de calidad, distinto de control de calidad. Más o menos al mismo tiempo, una gran cantidad de las organizaciones industriales, particularmente la industria nacionalizada, comenzaba a usar enfoques similares para la adquisición de sus plantas y equipos. Estos sistemas se desarrollaron de una manera similar a los explicados anteriormente, pero inevitablemente con pequeñas diferencias.

En 1979 las compañías que se utilizaban estas normas de evaluación se reunieron con el objeto de revisarlas, esto resultó en la primera publicación de una norma nacional. Durante los años siguientes, las compañías más grandes modificaron sus propios sistemas para alinearlos con esa norma; de esta manera se aseguraba que hubiese una base común para auditorías y evaluación a través de todo el Reino Unido. El gran significado de esto fue, por supuesto, apreciado a nivel internacional, es así que en el año de 1987, con considerable aportación de estos países, se publicó la serie ISO-9000.

Actualmente, más de 100 naciones han adoptado ISO-9000 como la base de sus propias normas nacionales de Sistema de Calidad. Las normas ISO se revisan y actualizan en ciclo de tres años. Las revisiones no cambian dramáticamente, y comúnmente clarifican muchos de los requerimientos previos. El cambio más significativo es, que cada cláusula requiere ahora un procedimiento documentado.



El término "Calidad" se usa ahora de diferentes maneras, y para asegurar que hay un común entendimiento para la auditoría, es necesario establecer los siguientes puntos:

- Calidad es Idoneidad para el uso.
- Calidad es Conformidad con los requisitos.
- Calidad es Dependiente del usuario.

Si aceptamos que es necesario saber, cuales son los requerimientos para así elaborar un producto o servicio que cumpla con estos requisitos, quizá debamos considerar que la calidad no depende del productor, sino del usuario

5.3 ¿Qué es un Sistema de Calidad?

De acuerdo al vocabulario definido por ISO-8402 Vocabulario de sistemas de Calidad es:

- "Estructura organizacional, procedimientos, procesos y recursos para implantar la administración de la calidad".

Lo anterior quiere decir que un sistema de calidad está representado por la organización que cuenta con los recursos necesarios y los procesos que describen cada una de las actividades y operaciones de cada proceso, lo cual asegura que los servicios proporcionados cumplan con la calidad establecida.

5.4 ¿Cómo están Integradas las Normas?

Son un conjunto de 5 documentos que están integrados de la siguiente manera:

ISO-9000: Es una guía que sirve para la selección y uso de normas de aseguramiento y administración de la calidad.

ISO-9001: Sistemas de la Calidad. Modelo para el aseguramiento de la Calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.

ISO-9002: Sistemas de la Calidad. Modelo para el aseguramiento de la Calidad en la producción, la instalación y el servicio postventa.

ISO-9003: Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la Calidad en la inspección y los ensayos finales.

ISO-9004: Es una guía que sirve para comprender y entender los requisitos y conceptos de las normas certificables.

La obtención de un certificado ISO-9001, ISO-9002 o ISO-9003 dependerá de las características de la compañía y debe entenderse como el cumplimiento de la Norma ISO-9000 en general.

Normalmente las empresas se certifican por la norma ISO-9001 o por la ISO-9002 dependiendo de si su proceso productivo implica una etapa de "diseño" (ISO-9001) o no (ISO-9002) respectivamente; aunque una empresa que haga diseño puede ir a la certificación de sólo una parte de la misma (por ejemplo la comercialización de los productos) y en ese caso podría certificarse por la 9002.

5.4.1 Elementos que Contienen las Normas Certificables.

ISO-9001 cuenta con 20 elementos.

ISO-9002 cuenta con 19 elementos.

ISO-9003 cuenta con 16 elementos.

A continuación se presenta una tabla donde se puede observar lo antes mencionado:

LAS NORMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD ISO-9000 Y SUS ELEMENTOS

ELEMENTO	ISO-9001	ISO-9002	ISO-9003
1. Responsabilidad de la Dirección.	1	1	1
2. Sistema de Calidad.	2	2	2
3. Revisión de Contrato.	3	3	3
4. Control de diseño.	4	X	X
5. Control de Documentos y Datos.	5	5	5
6. Adquisiciones.	6	6	X
7. Control de Productos Proporcionados por el Cliente.	7	7	7
8. Identificación y Rastreabilidad de producto.	8	8	8
9. Control de Proceso.	9	9	X
10. Inspección y Prueba.	10	10	10
11. Control de Equipo de Inspección, Medición y Prueba.	11	11	11
12. Estado de Inspección y Prueba.	12	12	12
13. Control de Producto No Conforme.	13	13	13
14. Acción Correctiva y Preventiva.	14	14	14
15. Manejo, Almacenamiento, Empaque, Conservación y Entrega.	15	15	15
16. Control de Registros de Calidad.	16	16	16
17. Auditorías de Calidad Internas.	17	17	17
18. Capacitación.	18	18	18
19. Servicio.	19	19	X
20. Técnicas Estadísticas.	20	20	20

5.5 La Norma ISO-9002.

La norma ISO-9002 consiste en la evaluación exhaustiva de una empresa, abarcando todos los aspectos relativos a la producción de bienes. El examen realizado por institutos de certificación independientes supone que la obtención por parte de la empresa solicitante de un Certificado de Calidad de absoluto prestigio, reconocido en todo el mundo, el cual acredita la implementación y funcionamiento de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

El certificado ISO-9002 garantiza no solamente la calidad del producto acabado, sino también un control total durante el proceso de producción. Para ello, cada fase del proceso productivo es examinada mediante reglas de procedimiento que garantizan la correcta ejecución de cada operación. La inspección se extiende desde la adquisición de materias primas, hasta el control de su manipulación, métodos de producción, control de calidad, organización administrativa, ventas y atención de reclamaciones de clientes.

La obtención del certificado de calidad ISO-9002 obliga al estricto cumplimiento de una serie de requisitos. El organismo encargado de la evaluación examina los documentos en los que se describe el sistema de aseguramiento de la calidad y ejecuta a continuación la inspección mediante una auditoría. Si la empresa satisface todos los requisitos, obtiene acto seguido la certificación ISO-9002. No obstante, la empresa se encuentra sujeta a una inspección anual del sistema, aparte de una inspección general cada tres años.

La ISO-9002 es la segunda Norma contractual. La ISO-9002 fue diseñada para Empresas que no diseñan sus productos o servicios. En gran medida a una versión de la ISO-9001 sin la inclusión del subcapítulo 4. Control del diseño. Está estructurada en un total de 19 subcapítulos bajo el capítulo 4. Requisitos del Sistema de Calidad, que cubre las principales funciones que afectan la Calidad. Estos son:

5.5.1 Elementos del Sistema de Calidad ISO-9002.

1. Responsabilidad Gerencial

La Dirección del proveedor con responsabilidades ejecutivas debe definir y documentar su política de calidad incluyendo los objetivos para la calidad y su compromiso con la calidad. La política de calidad debe ser congruente con las metas organizacionales del proveedor y las expectativas y necesidades de sus clientes. El proveedor debe asegurarse de que esta política sea entendida, implantada y mantenida en todos los niveles de la organización.

Los aspectos relevantes de este elemento son:

- La Dirección de la empresa debe establecer formalmente su política de calidad y los objetivos que la sustentan deben ser congruentes con las metas de la empresa.

- La Dirección de la empresa debe asegurar que la política sea difundida, entendida y mantenida por la organización.
- La Empresa debe documentar formalmente la organización y describir las funciones y responsabilidades de cada persona que afecta la calidad.
- La Empresa debe contar con los recursos necesarios para implantar el Sistema de Calidad.
- La Dirección de la empresa debe designar un responsable para la coordinación, implantación, y revisión del Sistema de Calidad.
- La Empresa debe revisar la implantación de su Sistema de Calidad en base a intervalos preestablecidos de tiempo.

2. Sistema de Calidad

El proveedor debe establecer, documentar y mantener un Sistema de Calidad como medio que asegure que el producto es conforme con los requisitos especificados. El proveedor debe preparar un manual de calidad congruente con los requisitos de esta norma. El Manual de Calidad debe incluir o hacer referencia a los procedimientos del Sistema de Calidad y describir la estructura de la documentación usada en el sistema de calidad.

Aspectos relevantes:

- Es necesario definir los niveles de documentación que han de estructurar el Sistema de Calidad.
- Es necesario elaborar un Manual de Calidad que sea congruente con los elementos de la norma de referencia y describa que es lo que hace la empresa para cumplir con los requerimientos establecidos.
- Es necesario desarrollar los procedimientos de cada área de la empresa involucrada en el Sistema de Calidad.
- El plan de calidad debe contemplar las etapas, actividades, responsabilidades y documentación que se llevan a cabo para asegurar la calidad del producto.
- Es necesario definir una metodología para la implantación del Sistema de Calidad.

3. Revisión de Contratos

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la revisión de contrato y para la coordinación de estas actividades.

Aspectos relevantes:

- Es necesario identificar los responsables de la recepción o aclaración de los datos de los contratos o pedidos.

- Es importante definir las líneas de comunicación entre la empresa y el cliente para la recepción de contratos.
- Es necesario identificar si existe la capacidad para cumplir en calidad, cantidad, costo y tiempo.
- Es importante establecer las medidas para resolver diferencias entre lo establecido por escrito y lo solicitado por el cliente.

4. Control de Diseño

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar y verificar el diseño del producto, con el fin de asegurar que se cumplan los requisitos especificados.

Aspectos relevantes:

- Es necesario definir las etapas, responsables, métodos y actividades relacionadas con el diseño.
- Es importante definir la forma como se han de analizar los datos y resultados del diseño.
- Es importante definir las líneas de comunicación que se han de tener entre la empresa y el cliente para retroalimentar los aspectos del diseño.
- Es importante definir los documentos en los que se han de registrar los resultados del diseño.

5. Control de Documentos y Datos

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar todos los documentos y datos que se relacionan con los requisitos de esta norma, incluyendo, en el alcance aplicable, los documentos de origen externo, tales como las normas y dibujos del cliente.

Aspectos relevantes:

- Es necesario definir el sistema con el cual se ha de controlar la elaboración, revisión, aprobación, modificación y retiro de los documentos del Sistema de Calidad.
- Es importante definir la forma como se han de identificar los documentos del sistema para conocer su estado o procedencia.
- Es importante establecer la forma como se han de realizar las modificaciones y la manera como se han de documentar.
- Es necesario establecer las medidas para asegurar que los documentos se encuentren disponibles, vigentes y en buen estado.

6. Adquisiciones

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar el producto adquirido éste conforme a los requisitos especificados.

Aspectos relevantes:

- Es necesario asegurar que los documentos de compra contengan los datos que describan claramente el producto o material solicitado, así como, deberá incluir según sea el caso, requisitos técnicos especificaciones o métodos de inspección.
- Es necesario evaluar y seleccionar a los subcontratistas con base a su habilidad y capacidad para cumplir con los requisitos especificados.
- Cuando esté especificado con el cliente podrá verificar directamente en nuestras instalaciones los productos adquiridos al subcontratista o efectuar verificaciones directamente en sus instalaciones

7. Control de Productos Proporcionados por el Cliente

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para el control de verificación, almacenamiento y mantenimiento de los productos proporcionados por el cliente para incorporarlos dentro de los suministros o para actividades relacionadas.

Aspectos relevantes:

- Es necesario definir y establecer las medidas para asegurar que los productos o insumos proporcionados por el cliente se mantengan adecuadamente hasta su uso.
- Es importante solicitar al cliente la información técnicas o de control necesaria para el almacenamiento y disposición del producto o insumo.
- Es importante definir las líneas de comunicación entre la empresa y el cliente para cuando se presente alguna irregularidad.

8. Identificación y Rastreabilidad del Producto

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar el producto por medios adecuados, desde su recepción y durante todas las etapas de producción, entrega e instalación.

Aspectos relevantes:

- Es necesario documentar las medidas que aseguran el ingreso de los productos hasta su producción y entrega al cliente se mantengan identificados.
- Los sistemas de identificación debe permitir conocer, hasta donde se su alcance, las características o condiciones del producto.

- Es importante que los sistemas de identificación, documentos e información relacionada con el producto permita conocer cualquier etapa del proceso, así como, faciliten su consulta para cualquier aclaración.

9. Control de Proceso

El proveedor debe identificar y planear los procesos de producción, instalación y servicio que directamente afectan la calidad y debe asegurar que estos procesos se llevan a cabo bajo condiciones controladas.

Aspectos relevantes:

- Es necesario asegurar que los procesos se lleven a cabo bajo condiciones controladas.
- Es necesario capacitar al personal sobre los procesos y uso de equipo.
- Es importante asegurar que los procedimientos documentados indiquen la manera de producir, se haga uso de los equipos adecuados y se cuente con un ambiente laboral apropiado.
- Es importante supervisar y controlar los parámetros de proceso y las características del producto.
- Es necesario asegurar que se de cumplimiento a los programas de mantenimiento con objeto de mantener en correcta operación los equipos de proceso.

10. Inspección y Prueba

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para las actividades de inspección y prueba para verificar que se cumplan los requisitos especificados. La inspección, pruebas requeridas y los registros establecidos deben estar detallados en el plan de calidad y/o en los procedimientos documentados.

Aspectos relevantes:

- Es necesario establecer las medidas para asegurar que el producto que se reciba no sea usado hasta que se den los resultados de las inspecciones y pruebas, así como los productos aprobados deben ser identificados y documentar los resultados en un registro.
- Es necesario establecer las medidas para diferenciar los productos rechazados de los aceptados.
- Es necesario, según se a el caso, definir las medidas cuando por situaciones de producción no se pueda esperar los resultados de las inspecciones y pruebas.
- Es necesario inspeccionar y probar el producto de acuerdo a los documentos establecidos y liberarlo cuando los resultados sean satisfactorios.

11. Control de Equipo de Inspección Medición y Prueba

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba incluyendo el software de las pruebas utilizado, para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados.

Aspectos relevantes:

- Es necesario establecer el procedimiento de control que asegure que la determinación de las mediciones es confiable y con la exactitud requerida.
- Es necesario identificar el equipo que pueda afectar la calidad.
- Es necesario calibrar y ajustar los equipos a intervalos definitivos contra equipos certificados.
- Es necesario establecer el procedimiento para definir el proceso de calibración y la identificación del mismo para conocer el estado de calibración.
- Es importante asegurar que las condiciones ambientales son adecuadas y establecer las medidas para el manejo, preservación y almacenamiento del equipo.

12. Estado de Inspección y Prueba

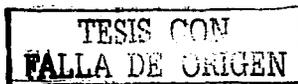
El estado de inspección y prueba del producto debe identificarse utilizando medios adecuados, que indiquen la conformidad o no-conformidad del producto con respecto a la inspección y pruebas realizadas. La identificación del estado de inspección y prueba se debe mantener, a través de la producción, instalación y servicio del producto.

13. Control de Producto no Conforme

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que se prevenga el uso o instalación no intencionada de los productos no conformes con los requisitos especificados. El control debe incluir la identificación, la documentación, la evaluación, la segregación (cuando sea práctico) y disposición del producto no conforme, así como la notificación a las funciones responsables.

14. Acción Correctiva y Preventiva

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para implantar acciones correctivas y preventivas. Cualquier acción correctiva o preventiva adoptada para eliminar las causas de no conformidades reales o potenciales debe ser apropiada a la magnitud de los problemas y correspondiente a los riesgos encontrados.



Aspectos relevantes:

- Es necesario establecer las medidas para investigar, analizar y determinar las causas que generan inconformidades en el proceso.
- Es necesario documentar los resultados y las acciones correctivas a implantar, así como, establecer las actividades para su implantación, seguimiento y evaluación.
- Es necesario definir a los responsables que ha de ejecutar y verificar la implantación de las acciones.
- Es necesario documentar las acciones de tipo preventivo y según sea el caso se incluyan en los planes, procedimientos o instructivos existentes.

15. Manejo, Almacenamiento, Empaque, Conservación y Entrega

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega del producto.

Aspectos relevantes:

- Es necesario establecer las medidas o procedimientos que aseguren que el insumo o producto terminado no se dañe durante las fases de manejo y almacenamiento.
- Es necesario asegurar que durante el embarque el producto no sufra daños hasta su llegada a las instalaciones del cliente.
- Es necesario se establezcan las medidas para la preservación de aquellos insumos o productos durante su almacenamiento o embarque según sea el caso.

16. Control de Registros de Calidad

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar, compilar, codificar, acceder: archivar, almacenar, conservar y disponer de los registros de calidad.

Aspectos relevantes:

- Es necesario definir en base a los documentos de trabajo los que se han de considerar registros de calidad.
- Es necesario que se establezcan las medidas para su control, identificación, archivo, retención y disposición.
- Es necesario asegurar que existan las condiciones adecuadas para que se prevenga cualquier daño o deterioro de los mismos.

17. Auditorías de Calidad Internas

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para planear y llevar a cabo auditorías de calidad internas para determinar si las actividades de calidad y os resultados relativos a ésta cumplen con los acuerdos planeados y para determinar la efectividad del sistema de calidad.

Aspectos relevantes:

- Es necesario establecer un programa de auditorías de calidad en base a las prioridades establecidas por la dirección de la empresa.
- Es necesario establecer los procedimientos para la realización de auditorías de calidad.
- Es necesario establecer los lineamientos para la calificación de las auditorías.
- Es necesario documentar los resultados de las auditorías y asegurar que las acciones correctivas generadas por las mismas sean implantadas correctamente.

18. Capacitación

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar las necesidades de capacitación y capacitar a todo el personal que ejecuta actividades que afectan la calidad. El personal que ejecuta tareas asignadas de manera específica, debe estar calificado en base a educación, capacitación y/o experiencia adecuada según se requiera.

19. Servicio

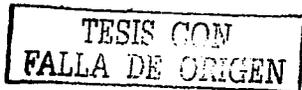
Cuando el servicio sea un requisito especificado, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para realizar este servicio y para verificar e informar que dicho servicio cumple con tales requisitos.

Aspectos relevantes:

- Cuando sea un requisito establecido por el cliente es necesario proporcionar el entrenamiento, información y procedimientos para la asistencia técnica, manejo, mantenimiento.
- Es necesario documentar los servicios ofrecidos al cliente.

20. Técnicas Estadísticas

El proveedor debe identificar la necesidad de técnicas estadísticas requeridas para el establecimiento, control y verificación de la capacidad del proceso y de las características del producto.



Aspectos relevantes:

- Es necesario definir el tipo de técnica a emplear para el control de condiciones de proceso o características del producto.
- Es importante capacitar al personal que hará uso de éstas.
- Es necesario evaluar los resultados del empleo de las técnicas para establecer acciones correctivas.

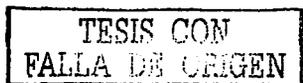
5.5.2 Beneficios que Genera el Implantar un Sistema de Aseguramiento de Calidad.

- Reduce riesgos a través de documentar y estandarizar las actividades relacionadas con la calidad.
- Minimiza los costos al prevenir la existencia de fallas, propiciando una reducción de costos por no calidad.
- Al proporcionar servicios con calidad, así como evidencias de que el sistema funciona correctamente, se fortalecerán las relaciones empresa-cliente.
- Las empresas que logran ser competitivas y cuentan con sistemas ISO tendrán un mayor sostenimiento dentro de las economías más dinámicas y fuertes.
- Se tendrá un mayor valor dentro del mercado por trabajar en un sistema de ISO.
- Documentar las actividades productivas de manera formal.
- Realizar las actividades relacionadas con un proceso, siempre de la misma manera y posteriormente mejorarlas.
- Establecer mejores relaciones con los clientes.
- Detectar áreas de oportunidad.
- Identificar nuevos métodos que ayuden a mejorar la calidad de los bienes.

5.6 Aplicación de la Norma en la C.T.V.M.

La empresa encargada de la certificación de planta Central Termoeléctrica Valle de México con la norma ISO-9002 fue la "Internacional Quality Certifications" (IQC).

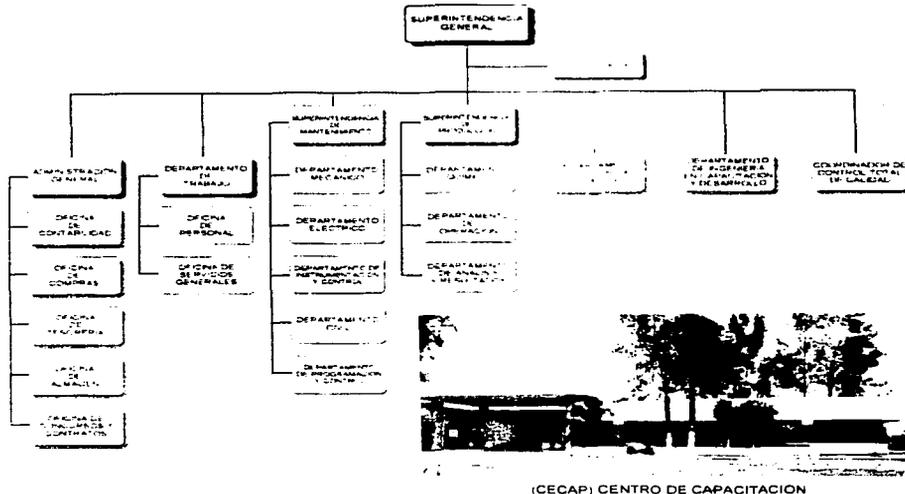
La política de la empresa es satisfacer las características de Calidad requeridas por el cliente, mediante la participación y capacitación de los que laboran en la central, manteniendo el control de los procesos para la generación de Energía Eléctrica, respetando el Medio Ambiente y de Seguridad e Higiene en el trabajo, previniendo daños al personal y a la propiedad, a través de la aplicación de un sistema de administración, que cumpla con los requisitos de los estándares internacionales permitiendo así una mejora continua.



El cumplimiento de la norma ISO se debe al trabajo de todos los departamentos, por que cada departamento cumple con al menos 1 requisito del sistema de administración de la calidad.

A continuación se presenta el Organigrama de la planta.

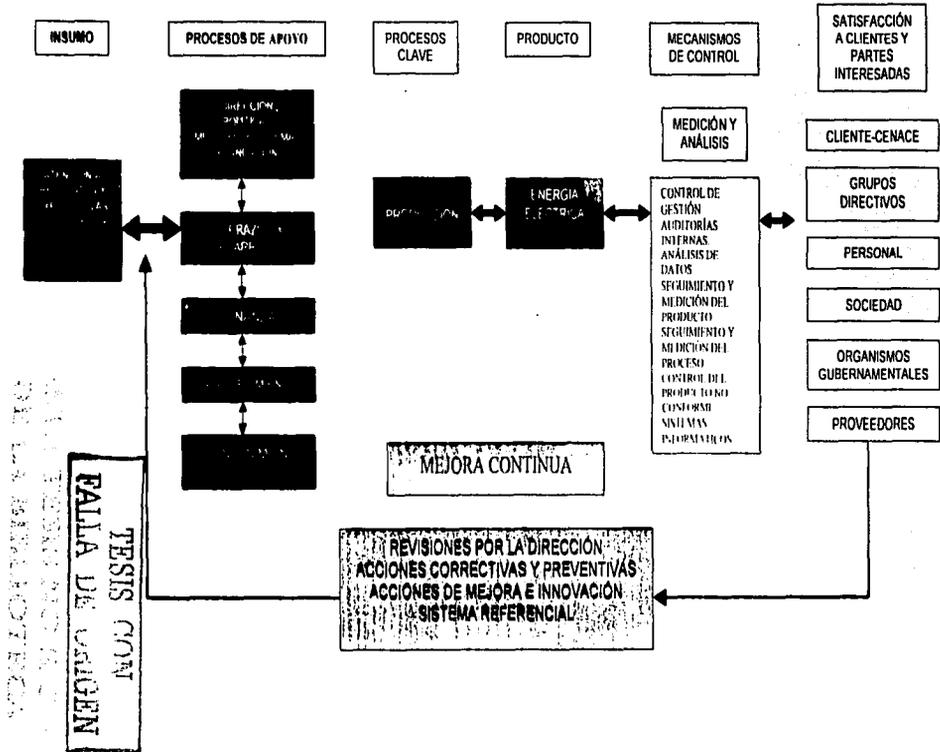
ORGANIGRAMA GENERAL



Del diagrama anterior podemos dividir las partes que conllevan al cumplimiento de la norma. En donde:

- **MAC (Manual de Administración de la Calidad):** Sólo es utilizado por la Superintendencia General y los Superintendentes de Área y contiene todos los requisitos de la planta.
- **Procedimientos e Instructivos:** Son desarrollados y controlados por los Jefes de Departamento, quiere decir que cada departamento aplicará los manuales e instructivos tanto de operación como de mantenimiento.
- **Registros:** En este paso todos concentran su información y se archiva, no importa que sea superintendente o jefe de área.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL POR PROCESOS



CONCLUSIONES

Debido a que la industria mexicana se enfrenta a una competencia internacional muy fuerte, a productos de alta calidad y bajo precio, es necesario que las empresas mexicanas cuenten con una certificación de alguna ISO, ya que ésta les dará un mayor sostenimiento dentro de las economías más fuertes. Frente a esta situación que se vive en todo el mundo, se debe inducir a cambiar y enfocarnos a la modernización para crear, imaginar e innovar soluciones que nos permitan vencer obstáculos que detengan o desvíen nuestros objetivos.

También debemos satisfacer los altos niveles de productividad y de calidad, pues en el caso de no cumplirlos la competencia pone en peligro nuestra presencia en el mercado.

Por lo que es importante la implantación de un modelo de aseguramiento de la calidad, ya que minimiza los costos al prevenir la existencia de fallas, se lleva un estricto control de todos los procesos en documentos registrándolos por departamento, se amplían y se hacen más sólidas las líneas de comunicación entre los departamentos, se fomenta la capacitación y desarrollo del personal, se protege la integridad física del recurso humano, se mejora el ambiente laboral, los mantenimientos se realizan en tiempo y forma para hacer más larga la vida del equipo, se minimizan tiempos en trámites y servicios, los manuales y procedimientos están al alcance de todo el personal y gracias a esto se satisfacen los requerimientos del cliente.

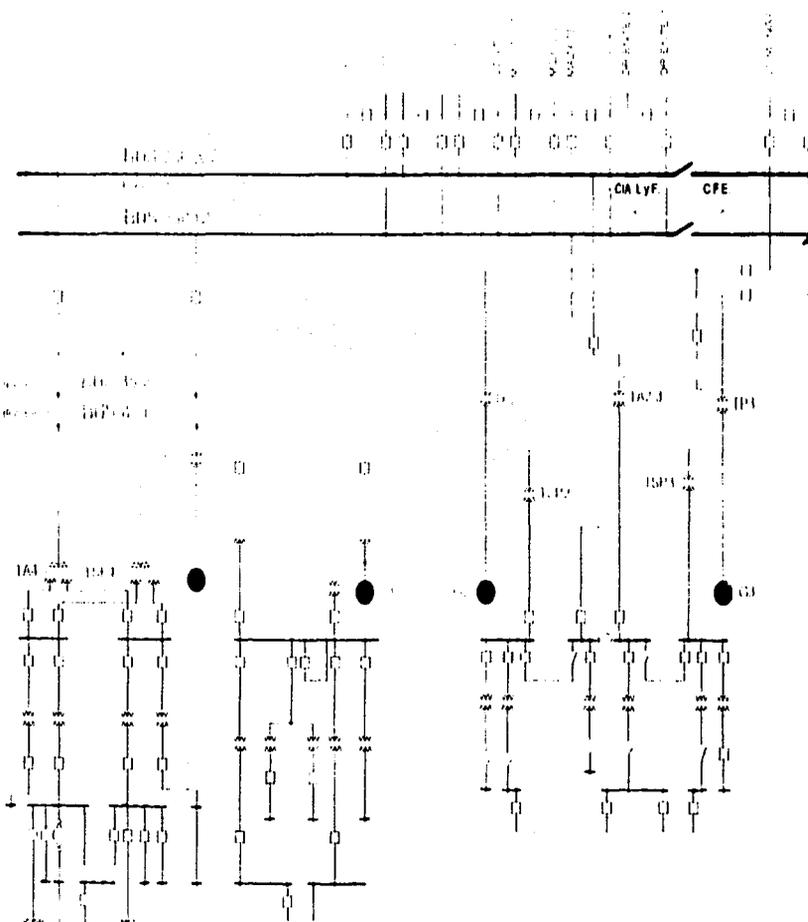
De acuerdo al estudio y análisis que se llevó a cabo en la Central Termoeléctrica "Valle de México", para conocer los procedimientos a seguir en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de control eléctrico, se puede decir que cumplen con las consideraciones marcadas por la norma ISO-9002, ya que cada mantenimiento cubre al 100% los requisitos para ser certificados como un mantenimiento de calidad, debido al estricto control que se lleva en la planta, empezando con los manuales, los cuales explican detalladamente y con claridad los pasos a seguir para cada procedimiento (trámites, abastecimiento, mantenimientos, etc.), además de que todo el personal tiene fácil acceso a ellos para aclarar cualquier duda lo cual hace más rápido el trabajo y de esa manera lograr cumplir los objetivos y metas trazadas, un ejemplo es el seguimiento paso a paso de las IMP'S (Instrucciones de Mantenimiento Preventivo) que son la guía para que el técnico realice cualquier mantenimiento con facilidad.

Por último, puedo decir que esta central cumple y cumplirá sus objetivos, porque existe la participación, disposición y entrega por parte del personal para cumplir las metas trazadas, así como también la siempre actualización en tácticas de operación y mantenimiento del equipo. Por parte de la empresa el apoyo para capacitarse, la preocupación día a día para que el trabajador se encuentre con la máxima seguridad e higiene en su lugar de trabajo, favoreciendo a un completo y agradable ambiente laboral, generando así la aplicación correcta de todos los procedimientos y procesos que darán lugar a una empresa certificada.

BIBLIOGRAFÍA

- FAMILIARIZACIÓN CON LA OPERACIÓN DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS TOMO I Y II
Comisión Federal de Electricidad
Centro de Adiestramiento Ixtapatongo.
- PROTECCIONES ELÉCTRICAS 1 TOMO II
Comisión Federal de Electricidad
Centro de Adiestramiento Celaya.
- DONALD G. FINK / H. WAYNE BEATY
Manual de Ingeniería Eléctrica Tomo I y II
Decimotercera Edición
Edit. McGraw-Hill.
- INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO IMP'S
Comisión Federal de Electricidad
Central Termoeléctrica "Valle de México"
Departamento Eléctrico.
- SIMBOLOGÍA
Comisión Federal de Electricidad
Subdirección de Operación
Gerencia de Generación y transmisión.
- ROBERT DAMELIO
La serie ISO-9000
Edit. Panorama
- Dirección en Internet
<http://www.hah.tripod.cl/ISO9000.htm>

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL



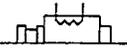
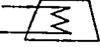
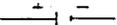
TESIS CON
FALLA DE CARGEN

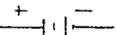
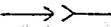
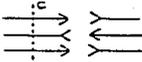
ANEXOS

Simbolos eléctricos

RELEVADOR DE CONTROL		INTERRUPTOR DE PIE N.A.		
RELEVADOR TERMICO DE SOBRECARGA		INTERRUPTOR DE PIE N.C.		
RELEVADOR MAGNETICO		INTERRUPTOR DE PRESION N.A.		
RELEVADOR DE TIEMPO		INTERRUPTOR DE PRESION N.C.		
RESISTENCIA ESTANDAR		INTERRUPTOR DE FIJADOR N.A.		
INTERRUPTOR DE SEGURIDAD		INTERRUPTOR DE FIJADOR N.C.		
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		INTERRUPTOR ACTUADO POR TEMPERATURA N.A.		
INTERRUPTOR DE LIMITE N.A.		INTERRUPTOR ACTUADO POR TEMPERATURA N.C.		
INTERRUPTOR DE LIMITE RETENIDO ABIERTO		INTERRUPTOR DE LIMITE N.C.		
INTERRUPTOR DE LIMITE N.C.		INTERRUPTOR DE LIMITE N.C.		
INTERRUPTOR DE LIMITE RETENIDO CERRADO		INTERRUPTOR MANUAL DE PALANCA		
CONTROL LOCAL EN CUBIERTA	ARRANCAR		BOTON TRÁJALO PESADO DE LOS CIRCUITOS	
	PARAR		SELECTOR DOS POSICIONES	
INTERRUPTOR DE ENCLUFE		SELECTOR TRES POSICIONES		
BOTON ESTANDAR		SELECTOR MECANICAMENTE ACOPLADO TRES POSICIONES		
BOTON ESTANDAR		SELECTOR DE DOS VELOCIDADES		
"SELECTOR DE PRESION" ROTATIVO BOTON CON ANILLO		DISPOSITIVOS PILOTO		
SELECTOR DE DOS POSICIONES		TRANSFORMADOR DE CONTROL BAJO VOLTAJE		
BORNAS MAGNETICAS UN VOLTAJE		AUTOTRANSFORMADOR PARA ARRANQUE A VOLTAJE REDUCIDO		
BORNAS MAGNETICAS DE VOLTAJE DUAL		CAMPO SERIE DE MOTOR C.D.		
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO		MOTOR C.A. MONOFASICO		
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO		MOTOR C.A. MONOFASICO DE DOS VELOCIDADES		
CONTACTO ABRE CON TIEMPO		MOTOR C.A. TRIFASICO		
CONTACTO CIERRA CON TIEMPO		MOTOR C.A. BIFASICO CUATRO VELOC.		
FUSIBLE ESTANDAR		MOTOR C.A. DEVIADO BIPARTIDO DOS VELOCIDADES		
LUZ INDICADORA ESTANDAR		MOTOR C.A. PAR CONSTANTE DOS VELOCIDADES		
ARMADURA DE MOTOR DE C.D.		MOTOR C.A. PAR VARIABLE DOS VELOCIDADES		
CAMPO DERIVADO MOTOR DE C.D.		MOTOR C.A. POTENCIA CONSTANTE DOS VELOCIDADES		
		MOTOR C.A. ESTRELLA DELTA		
		MOTOR C.A. CONEXION ESTRELLA EMBOBINADO DIVIDIDO		

SÍMBOLOS ELÉCTRICOS

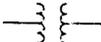
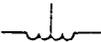
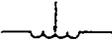
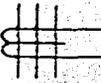
CONCEPTO	SÍMBOLO
GENERADOR DE VAPOR	
TURBINA DE FLUJO SIMPLE	
GENERADOR ELÉCTRICO	
CONDENSADOR	
CORRIENTE ALTERNA	
CORRIENTE DIRECTA	
DEVANADO	
DEVANADO CON DERIVACIONES	
BATERÍA DE UNA CELDA	

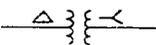
CONCEPTO	SÍMBOLO
BATERÍA MULTI-CELDA	
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO	
CONTACTO CON BOBINA DE SOPLO	
CONTACTO ENCHUFABLE	
CONTACTO O ENCHUFE MACHO	
CONTACTO O ENCHUFE HEMBRA	
ENCHUFABLE DE 3 POLOS, CON 2 CONTACTOS O ENCHUFES MACHO Y UNO HEMBRA	
CONTACTO MOMENTANEO NORMALMENTE ABIERTO	

CONCEPTO	SIMBOLO
CONTACTO MOMENTANEO NORMALMENTE CERRADO	
DOBLE CIRCUITO CON CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO Y CONTACTO NORMALMENTE CERRADO	
CONTACTO SOSTENDO	
DESCONECTADOR CUCHILLA	
CUCHILLA DE PUESTA ATIERRA	
DESCONECTADOR DE 2 POLOS (DOBLE TIRO)	
DESCONECTADOR TIRO SENCILLO (2 POLOS, 3 POLOS)	
ELEMENTO TÉRMICO	
ELEMENTO MAGNETICO	

CONCEPTO	SIMBOLO
FUSIBLE	
FUSIBLE DESCONECTOR	
INTERRUPTORES	
INTERRUPTOR ENCHUFABLE	
INTERRUPTOR CON ELEMENTO TÉRMICO DE SOBRECARGA	
INTERRUPTOR CON ELEMENTO MAGNETICO DE SOBRECARGA	
INTERRUPTOR CON ELEMENTO MAGNETICO Y TÉRMICO DE SOBRECARGA	
INTERRUPTOR DE LIMITE NORMALMENTE ABIERTO	
INTERRUPTOR DE LIMITE NORMALMENTE CERRADO	

CONCEPTO	SIMBOLO
GENERADOR	
MOTOR ELÉCTRICO	
MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA	
MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA	
MOTOR DE VELOCIDAD MÚLTIPLE	
MOTORES DE INDUCCIÓN TIPO JAULA DE ARDILLA	
MOTOR DE INDUCCIÓN TIPO ROTOR DEVANADO	
MÁQUINA ROTATIVA DE 3 FASES (ESTRELLA SIN CONEXIÓN A TIERRA)	
MÁQUINA ROTATIVAS DE 3 FASES (ESTRELLA CON CONEXIÓN SALIDA A TIERRA)	

CONCEPTO	SIMBOLO
MAQUINAS ROTATIVAS DE 3 FASES (CONEXIÓN DELTA)	
TRANSFORMADOR	
TRANSFORMADOR AUTOTRANSFORMADOR	
TRANSFORMADOR AUTO TRANSFORMADOR VARIABLE	
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (X) INDICADOR DE POLARIDAD	
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO VENTANA (PARA MEDIR CORRIENTE DE SECUENCIA CERO)	
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (X) INDICADOR DE POLARIDAD	

CONCEPTO	SIMBOLO
TRANSFORMADOR CONEXIÓN DELTA CON TIERRA	
TRANSFORMADOR CONEXIÓN ESTRELLA CON TIERRA	
TRANSFORMADOR CONEXIÓN ESTRELLA-DELTA	
FRECUENCIÓ- METRO	
FACTORÍMETRO	
SINCRONOSCOPIO	
VÓLMETRO	

CONCEPTO	SIMBOLO
AMPÉRMETRO	
MEDIDOR DEMANDA	
WATTMETRO	
WATTHORIMETRO	
VARHORIMETRO	
VÁRMETRO	

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

GENERADOR ELECTRICO UNIDAD No. 4

FABRICANTE	TECNOMASCO ITALIANO BROWN BOVERI
Nº DE SERIE	TR 10182
VELOCIDAD NOMINAL	3670 RPM
POTENCIA CONTINUA MAXIMA	3461 KW
Nº FASES	3
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE NOMINAL	25000 V _{L-L}
CORRIENTE NOMINAL	848 A
TIPO DE ENFRIAMIENTO	HIDROGENO + AGUA
PREISION DE HIDROGENO	3.16 kg/cm ²
VOLUMEN TOTAL DE HIDROGENO	420 m ³
FLUJO AGUA ENFRIAMIENTO	800 L/m
EMBORNADO DEL ESTATOR	BARILAS HUECAS DE CORRE ELECTRIFICADO CON PLATA
SISTEMA DE EXCITACION	ESTATICO 1 TRANSISTORES 1
TIPO	UNIPOLAR "D"
FABRICANTE	ASEA BROWN BOVERI
EXCITACION A PLENA CARGA	370 MCD 3 DBD A
LONGITUD DEL ROTOR	12.58 m
PESO TOTAL DEL ROTOR	43800 kg
EMBORNADO DEL ROTOR	BARILAS DE CORRE ELECTRICO CON PLATA
AVILAMIENTO	CLASE F VIBRA DE VIBRO SPOKE D 140 A 150°C

SISTEMAS DE EXCITACION UNIDAD No. 4

FABRICANTE	ASEA BROWN BOVERI
TIPO	UNIPOLAR "D" RECTIFICACION CONTROLADA CON TRANSISTORES
VOLTAJE DE REGIMEN	370 V.C.B.
CORRIENTE DE CORRE	8.880 A.C.B.
MAXIMA CORRIENTE CONTINUA	8.819 A.C.B.
POTENCIA SISTEMA	1.303 MW

BOMBAS AGUA ALIMENTACION UNIDAD No 4

BOMBAS

FABRICANTE	FRON, JACKSON U.S.A
TIPO	6 0 1 1 13 G. HOB
Nº DE PASOS	6 PASOS
CAPACIDAD	274 GPM - 104 DNO GPM
PREION EN LA SUCCION	8.2 PSI
PREION DE DESCARGA	9.2 PSI
VELOCIDAD MAXIMA	144 RPM
EFICIENCIA DE LA BOMBA	71 %

VARIADORES DE VELOCIDAD

FABRICANTE	WEST TURBOMACH AND CO
MODELO	W 240
TIPO	6/1000 ANNETT MODALCO
RELACION DE VELOCIDAD	7:1 - 1:1
RPM MAXIMAS SALIDA	540
POTENCIA	447.6 W
CAPACIDAD DEPOSITO ACEITE	100 L
ACEITE LUBRICACION EXTERNA	SAE 100
BOMBA PRINCIPAL ACEITE	CENTRIFUGA - ACEITE DE TRAJ
ACCIONADA MECANICAMENTE	SAE 100 - P - 1 2 3 4 5 6 7
	FRANCOIS - ACEITE DE TRAJ
	SAE 100 - P - 1 2 3 4 5 6 7
ENFRAMADOR ACEITE TRABAJO	TUBOS + CORAJA HORIZONTAL
CAPACIDAD LADO TUBOS	50 L ACEITE
FLUJO AGUA ENFRAMADO	30 GPM
TEMPERATURAS ENTRADA SALIDA	80 100° C 20 10° C
ACEITE	

**UNIDAD No. 4
VENTILADOR DE TIRO FORZADO 4-W**

VENTILADORES

FABRICANTE	DAVIDSON AND CO LTD
TIPO / DISEÑO	BRCCD 800 / 85 CONTINUO PASADO SERIAL DOBLE SUCCION
VOLUMEN	11,038 m ³ /min - 418,000 cfm/min
PREION DE DESCARGA	1.024 V. mmHg - 40.9 mmHg
VELOCIDAD	1175 RPM

MOTOR

FABRICANTE	TOLINA - HYATON - ENGLISH ELECTRIC
POTENCIA	4000 VOLTS
VELOCIDAD	2385 RPM - 3700 H.P
COMENTARIO	1185 RPM 404 m

La unidad cuenta con 2 equipos al 50%.

TRANSFORMADOR PRINCIPAL UNIDAD No.4

FABRICANTE

PARSON PTEILES LIMITED
No SERIE 143851

CAPACIDAD NOMINAL

88 8/108 MVA

CLASE DE ENFRIAMIENTO

OA/TA

ELEVACION DE TEMPERATURA

65°C A 2300 M S N M

FRECUENCIA

60 HZ

TENSION NOMINAL

132.780.58 V. A T.
20.000 V. B T

CAMBIADOR DE DERIVACIONES SIN CARGA

POSICION	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A) (FOA I)
1	138 400	760
2	138,100	778
3	132,800	788
4	128 400	818
5	126 100	840
BAJA TENSION	70 000	5300
IMPEDANCIA A 60 HZ	13 0 %	

DIAGRAMA VECTORIAL



*La unidad cuenta con tres transformadores monofásicos originales como el descrito y 2 de reserva similares.

**TESIS CON
FALLA DE CORRIENTE**