

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO MAYOR DE UNA
CENTRAL TERMICA"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

PRESENTADA POR:

SERGIO ENRIQUE SOSA SALAME

GUAYAQUIL - ECUADOR

1984

AGRADECIMIENTO

AL ING. JUAN SAAVEDRA MERA
DIRECTOR DE TESIS, POR SU AYUDA
Y COLABORACION PARA LA REALIZA-
CION DE ESTE TRABAJO.

DEDICATORIA

- A MIS PADRES
- A MI ESPOSA
- A MI HIJO
- A MIS HERMANOS



ING. JUAN SAAVEDRA MERA
DIRECTOR DE TESIS



ING. ADOLFO SALCEDO GUERRERO
SUB-DECANO DE LA FACULTAD DE
ING. ELECTRICA



ING. EDUARDO LEON CASTRO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. GUSTAVO BERNUDEZ FLORES
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS
EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE;
Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA
ESPOL).

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and flourishes, positioned above a horizontal dashed line.

SERGIO ENRIQUE SOSA SALAME

RESUMEN

Esta tesis se basa en la Programación de un Mantenimiento Eléctrico mayor, de una Planta Térmica movida a vapor , para lo cual se tomo como modelo una unidad de 73 MW - de Generación, ubicada en la Central Térmica "Ing. Gonzalo Zevallos G.", en el Salitral, perteneciente a INECEL.

Comenzamos con una descripción bastante completa de los - principales componentes, así como también de los diferentes sistemas que comprende la planta, con el propósito - de que se tenga una idea cabal de la construcción y funcionamiento de la misma ; se hace además una descripción integra de todo lo que constituye el sistema eléctrico.

A continuación se efectua una programación del mantenimiento , en el cual utilizando el método de Cronografía de Barras, se - presentan en forma ordenada las actividades que tienen - que realizarse en el mantenimiento. A esta programación - se llega después de un análisis de los recursos y limitaciones propias de la Central.

Luego se presenta una descripción de las actividades más

importantes del mantenimiento eléctrico, en lo que se refiere a la forma en que se tiene que realizar el trabajo, así como también lo que se debe revisar de cada equipo, para lo cual se confeccionó una serie de cartillas, en las que consta el método a seguir, puntos de chequeos y pruebas que deben efectuarse.

Para finalizar se elaboró una programación que permita realizar la puesta en servicio de la unidad en forma coordinada con la finalización del mantenimiento. Esta programación consta de pruebas, arranques, confirmación de los parámetros de diseño, y el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas. Termina la tesis con una serie de conclusiones y recomendaciones.

INDICE GENERAL

	<u>PAGS</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INDICE DE CRONOGRAMAS -----	XIII
INTRODUCCION -----	14
CAPITULO I	
DESCRIPCION DE LA CENTRAL TERMICA -----	16
1.1. COMPONENTES DE LA CENTRAL -----	16
1.1.1. Generador -----	16
1.1.2. Turbina -----	43
1.1.3. Caldera -----	48
1.1.4. Condensador -----	61
1.1.5. Equipos Auxiliares -----	65
1.2. SISTEMA ELECTRICO DE UNA CENTRAL TERMICA -----	75
CAPITULO II	
PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO MAYOR -----	93
2.1. AREAS DE TRABAJO -----	93
2.2. AREA DE TRABAJO ELECTRICO -----	109

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO -----	115
3.1. MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES Y GENERADOR	115
3.2. PANGLES DE 2.4 KV, 480 V y DE 13.8 KV-----	142
3.3. INTERRUPTORES DE 2.4 KV y 480 V -----	149
3.5. REGULADOR AUTOMATICO DE VOLTAJE -----	
3.6. EQUIPOS AUXILIARES -----	185
3.7. PRUEBAS DE SECUENCIA -----	207
3.7.1. Encendido -----	208
3.7.2. Interbloqueo de caldera -----	225
3.7.3. Interbloqueo de turbina -----	242
3.7.4. Interbloqueo de unidad -----	250
3.7.5. Equipos Adicionales -----	252

CAPITULO IV

PUESTA EN OPERACION DE LA CENTRAL -----	268
4.1. PROGRAMACION -----	268
4.2. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES -----	272
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	285
BIBLIOGRAFIA -----	289

INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS</u>
1	GENERADOR SINCRONICO -----	18
2	ESTATOR DE UN GENERADOR -----	20
3	SOPORTES FLEXIBLES EN EL GENERADOR -----	22
4	BOBINAS DEL ESTATOR -----	24
5	MONTAJE DE BOBINAS EN EL ESTATOR -----	25
6	ROTOR TIPO CILINDRICO DE UN GENERADOR SINCRONICO	27
7	BOBINAS DE CAMPO DEL ROTOR -----	29
8	SISTEMA DE EXCITACION ESTATICA -----	33
9	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL GENERADOR -----	36
10	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL GAS HIDROGENO -----	38
11	DIAGRAMA ACEITE DE SELLO DEL GENERADOR -----	42
12	ESQUEMA DE LA TURBINA -----	45
13	PARTES PRINCIPALES DE UNA CALDERA -----	50
14	DIAGRAMAS DE CIRCULACION AGUA - VAPOR -----	52
15	DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE Y GASES DE COMBUSTION-	55
16	DIAGRAMA DE FLUJO DE COMBUSTIBLE -----	60
17	EL CONDENSADOR DE VAPOR -----	63
18	SISTEMA DE AGUA DE CONDENSADO -----	67
19	DIAGRAMA LOGICO BOMBA DE CONDENSADO -----	68

<u>Nº</u>		<u>PAGS</u>
20	SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION -----	70
21	DIAGRAMA LOGICO DE BOMBA DE ALIMENTACION A CAL DERA -----	71
22	SISTEMA AGUA DE CIRCULACION -----	73
23	DIAGRAMA LOGICO BOMBA AGUA DE CIRCULACION-----	74
24	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO -----	77
25	INTERRUPTOR DE 13.8 KV -----	152
26	VISTA LATERAL DEL INTERRUPTOR DE 13.8 KV -----	153
27	INTERRUPTOR TIPICO DE 2.4 KV-----	159
28	DISTANCIAS ENTRE LOS CONTACTOS DE UN INTERRUPTOR DE 2.4 KV -----	161
29	INTERRUPTOR TIPICO DE 480 V -----	166
30	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL REGULADOR AUTOMATICO - DE VOLTAJE -----	177
31	REGISTRADOR POSICION DEL ROTOR -----	187
32	REGISTRADOR DE VIBRACION -----	192
33	REGISTRADOR DE EXCENTRICIDAD -----	198
34	REGISTRADOR DE EXPANSION DIFERENCIAL -----	203
35	DIAGRAMA DE ARRANQUE Y PARO DE ENCENDEDORES---	211
36	DIAGRAMA DE RESTABLECIMIENTO Y PRENDIDO DE QUE MADOR DIESEL -----	215
37	DIAGRAMA PARA APAGAR QUEMADOR DIESEL -----	219
38	DIAGRAMA DE RESTABLECIMIENTO QUEMADOR BUNKER-	222
39	DIAGRAMA DE PRENDIDO QUEMADOR BUNKER-----	223
40	DIAGRAMA PARA APAGAR QUEMADOR DE BUNKER-----	224
41	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA RESTABLECER CALDERA--	228

<u>Nº</u>		<u>PAGS</u>
42	DIAGRAMA DE BLOQUES DE DISPARO DE CALDERA-----	238
43a.	INTERBLOQUEO DE TURBINA -----	245
43b.	INTERBLOQUEO DE TURBINA -----	246
44	DIAGRAMA INTERBLOQUEO DE UNIDAD -----	251
45	DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCIONES -----	253
46	DIAGRAMA DEL INTERBLOQUEO ELECTRICO -----	255
47	DIAGRAMA UNIFILAR BARRAS DE 2.4 KV y 480 V.-----	275

INDICE DE CRONOGRAMAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS</u>
1	PROGRAMACION TIPICA -----	97
2	AREA DE QUIMICA -----	99
3	AREA DE INSTRUMENTACION -----	101
4	AREA MECANICA -----	104
5	AREA DE OPERACION -----	106
6	AREA SERVICIOS GENERALES -----	108
7	DISTRIBUCION DE GRUPOS DE TRABAJO -----	111
8	AREA ELECTRICA -----	114
9	PUESTA EN OPERACION DE LA PLANTA -----	270

INTRODUCCION

El mantenimiento mayor de una central térmica de generación, es una actividad que se la realiza después de que la misma, ha cumplido un determinado número de horas de operación, o en su defecto presenta una falla que amerita hacer este tipo de trabajo.

La mayoría de las veces, este tipo de plantas de gran capacidad, pertenecen a sistemas interconectados y sirven para la generación base; por tal motivo la salida a mantenimiento afecta en forma apreciable el Parque Generador del Sistema. En vista de este problema el tiempo disponible para realizar un mantenimiento de esta naturaleza es reducido, por lo cual se lo ejecuta en épocas de año en que la demanda del sistema es baja, por otro lado esta también supeditado al mantenimiento que se realice en otras plantas, de acuerdo a una planificación. Como existe la limitación del tiempo de duración del mantenimiento, se hace oportuno la realización de una planificación, la cual se plasma a través de una programación elaborada generalmente en base a los problemas que se tenga acumulados en la planta,

así como también la revisión de los principales componentes como son: turbina, generador, caldera, condensador, transformador principal, y sistemas auxiliares; los mismos que solamente en este tipo de mantenimiento pueden ser revisados.

Desde este punto de vista, el mantenimiento eléctrico mayor, abarca todas las actividades que involucren chequear los componentes principales de la planta, así como los sistemas eléctricos auxiliares. Para esto, se debe hacer una división del mantenimiento en áreas específicas, con el propósito de poder obtener una programación que se pueda llevar a la práctica.

Debido a la naturaleza de los equipos o componentes eléctricos, esto es: generador, transformadores, motores, paneles, interruptores, circuitos de control, supervisores y sistemas de protección, simplifica la clasificación de las áreas de trabajo necesarias, lo que permite elaborar un programa confiable, en el cual están coordinadas en forma precisa todas las actividades a realizarse, así como también una distribución adecuada de los recursos humanos.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA CENTRAL TERMICA

1.1. COMPONENTES DE LA CENTRAL

1.1.1. Generador

Los generadores de potencia para centrales de generación están clasificados en tres tipos : generadores movidos por turbinas a vapor, turbinas hidráulicas y turbo generadores movidos a gas. El mayor porcentaje de generadores instalados en el mundo son movidos por turbinas a vapor y alcanzan capacidades muy grandes.

El generador que describiremos es movido por una turbina a vapor de una capacidad de 86.000 KVA sincrónico, con un voltaje de salida de 13.8 KV, a una velocidad de 3.600 RPM, con un factor de potencia de

0.85, enfriamiento por hidrógeno a una presión de 2.11 Kg/cm^2 . Ver figura N° 1. A continuación se menciona la construcción de las principales partes del generador, así como también de los sistemas auxiliares que utiliza el generador para su funcionamiento.

ESTATOR

El estador está hecho de láminas de acero enrolladas con alto grado de silicio, los puntos donde existe soldadura se los realiza con extremo cuidado, los mismos que están sometidos a pruebas supersónicas, que confirman la no existencia de rajaduras o grietas, debido al fenómeno de laminación. Generalmente después de soldar el estador, se somete a pruebas con un gas para comprobar que no exista fugas entre dos láminas adyacentes, así como también entre láminas y paredes.

La carcasa del estador está diseñada pa

GENERADOR SINCRONICO

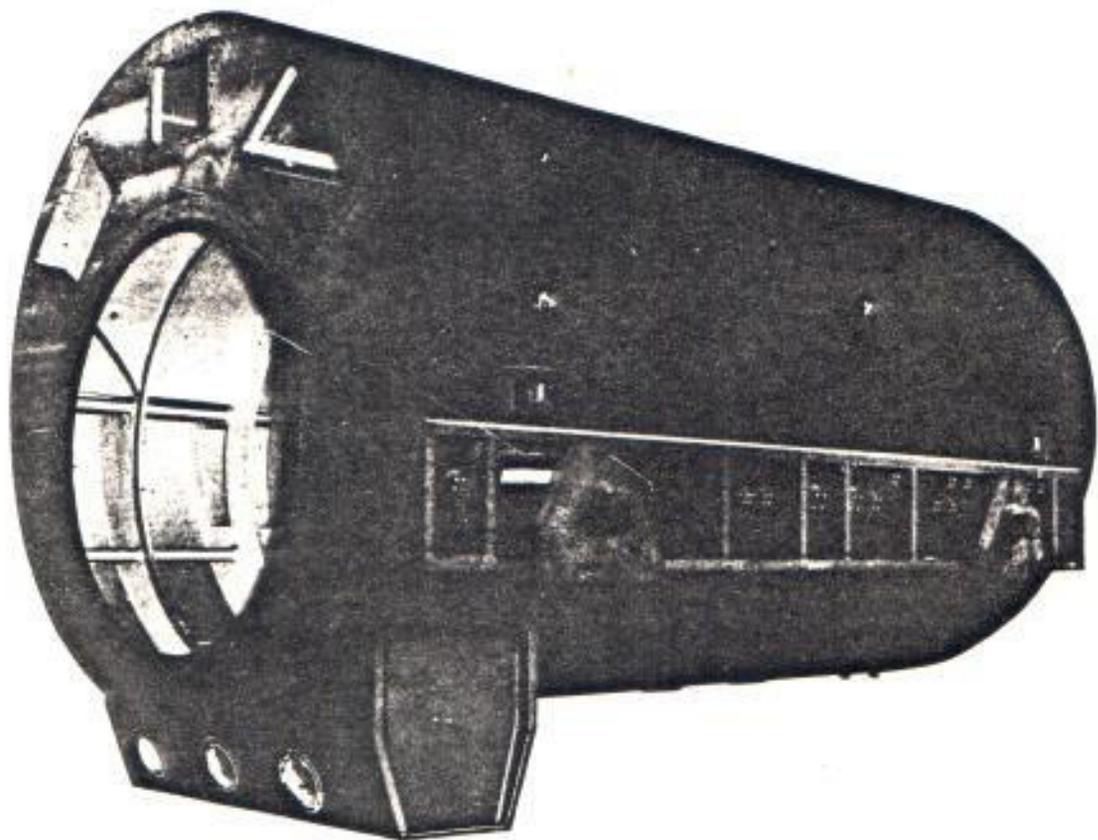


Fig №1

ra soportar una presión de explosión de hasta 7 KS/cm^2 debido a una mezcla aire hidrógeno. Ver figura N° 2.

Como el generador es de dos polos, se desarrolla una diferencia marcada de atracción magnética entre el rotor y estator - debido al flujo magnético entre el centro polar magnético y las porciones intermedias, creando una doble frecuencia de vibración, la cual hace que el estator se someta a esfuerzos elípticos y retorne a su posición original. Para minimizar - así estas vibraciones e impedir la transmisión desde el estator a la carcasa, se instalan soportes flexibles - suspendidos entre el estator y la carcasa, los cuales constan de numerosos soportes colocados en forma circunferencial, así como también axialmente. Ver figura N° 3.

BOBINAS DEL ESTATOR

Las bobinas del estator son de una sola

ESTATOR DE UN GENERADOR

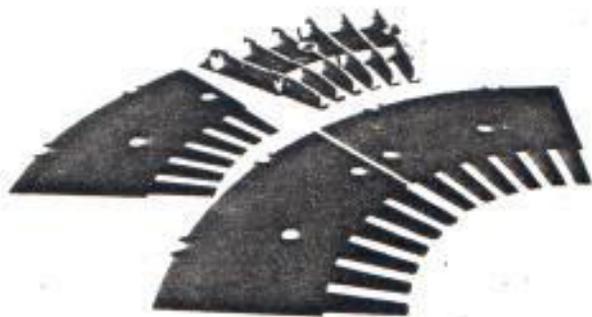
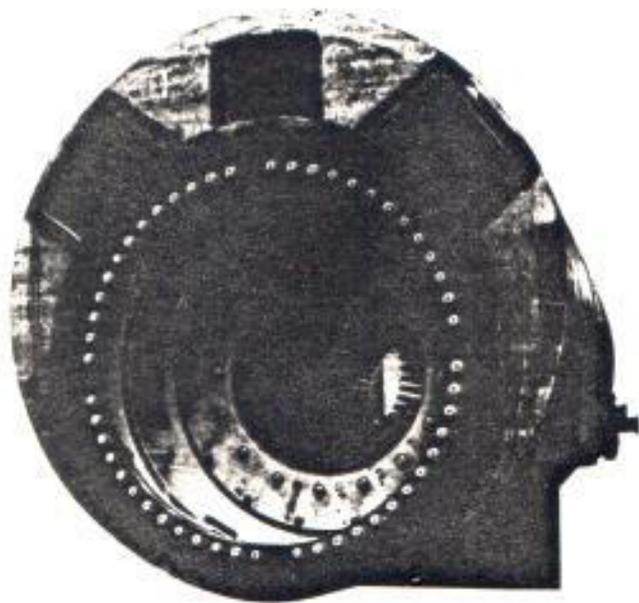


Fig Nº 2

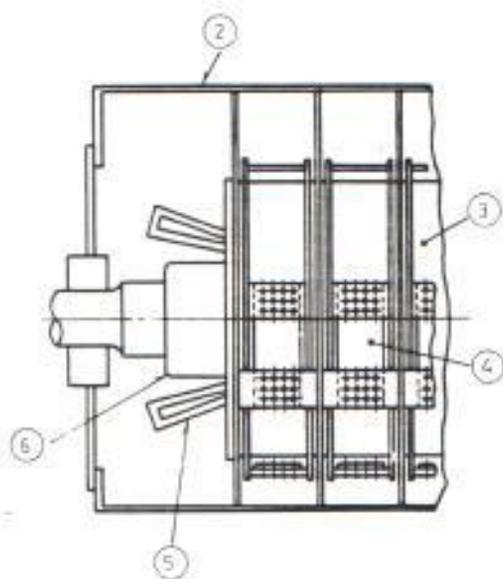
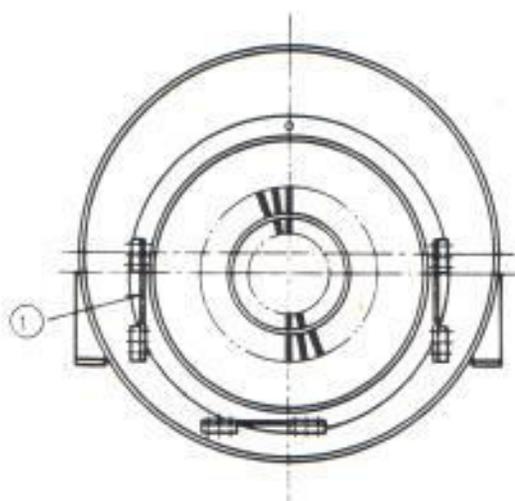
vuelta, en una disposición que minimizan las pérdidas por corriente de EDDY. Cada bobina está compuesta de numerosos hilos desnudos de cobre, cubiertos de doble ca pa de aislamiento y preparadas para su transposición, a su vez cada bobina tie ne su propio aislamiento, el cual está compuesto como sigue:

- a) Impregnación con solventes compuestos de una resina de poliéster curado en caliente, esta resina poliéster es a base de una laca epoxica, para que - pueda soportar altos voltajes.

- b) Las bobinas son formadas con una cin ta de mica y llena de resina en to dos los intersticios, para no permitir la formación de vacíos. Ver figura N^o 4.

Este tipo de aislamiento tiene una buena flexibilidad y elasticidad, su gran coe ficiente de expansión impide al cobre -

SOPORTES FLEXIBLES EN EL GENERADOR



- ① SOPORTE FLEXIBLE
- ② CARCAZA
- ③ NUCLEO
- ④ SOPORTE FLEXIBLE
- ⑤ BOBINA DEL ROTOR
- ⑥ ROTOR

Fig N°3

el desarrollo de algún rompimiento de sus hilos debido a las contracciones o expansiones de los conductores durante prolongados períodos de operación o en variaciones bruscas de carga. Por otro lado resiste al ataque de agentes químicos, aceite y humedad, tiene una excelente estabilidad térmica, con lo que se asegura una larga vida a las bobinas.

Los devanados son fuertemente asegurados al estator, por medio de tiras de fibra de vidrio, así como también por medio de pernos con abrazaderas para que puedan resistir los esfuerzos desarrollados en un corto circuito. Ver figura N° 5. Para suprimir el efecto corona, se coloca planchas semi-conductoras que son insertadas en las ranuras del estator en contacto con las bobinas para prevenir una descarga en las ranuras. Además las porciones de salida de las ranuras son revestidas por medio de una pintura de alta resistencia, con el objeto de que las bobinas tengan un gradiente de potencial uniforme.

BOBINAS DEL ESTATOR

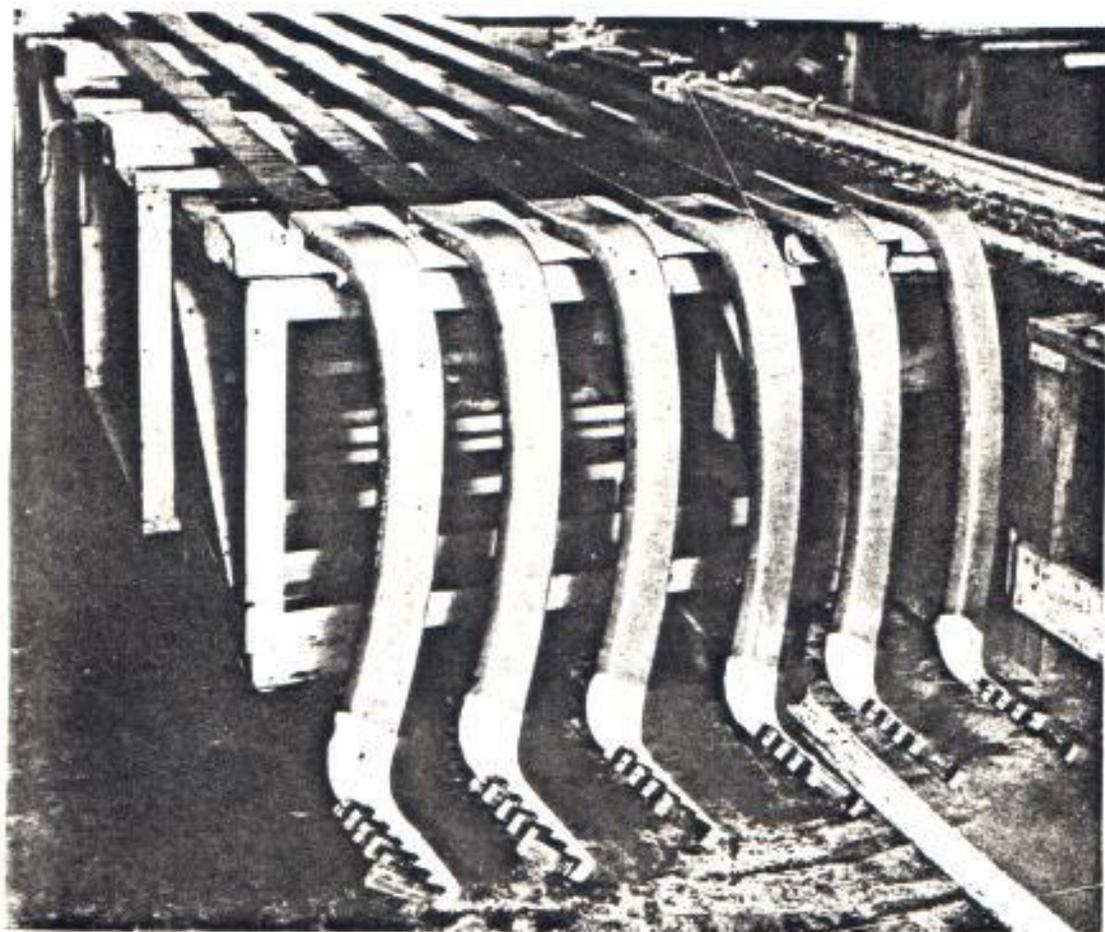


Fig N°4

MONTAJE DE BOBINAS EN EL ESTATOR

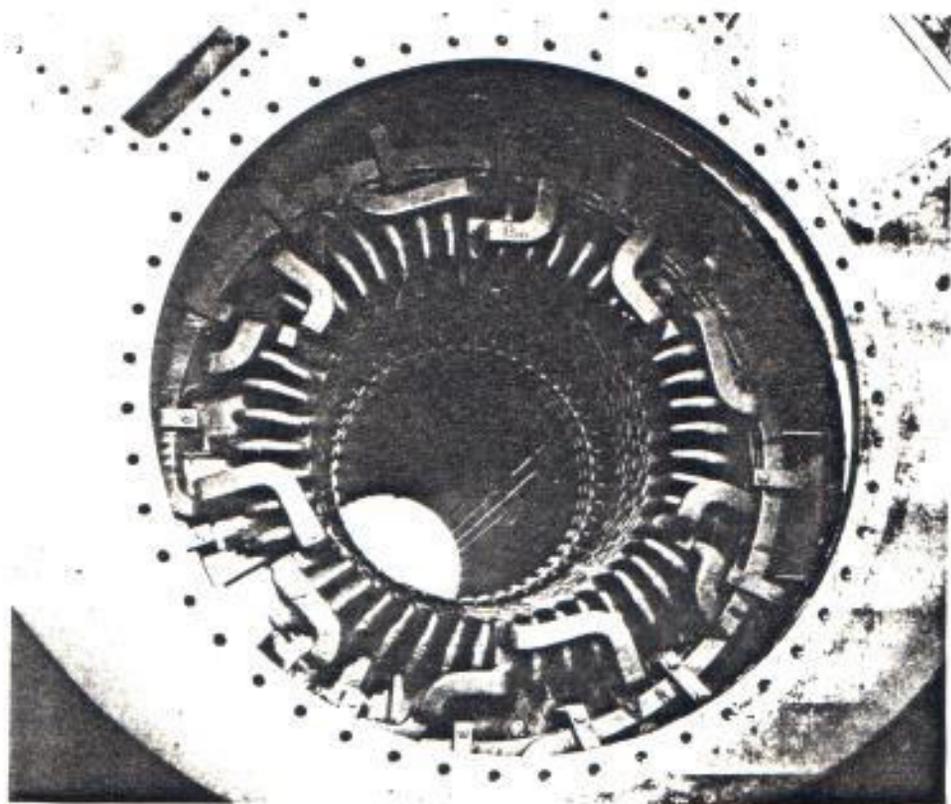


Fig N° 5

ROTOR TIPO CILINDRICO DE UN GENERADOR SINCRONICO

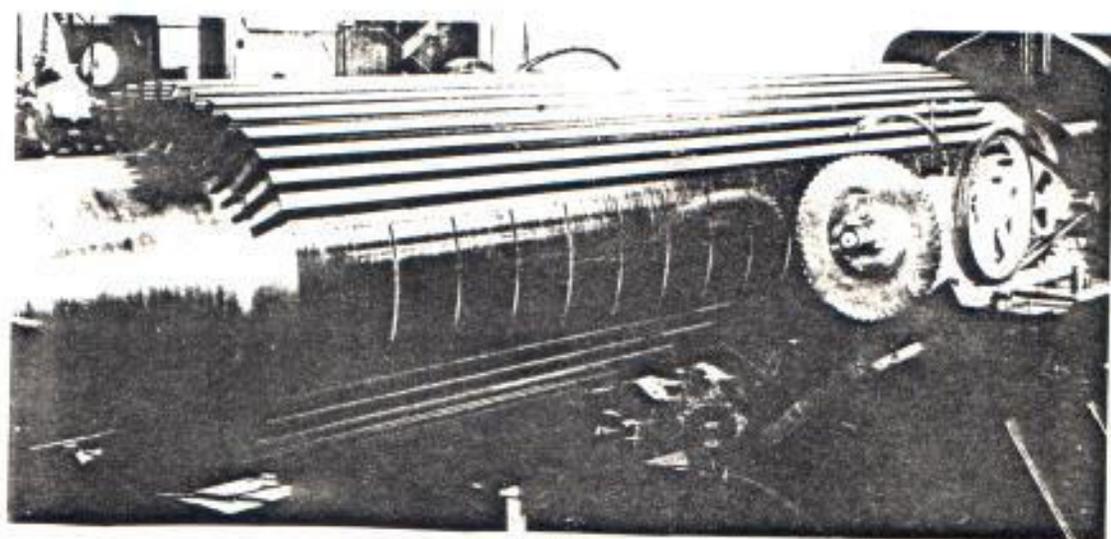


Fig. №6

ROTOR

El material usado en el rotor es acero forjado con una aleación Ni-Mo-V, el rotor está sometido a estrictas pruebas por medio de equipos de medición sofisticados, con los cuales se chequea: resistencia a la tracción, límite elástico, elongación, reducción de área, fuerza de impacto, la inspección del centro del eje con un boroscópio y pruebas supersónicas. A lo largo del rotor se tiene ranuras transversales en toda la superficie polar, que sirven como compensadores de rigidez. Ver figura N° 6.

Las bobinas del rotor son hechas de un material especial (argentífero), el cual tiene un alto límite elástico y punto de reblandecimiento. Las capas de las bobinas y los interiores de las ranuras están aisladas con mica, las partes donde la mica hace contacto con el gas de enfriamiento está protegido con planchas de acero. Las bobinas colocadas en las ranuras son rigidamente aseguradas por medio de livianas -

cuñas. Los terminales de las bobinas son fuertemente sujetadas para que soporte una mayor fuerza centrífuga, a su vez que permita la expansión y contracción axial de acuerdo a la variación de la carga. Las bobinas que están alojadas sobre la superficie de los anillos de retención, están alineadas por medio de asbesto micate, el cual es mecánicamente fuerte y mantiene una buena característica eléctrica a altas temperaturas. Láminas de acero aisladas, que soportan altos esfuerzos mecánicos son firmemente colocadas en medio de las bobinas. Ver figura N^o 7

Los retenedores de las bobinas del rotor son anillos finos y cilíndricos, empotrados en caliente al cuerpo del rotor a ambos lados, sirven para soportar los terminales de las bobinas del rotor. Estos anillos son una aleación especial de acero con Ni-Cr-mo, por lo tanto están expuestos a grandes esfuerzos durante la operación del generador, así como a repe-

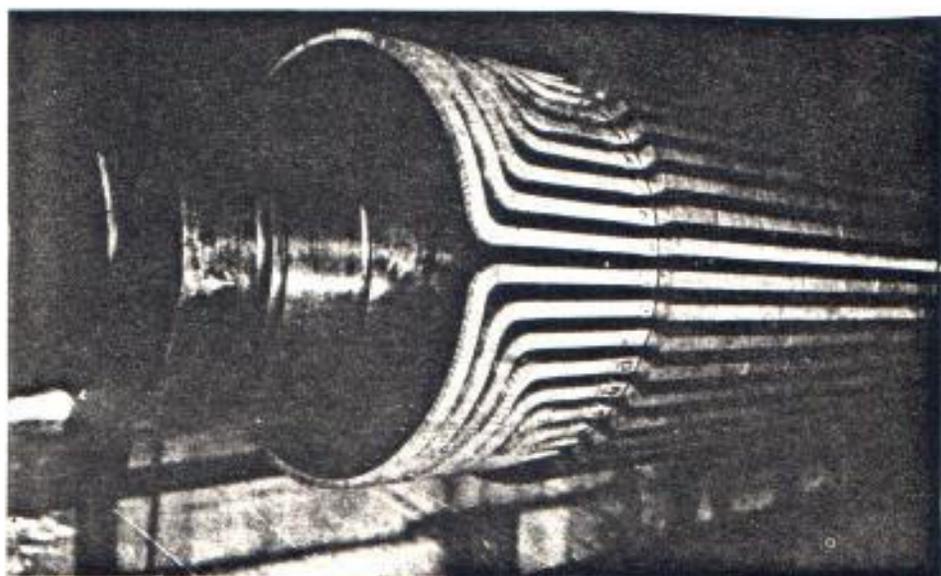
BOBINAS DE CAMPO DEL ROTOR

Fig N° 7

tidas deformaciones elípticas radiales.

Dos ventiladores están montados a los extremos del eje del rotor, estos ventiladores axiales sirven para recircular el hidrógeno a través de las bobinas del rotor y estator, con lo cual se mantiene la temperatura interior del generador dentro de rangos aceptables de operación.

Las tapas del generador están divididas - en dos partes: superior e inferior, en las mismas van montados los cojinetes, anillos de sello, el sello de aceite y sistema de lubricación de los cojinetes. Para proteger de la presencia de corrientes parásitas en el eje del rotor, los cojinetes y tapas se encuentran aislados.

Los cojinetes son de superficie esférica, para que el eje no esté sometido a esfuerzos debido a la deflexión o desalineamiento del eje.

La alimentación de la corriente de excita

ción se la realiza a través de los anillos colectores, que son de un acero especial - ranurados y en forma de espiral para la ventilación, sobre ellos están los portaescobillas. Las escobillas generalmente son de grafito natural y están conectados en paralelo alrededor de los anillos colectores.

SISTEMAS AUXILIARES

Los principales sistemas auxiliares del generador son los de excitación, enfriamiento y sello.

SISTEMA DE EXCITACION

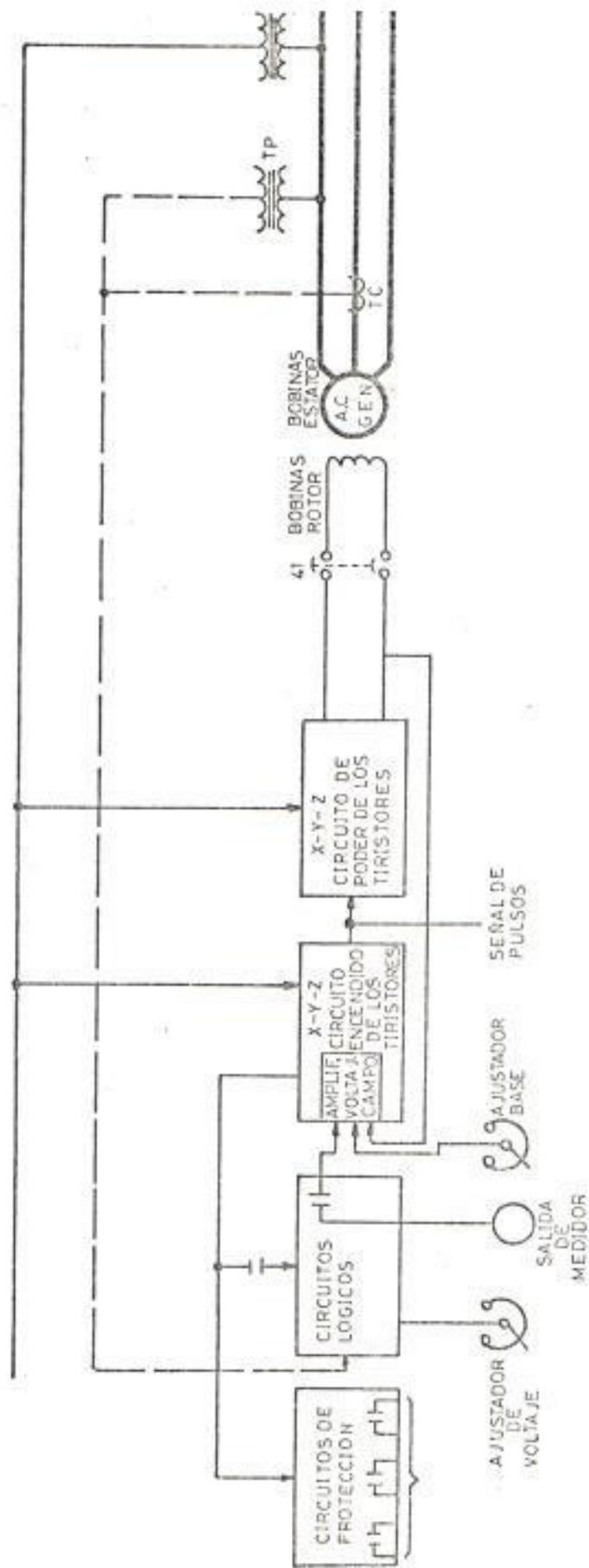
Con la construcción de tiristores ha permitido el desarrollo de los sistemas de excitación de los generadores de gran potencia, alcanzando una mayor confiabilidad debido a las ventajas que presenta en la simplificación de la construcción, fácil mantenimiento y lo más importante que son de exce

lentes características de respuesta.

En la figura N^o 8, se muestra un diagrama típico de excitación estática a través de tiristores. A la salida de los terminales del generador se alimenta un transformador trifásico, que es nuestro caso particular, es de 550 KVA de tipo seco, con una relación de voltaje de 13.8 KV/300 V. que sirve para alimentar el panel de excitación por tiristores y al regulador automático de voltaje. En general el sistema de excitación está compuesto de un gabinete metálico de bajo voltaje, dividido en varias secciones o paneles que son los siguientes:

PANEL DEL REGULADOR AUTOMATICO DE VOLTAJE

Los componentes del regulador consiste en tableros corredizos de circuitos impresos, los cuales están montados en gavetas corredizas. Una típica composición de un regulador es tener una gaveta de regulador y dos gavetas de encendido.



SISTEMA DE EXCITACION ESTATICA

PANELES DE TIRISTORES

Los paneles están compuestos de bandejas en las cuales están puentes de tiristores y los fusibles limitadores de corriente.

PANEL DEL INTERRUPTOR DE CORRIENTE DE EXCITACION

En el panel del circuito de interrupción, está montado el interruptor de campo tipo DBF-16, la resistencia en paralelo, las resistencias de descarga y el detector de fallas a tierra del campo del generador.

PANEL ABSORBEDOR DE ONDA

Este panel está compuesto por dos grupos de equipos, el primero tiene el propósito de proteger al puente de tiristores de corriente fugaces, a través de los circuitos de corriente continua que proviene del campo del generador y del interruptor de campo. El otro equipo absorbedor de onda, sigue para dar señal de control a las ga

vetas de encendido.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Otro de los sistemas auxiliares en el generador, es el sistema de enfriamiento, el cual sirve para extraer el calor producido en las bobinas debido a las altas corrientes que circulan. El refrigerante que se ha estandarizado es el gas hidrógeno, por su capacidad en la absorción de calor, característica térmica que ha permitido la construcción de generadores de gran capacidad.

El gas es mantenido a una presión constante en el interior del generador, como se indica en la figura N^o 9, se lo hace recircular por medio de los ventiladores montados en los extremos del eje del rotor. Después de barrer las bobinas del estator absorbiendo su calor el gas se aloja en la parte superior del generador, donde se encuentran ubicados los enfriadores de agua, en los cuales se produce la transferencia de calor del hidrógeno al agua, como se

SISTEMA DE ALIMENTACION DEL GENERADOR

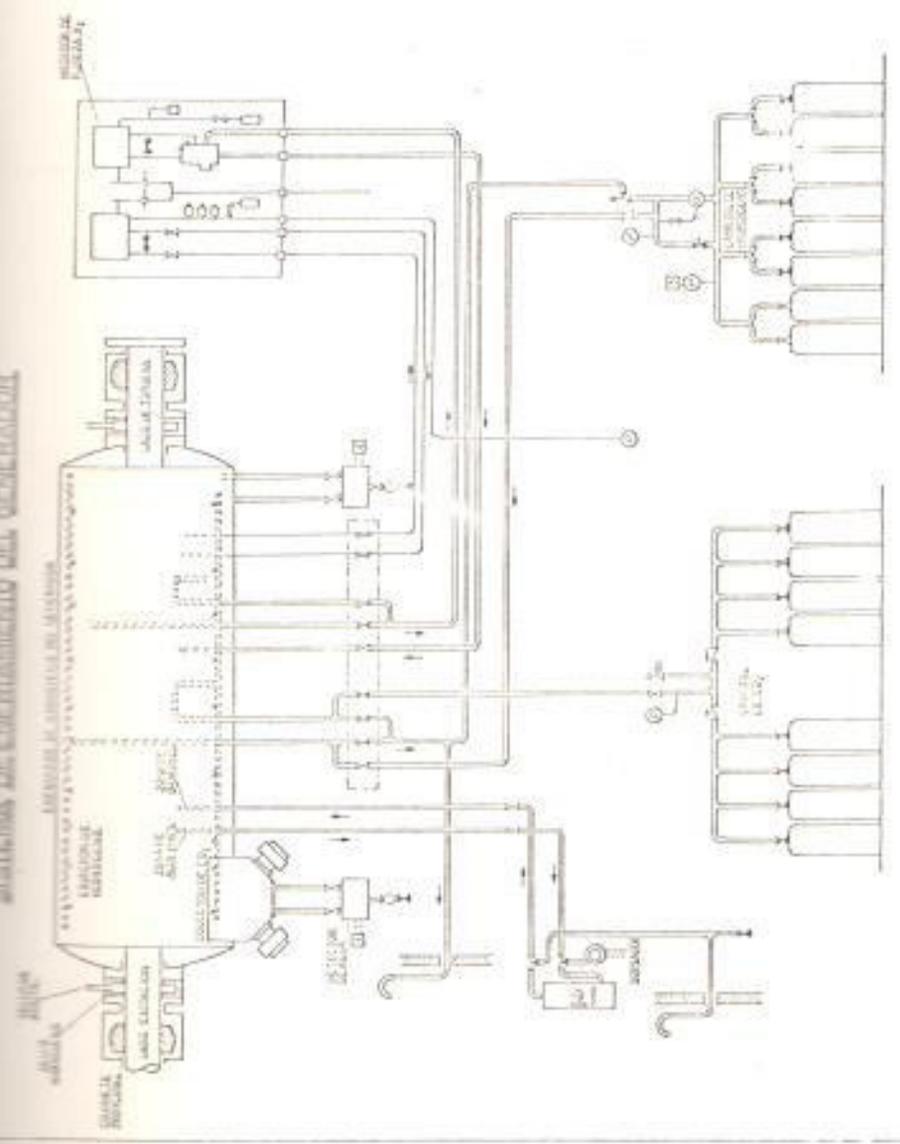


FIG. N.º 9

aprecia en la figura N°10.

Las ventajas del hidrógeno sobre el aire son las siguientes:

1. El gas hidrógeno es de menor densidad que el aire, por lo tanto las pérdidas por fricción entre partículas se reduce. Las pérdidas de fricción son proporcional a la densidad de los gases.
2. El gas hidrógeno tiene una mayor conductividad térmica y un mayor coeficiente de transferencia de la superficie caliente al gas. La generación aumenta por unidad de volumen.
3. Los costos de mantenimiento son reducidos, porque está libre de polvo y humedad debido al sistema de recirculación cerrada del gas.
4. La vida del aislamiento de los devanados del estator es incrementado por la ausencia del oxígeno y humedad, que -

SISTEMA AGUA DE ENERGIAMIENTO DE
HIDROGENO DEL GENERADOR

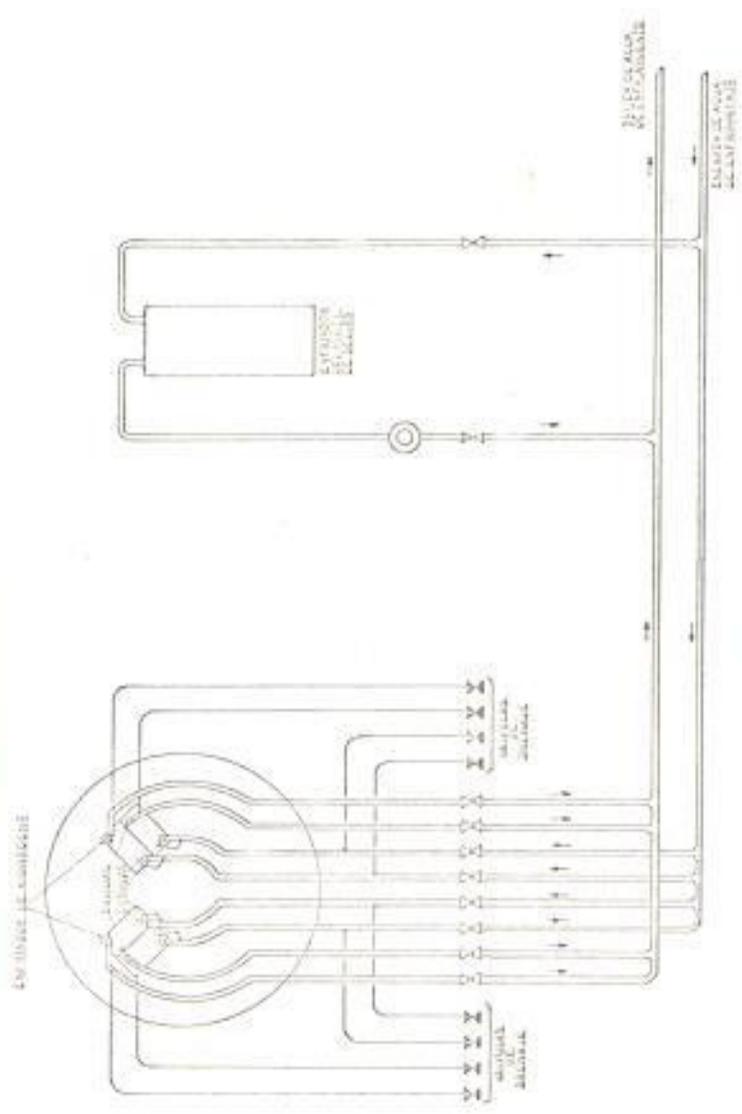


FIG. Nº 10

disminuyen la posibilidad que se presente el efecto corona durante alguna condición de operación no usual.

5. El ruido es reducido debido a la baja densidad del gas y al sistema cerrado de ventilación.

En la siguiente tabla se resume las principales características de hidrógeno con respecto al aire.

CARACTERISTICAS	AIRE	HIDROGENO
Densidad	1.00	0.07
Conductividad Térmica	1.00	7.00
Coefficiente de transferencia de calor de una superficie al gas	1.00	1.35
Calor específico	1.00	0.98
Apoyo a la combustión	Si	No
Agente oxidante	Si	No

Es importante señalar el peligro con el manipuleo del hidrógeno, por cuanto una mezcla de aire con hidrógeno en un rango de 5 al 70 % de hidrógeno por volumen, causa explosión dependiendo de la presión y temperatura, por lo tanto nunca se debe mezclar hidrógeno con aire. El sistema contiene los dispositivos que chequean las condiciones del hidrógeno y dan señal de alarma cuando existe alguna anomalía, como se aprecia en la figura N° 9. Cuando se alimenta o se desaloja el hidrógeno del generador, se utiliza el anhídrido carbónico (CO_2) como gas intermedio entre el aire y el hidrógeno.

SISTEMA DE SELLO

La función del sistema de sello es impedir la fuga de hidrógeno a través de la superficie de contacto de los cojinetes y el eje del generador. Para lo cual se utiliza aceite, el mismo que aplicado a

una presión superior que la del gas no -
permite su salida. Este aceite proviene
del sistema de lubricación de los co-
jinetes pero no se mezcla, como se apre-
cia en la figura N^o 11, sin embargo está
supliendo las pérdidas que existen en el
sistema.

Las pequeñas cantidades de hidrógeno que
se arrastra en la recirculación del acei-
te de sello son receptadas en un tanque
donde se realiza vacío, con el propósito
de separar el gas del aceite.

El valor de la presión de aceite es de
 0.85 Kg/cm^2 sobre la presión del hidróge-
no, cuando la presión decrece a 0.6 Kg/cm^2
el sistema de respaldo del sistema de lu-
bricación entra en funcionamiento y si -
la presión decrece a 0.35 Kg/cm^2 una bom-
ba movida por un motor de C.C. arranca -
para mantener el sello, debido a lo peli-
groso que es la mezcla aire-hidrógeno.

1.1.2. Turbina

La turbina de vapor son máquinas rotativas, se utiliza en ellas la energía o fuerza expansiva del vapor que hace girar el eje motor. Poseen una parte fija que constituye el órgano distribuidor y una parte móvil, formada por el rotor o rodete. El calor desarrollado por la combustión es recibida por el vapor de agua en forma de presión o energía potencial, de manera tal cuando el vapor penetra en el distribuidor posee una considerable energía de presión.

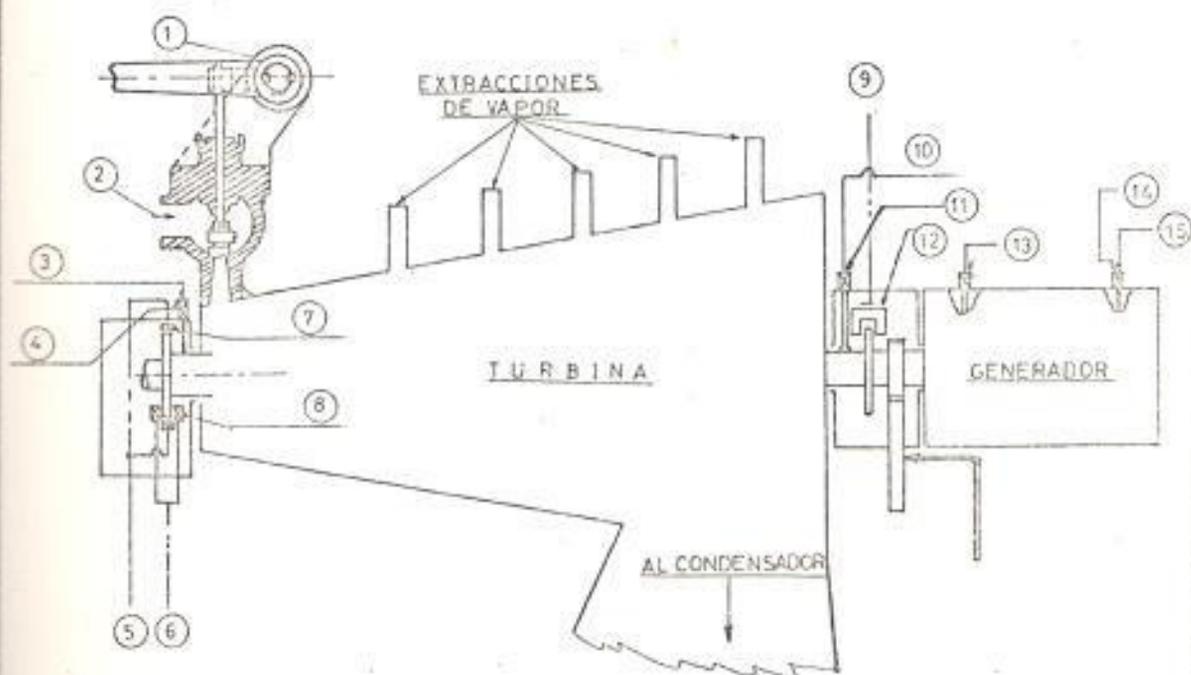
En el distribuidor el vapor se expande en forma adiabática transformando su energía potencial en cinética, a causa de que la expansión produce una disminución de la cohesión molecular y las distintas moléculas se encuentran con mayor libertad de movimiento. Esta energía cinética que se origina en la parte fija de la turbina, se ha formado a costa de la caída de presión, es decir, de la disminución de la energía potencial. Por esta razón se puede decir que en las toberas

o distribuidor se produce una transformación de la energía potencial del vapor en energía cinética. El distribuidor puede estar formado por toberas o bien por una corona de alabes curvados, para darle al vapor la inclinación conveniente.

El vapor sale del distribuidor con gran energía cinética y se dirige al rodete - provisto de paletas o álabes, la que es impulsada por la acción del vapor. En el rodete se anula la energía de velocidad - del vapor y su fuerza se convierte en trabajo o energía mecánica, la que se recoge en el eje de la turbina. Por lo tanto - en el rodete se produce entonces una transformación de la energía cinética del vapor en energía mecánica, por lo tanto se suele afirmar que en la turbina se produce una transformación potencial-cinética-mecánica de la energía del vapor de agua. Ver figura Nº 12.

La turbina que describiremos, es de efec-

ESQUEMA DE LA TURBINA



- | | |
|--|--|
| ① GOVERNADOR | ⑨ REGISTRADOR DE EXPANCIÓN DIFERENCIAL |
| ② ENTRADA VAPOR SC | ⑩ REGISTRADOR DE VIBRACION |
| ③ AL REGISTRADOR DE VIBRACION | ⑪ SENSOR VIBRACION DEL ROTOR |
| ④ SENSOR DE VIBRACION DEL ROTOR | ⑫ SENSOR EXPANCIÓN DIFERENCIAL |
| ⑤ AL REGISTRADOR DE EXCENTRICIDAD | ⑬ SENSOR DE VIBRACION ROTOR |
| ⑥ AL REGISTRADOR DE POSICIÓN DEL ROTOR | ⑭ } REGISTRADOR DE VIBRACION |
| ⑦ SENSOR DE EXCENTRICIDAD ROTOR | ⑮ } |
| ⑧ SENSOR POSICIÓN DEL ROTOR | |

Fig N°12

to combinado acción-reacción del tipo horizontal, consta de 14 etapas de rotores; 1 etapa curtis o velocidad, 10 etapas de impulso y 3 etapas de reacción. Tiene el escape conectado a un condensador que trabaja a presión inferior a la atmosférica, lo cual permite extraer la máxima cantidad de trabajo al vapor.

Otra de su característica importante es - que es de tipo regenerativo porque de ella se deriva cinco extracciones de vapor, que ingresan a los calentadores de agua, colocados en serie que reciben el vapor en forma escalonada, con el propósito de elevar la temperatura al agua que ingresa a la caldera.

La turbina se encuentra acoplada al generador eléctrico y el conjunto toma el nombre de turbo-generador, el mismo que consume - una cantidad de 281.840 Ks/Hr de vapor para una generación bruta de 73 MW, con las condiciones de vapor de 88 Ks/m² de presión,

77
y 510°C de temperatura.

Al otro extremo de la turbina se encuentra acoplado una bomba de aceite, que es la que proporciona aceite al sistema de lubricación y al sistema de control hidráulico.

Los componentes principales del sistema de control de velocidad y carga del turbo-generador son: el gobernador de velocidad, el cambiador de velocidad y el limitador de carga.

El propósito del sistema de control de la velocidad y carga, es para asegurar que la velocidad del turbo-generador pueda mantenerse constante automáticamente, permitiendo el ajuste de la velocidad del turbo-generador antes de sincronizar, así como la potencia útil después de sincronizarse.

Cuando el turbo-generador está sincronizado, trabajando en paralelo con otros generadores en un sistema eléctrico, la velocidad del turbo-generador queda determinada

por la frecuencia del sistema, la carga crece o decrece por el ajuste del cambiador de velocidad.

En caso de que ocurriera algún desequilibrio entre la potencia útil total de todos los turbo-generadores en paralelo y las cargas eléctricas totales del sistema, la frecuencia fluctuaría, lo que mueve al gobernador a controlar la potencia útil del turbo-generador con el fin de conservar una velocidad constante. Es inconveniente que por causa de las fluctuaciones de frecuencia, la potencia útil del turbo-generador se incremente más allá de un límite predeterminado, por lo tanto el limitador de carga no permite que la potencia útil de un turbo-generador llegue a valores que sobrepasen los límites de diseño, aún cuando sea requerido por el sistema eléctrico.

1.1.3. Caldera

El avance del diseño y construcción de

calderas durante los últimos 30 años y el desarrollo de estas unidades han progresado desde que se consideró una unidad de alta presión, operando en los rangos desde 100 PSI hasta de 5,000 PSI.

Explicaremos su funcionamiento y componentes refiriéndonos a una caldera de tipo industrial de alrededor de 1.500 PSI. Los tres sistemas principales que se presentan en la caldera son: ciclo agua-vapor, sistema de combustible y el sistema de aire y gas.

CICLO AGUA-VAPOR:

El ciclo agua-vapor comprende los equipos o circuitos por donde circula el agua y vapor, así tenemos que sus partes principales son las siguientes. Domo de vapor, domo de agua, bancos de tubos, tubos frontales y posteriores, tubos laterales, supercalentadores y atemperador. Como se indica en la figura N° 13.

PARTES PRINCIPALES DE UNA CALDERA

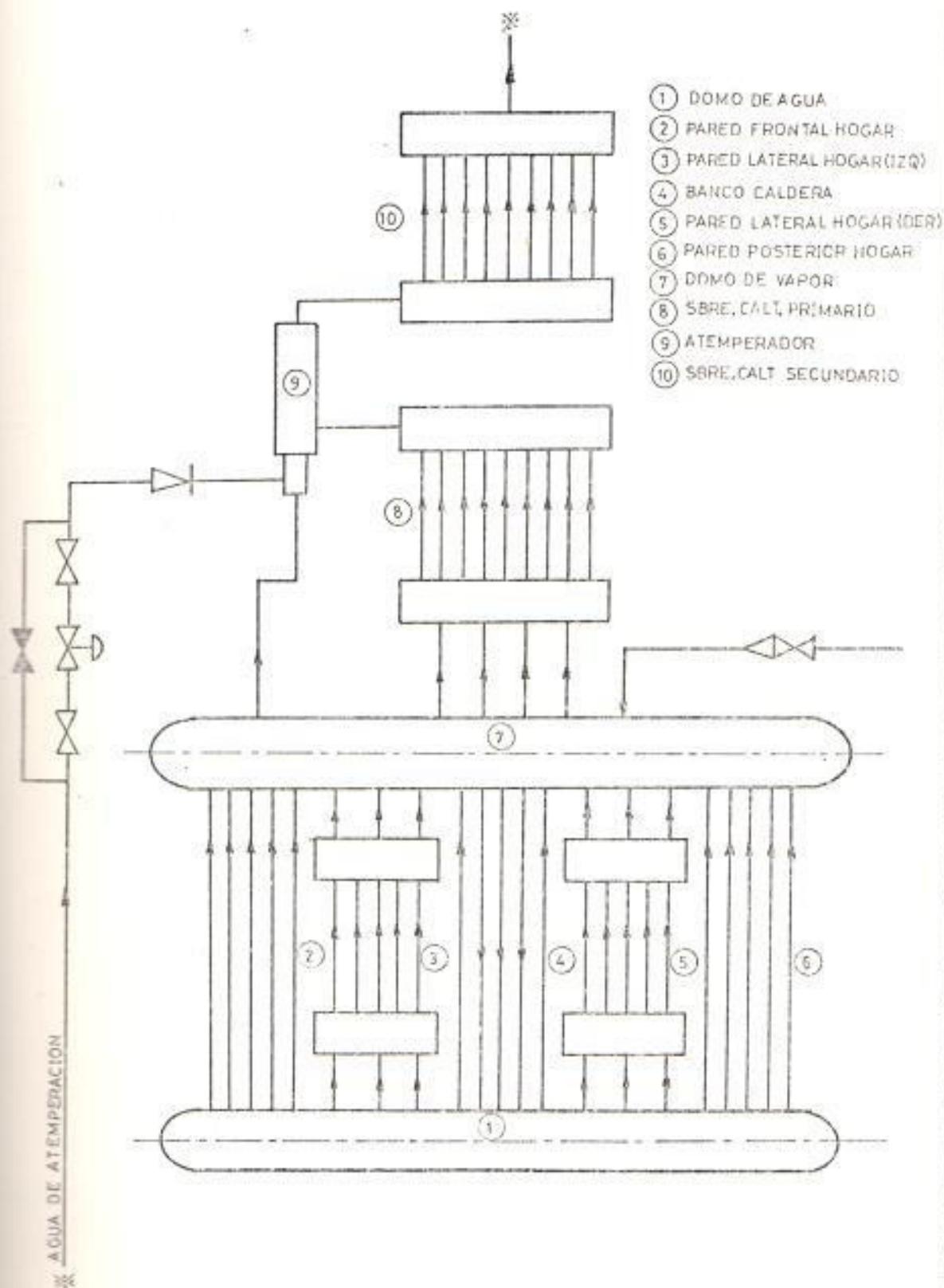


Fig N°13

El agua de alimentación calentada por los calentadores de agua y presurizada por las bombas de alimentación es llevada al domo de vapor por medio de una tubería a una temperatura alrededor de los 220°C.

El agua de alimentación mezclada con agua saturada después de descargar en el domo de vapor por medio de tubería interna instalada en forma axial, caen al domo de agua por los tubos del lado posterior del banco de tubos de la caldera, conectando domo de vapor y domo de agua. Como los tubos del frente de la caldera y del banco de tubos, están más en contacto con los gases de la combustión, el agua en ellos tiende a fluír hacia arriba. Los domos de vapor y agua están conectados además por los siguientes circuitos, según la figura N° 14.

- a. Domo de agua, piso del hogar pared frontal, techo, domo de vapor.
- b. Domo de agua, tubos de suministro, ca

DIAGRAMA DE CIRCULACION AGUA-VAPOR⁵²

VAPOR SATURADO →
AGUA →

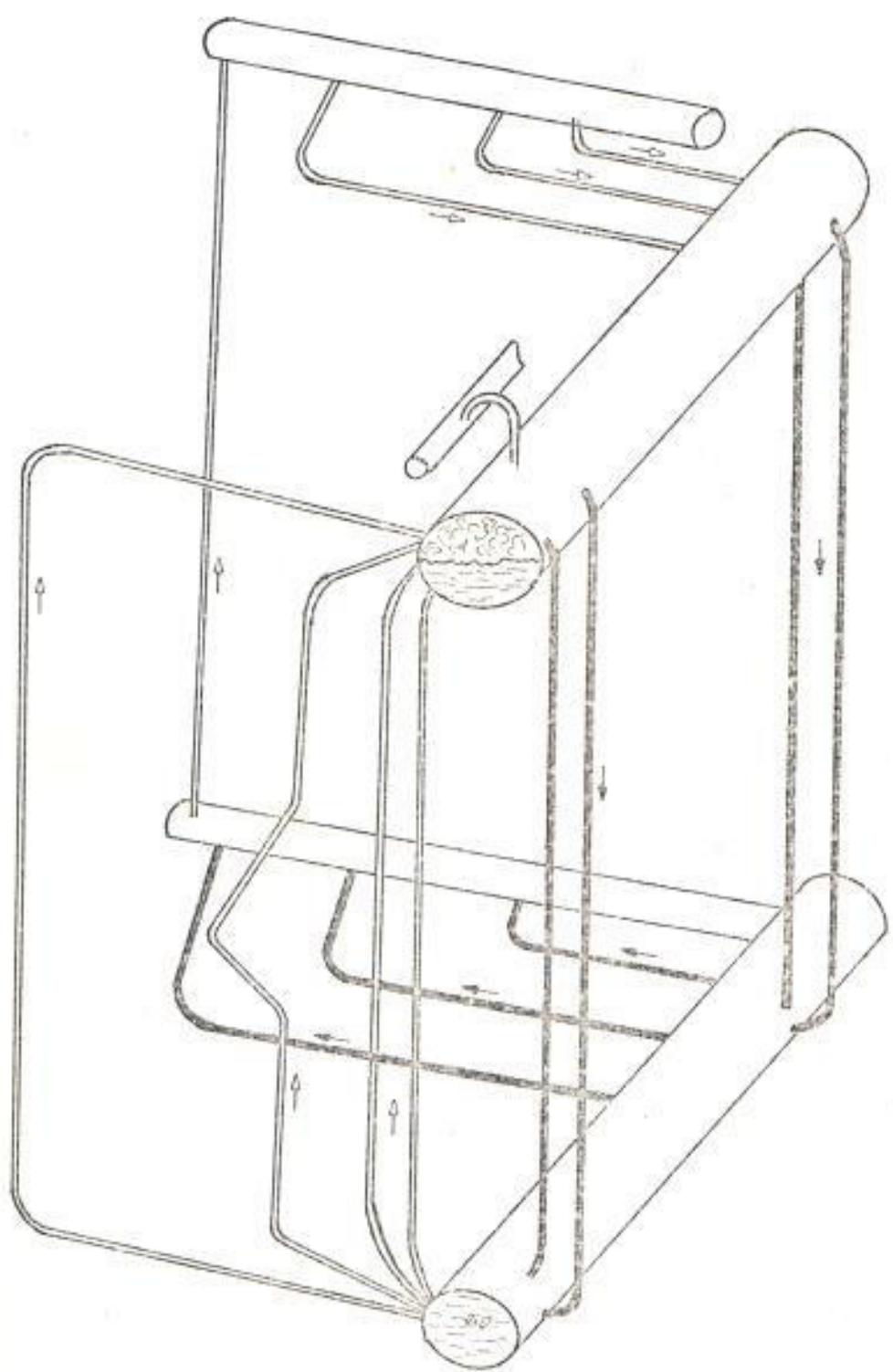


Fig N°14

bezal inferior de paredes laterales, paredes laterales, cabezal superior - de paredes laterales, tubos de subida, domo de vapor.

c. Domo de agua, pared posterior del hogar, arco deflector, banco de tubos - de caldera, domo de vapor.

El vapor saturado generado en el domo de vapor fluye al supercalentador primario a través del cabezal de entrada.

Este supercalentador primario está colgado a lo largo del hogar y el vapor que atraviesa el supercalentador recibe por radiación y convención de los gases del hogar altas temperaturas.

El vapor que sale del supercalentador primario, es recogido en el atemperador, que, montado entre los dos supercalentadores rocía agua para mantener uniforme la temperatura del vapor a la salida del supercalentador primario.

El vapor a la salida del atemperador es supercalentado en el supercalentador secundario y recogido en el cabezal de salida - del supercalentador para ser dirigido por medio de la tubería principal de vapor a la turbina.

SISTEMA DE AIRE Y GAS:

El ventilador de tiro forzado es el que suministra aire al interior de la caldera para producir la combustión, al mismo tiempo hace circular o empujar los gases de la combustión por un recorrido especial con la finalidad de que caliente los tubos de la caldera.

Los siguientes equipos conforman el sistema aire y gas: precalentador, aire a vapor, calentador de aire regenerativo, ducto de aire, registro de aire para quemadores, ducto de gas, chimenea.

Como se muestra en la figura N° 15., a la

FLUJO DE AIRE Y GASES DE COMBUSTION

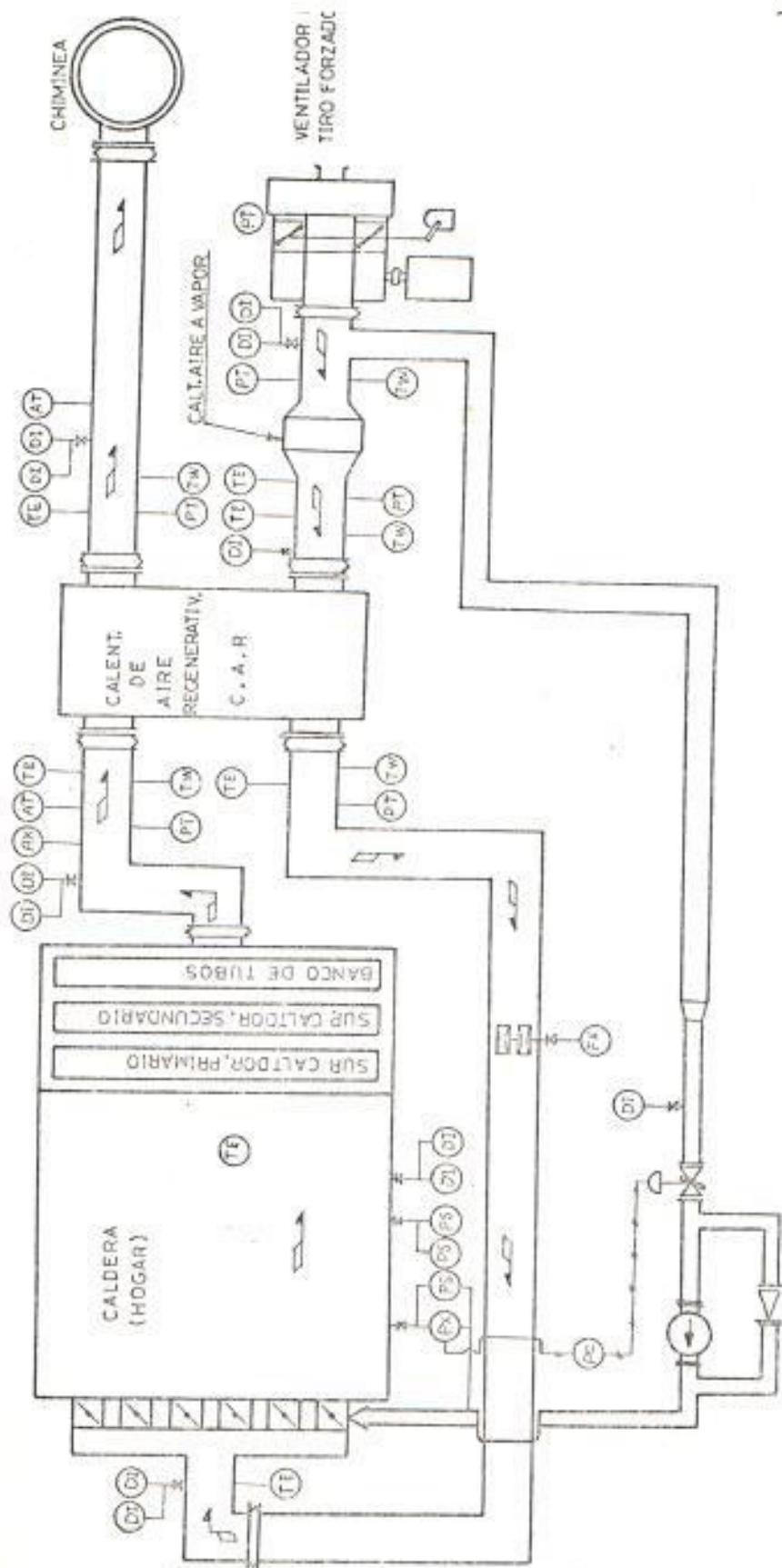


Fig No 15

02

salida del ventilador de tiro forzado el aire pasa por el precalentador de aire a vapor. Esto es con el objeto de eliminar la humedad del aire, la cual ocasiona corrosión debido a que su mezcla con el azufre que contienen los combustibles forma el ácido sulfúrico (H_2SO_4).

El aire precalentado pasa al calentador de aire regenerativo donde eleva su temperatura, debido a que este calentador - está colocado entre el ducto de entrada de aire y el ducto de salida de gases provenientes de la combustión. Este calentador gira a una velocidad de 3 RPM - por medio de un sistema de engranaje - acoplado a un motor. Cada mitad de calentador pasa primero por el ducto de gases, para luego pasar por el ducto de aire. Este aire que alcanzará una temperatura elevada es dirigido a los registros de aire de los quemadores por medio del ducto de aire, para iniciar la combustión.

Los gases de la combustión forzadas hacia la salida del hogar, pasan por los supercalentadores en los cuales entregan su calor tanto por radiación como por convección.

En el banco de tubos se instalan desviadores de gases, lo que hacen cambiar la dirección de los mismos con el objeto de que aumenten su velocidad y la rapidez de transferencia de calor a los tubos. Los gases abandonan el hogar de la caldera - por la parte inferior - posterior, para luego pasar por el calentador de aire regenerativo donde disminuyen apaciblemente su temperatura para salir a través de la chimenea a la atmósfera.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE:

El sistema de combustible consta de dos partes: el sistema de combustible pesado o bunker y el sistema de combustible diesel, además los sistemas auxiliares que sirven para la atomización y purga de los

combustibles.

A continuación describiremos los sistemas: primero el de combustible pesado, como muestra la figura N°16., el combustible almacenado en los tanques de consumo diario, es succionado por una de las bombas de combustible y descarga al cabezal a una presión de 19 Kg/cm² y a una temperatura de 45°aproximadamente. Luego pasa por los calentadores, donde alcanza una temperatura de alrededor de 100°C, con lo cual su viscosidad disminuye notablemente, lo que permite una buena atomización del combustible. Antes de ingresar al cabezal de los quemadores, el combustible pasa por la válvula de control automático, la cual regula el flujo necesario para la combustión y por la válvula de corte, la misma que está controlada por una solenoide, que cierra la válvula, no permitiendo el paso del combustible cuando existe alguna condición anormal en la operación de la caldera. Del cabezal del combustible a quemadores se reparte a cada quemador, que en número -

de seis están localizados en la pared frontal de la caldera, en dos hileras de tres quemadores superiores y tres quemadores inferiores. Cada quemador tiene una válvula controlada por un solenoide, la cual permite que se abra la válvula cuando se cumple las condiciones de arranque del quemador.

El sistema de combustible diesel es semejante al de bunker con la diferencia de que no utiliza calentadores, además se divide en dos ramales, el primero que alimenta a los quemadores de arranque, que sirven para levantar la presión en la caldera y trabajan, hasta el momento de sincronizar la máquina al sistema externo, en ese momento se cambia a quemadores de bunker.

El segundo ramal alimenta a los quemadores pilotos o encendedores, como se aprecia - en la figura N° 16, que a través de un pequeño motor se controla al paso del com

bustible y aire, para formar una nube alrededor de un par de electrodos donde se produce un arco eléctrico, el mismo que enciende al combustible, existe un encendedor para cada quemador.

Los sistemas auxiliares de atomización y purga son dos, el de vapor que sirve para atomizar al combustible bunker en el momento de quemarlo y el de purga que sirve para desalojar el residuo de combustible del quemador cuando sale de servicio; el otro sistema auxiliar es el de aire, que se lo utiliza para el combustible diesel con la misma finalidad.

1.1.4. Condensador

La función de un condensador, como su nombre lo indica es condensar el vapor de la turbina, una vez que a entregado su energía. Por lo tanto el condensador provee un recinto a muy baja presión con el propósito de que el vapor entregue su máxima energía posible a su paso por la turbina.

El efecto de disminuir la presión del condensador es aumentar o mejorar la eficiencia del ciclo.

Podemos resumir en tres las funciones del condensador:

1. Condensar el vapor, o sea convertir el vapor en líquido para que su bombeo sea fácil y económico.
2. Recuperar la mayor cantidad del vapor utilizado en el proceso.
3. Extraer el aire y otros gases no condensables, que son nocivos y ocupan espacio disminuyendo el área de trabajo del condensador.

El proceso de condensación se realiza según se puede apreciar en la figura N° 17, el vapor ingresa por la parte superior del condensador en forma radial y al ponerse en contacto con la superficie exterior de una inmensa cantidad de tubos que

EL CONDENSADOR DE VAPOR

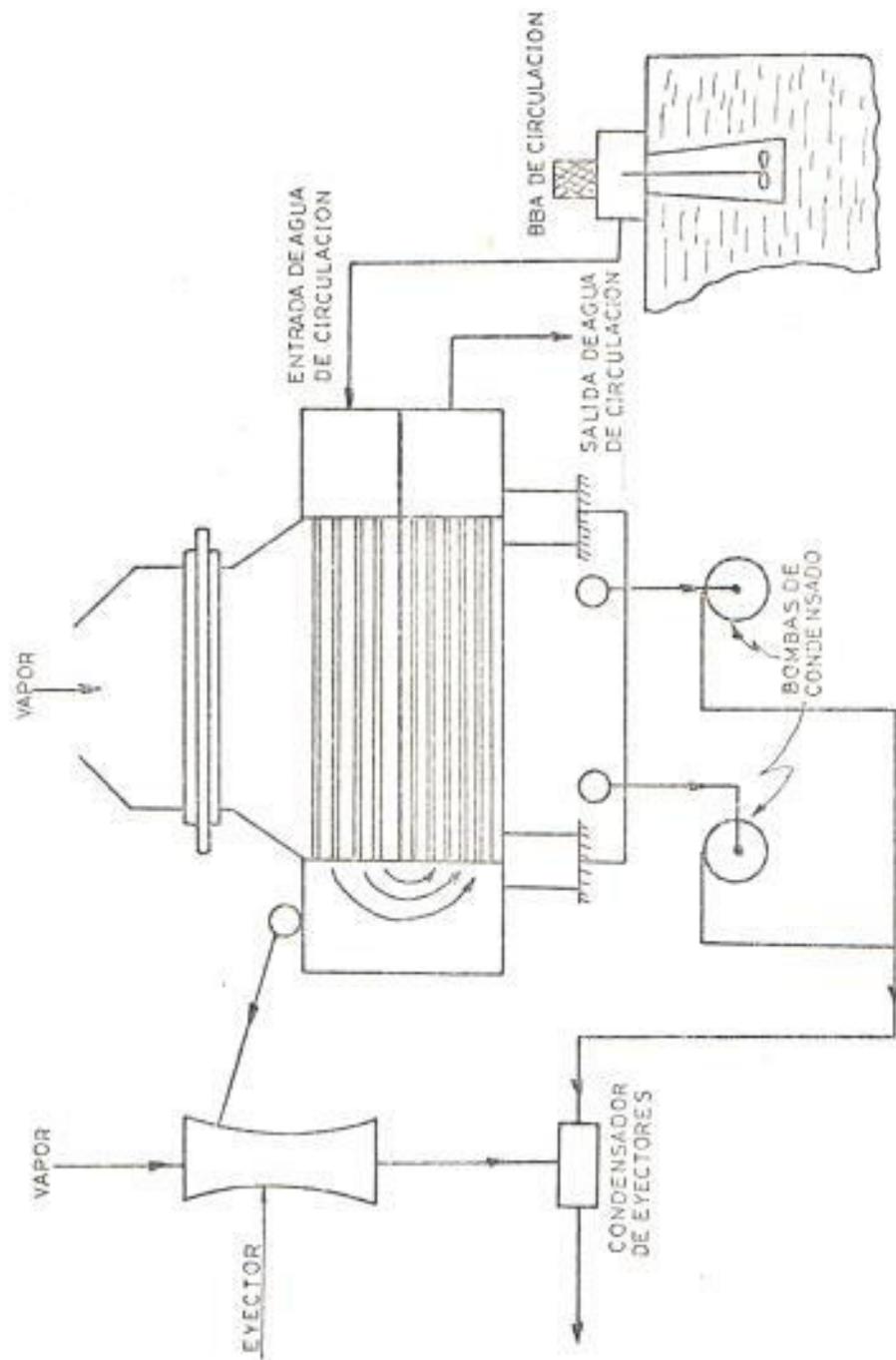


Fig N°17

se encuentran frios se condensa el vapor.

El agua condensada se almacena en un recipiente de gran volúmen que se lo conoce como pozo de condensado, desde el cual se extrae el agua de condensado por intermedio de las bombas de condensado y se alimenta al ciclo. Por el interior de los tubos del condensador circula agua del sistema de agua de circulación, con lo cual se mantiene la temperatura baja de los tubos.

El agua de circulación generalmente proviene de rios, lagos y mar, entra por la parte de arriba de la caja de agua como se nota en la figura N^o 17, para luego pasar por los tubos superiores hasta la caja de agua de retorno y salir por los tubos inferiores. Como el agua de circulación es corrosiva y además contiene arena y materiales abrasivos, los tubos de los condensadores son hechos de materiales especiales altamente resistentes a la corrosión.

Como el agua de circulación es salada, se utiliza un sistema de protección electrolítica o catódica para evitar la corrosión.

Para extraer el aire y los gases no condesables, se usa un sistema de eyectores con el propósito de producir vacío en la cámara del condensador, con lo cual se extrae el aire y los gases corrosivos, como el CO_2 y O_2 .

1.1.5. Equipos Auxiliares

Se conoce como equipos auxiliares de una central térmica a todos aquellos equipos que hacen factible el funcionamiento del ciclo agua-vapor, con el objetivo de producir energía eléctrica. A estos equipos auxiliares es más fácil identificarlos dentro de los sistemas a los que pertenenen, así tenemos que los principales sistemas son: de condensado, alimentación, circulación, etc.

SISTEMA DE CONDENSADO

Es una unidad a vapor se entiende como -

sistema de condensado al agua contenida en el pozo caliente del condensador producto de la condensación del vapor del ciclo, así como también al agua desmineralizada que se almacena en el tanque de condensado y sirve para reponer las pérdidas de agua en el ciclo.

El sistema de condensado comprende el circuito que va desde el condensador al deseareador, como se aprecia en la figura N° 18, en el cual constan las bombas de condensado que son las encargadas de succionar el agua del pozo del condensador, filtros, condensador de sello, eyectores, calentadores de agua de baja presión, válvulas de control, controladores de nivel tanto del condensador como del deseareador y el circuito de agua de reposición el cual consta del tanque de condensador y las bombas de transferencia de condensado de baja y alta presión.

En el diagrama de bloques de la figura N° 19, está representado la forma de arranque

SISTEM, AGUA CONDENSADO

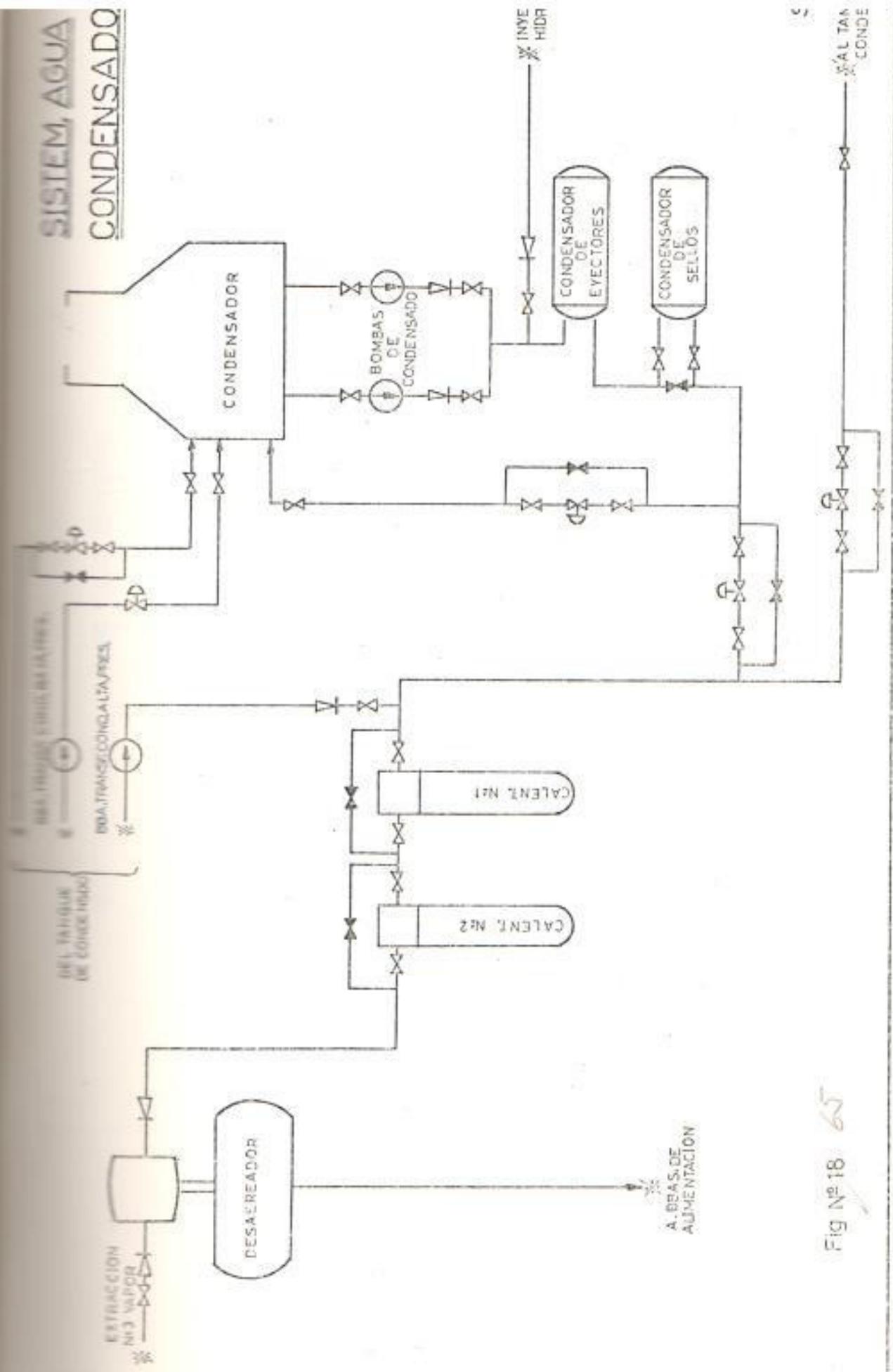


Fig N° 18 65

DIAGRAMA LOGICO BOMBAS DE CONDENSADO.

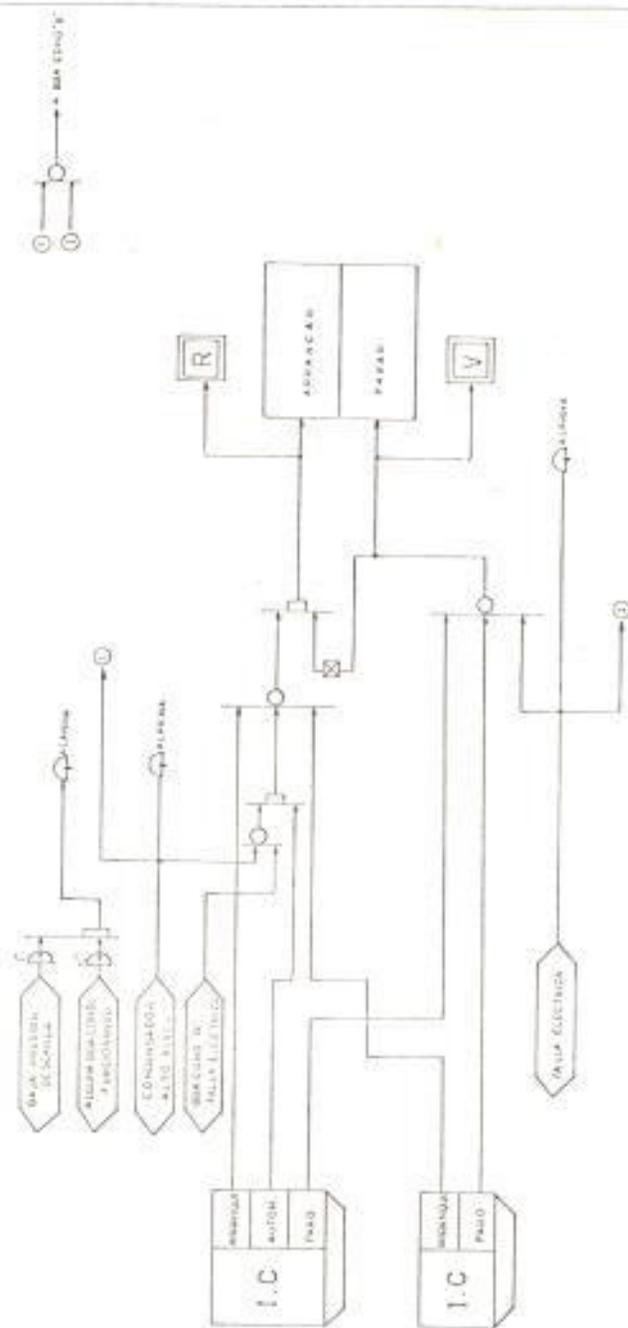


Fig. 14-19

y paro de las bombas de condensado, así como también condiciones por las que pueden entrar a funcionar automáticamente - la otra bomba.

SISTEMA DE ALIMENTACION

Este sistema comprende el circuito de agua de alimentación a la caldera y va desde el desaireador al domo superior. La figura N° 20 tiene como elementos constitutivos las bombas de alimentación, los calentadores de agua de alta presión, válvulas de control y motorizadas, filtros, el circuito de recirculación para mantener un mínimo de flujo y la línea de alimentación de agua al atemperador.

La válvula de control automática, es la encargada de mantener el flujo necesario con el propósito de que el nivel del domo se encuentre en su valor normal, cualquier variación de este nivel activa la válvula. Cuando se presenta alguna falla en la bomba de alimentación que está

SISTEM AGUA ALIMENT.

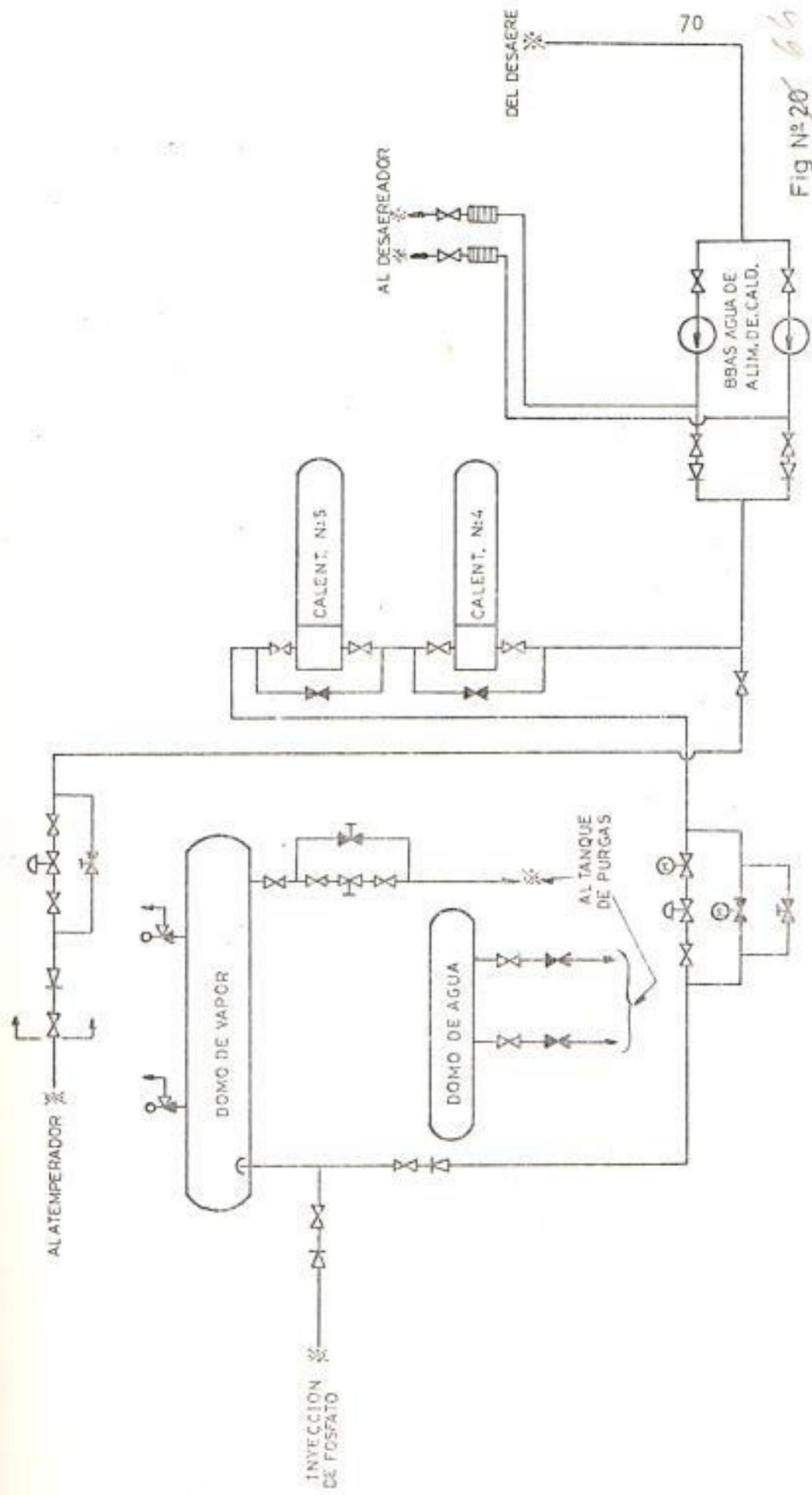


Fig N:20

66

DIAGRAMA LOGICO DE BOMBA ALIMENTACION A CALDERA

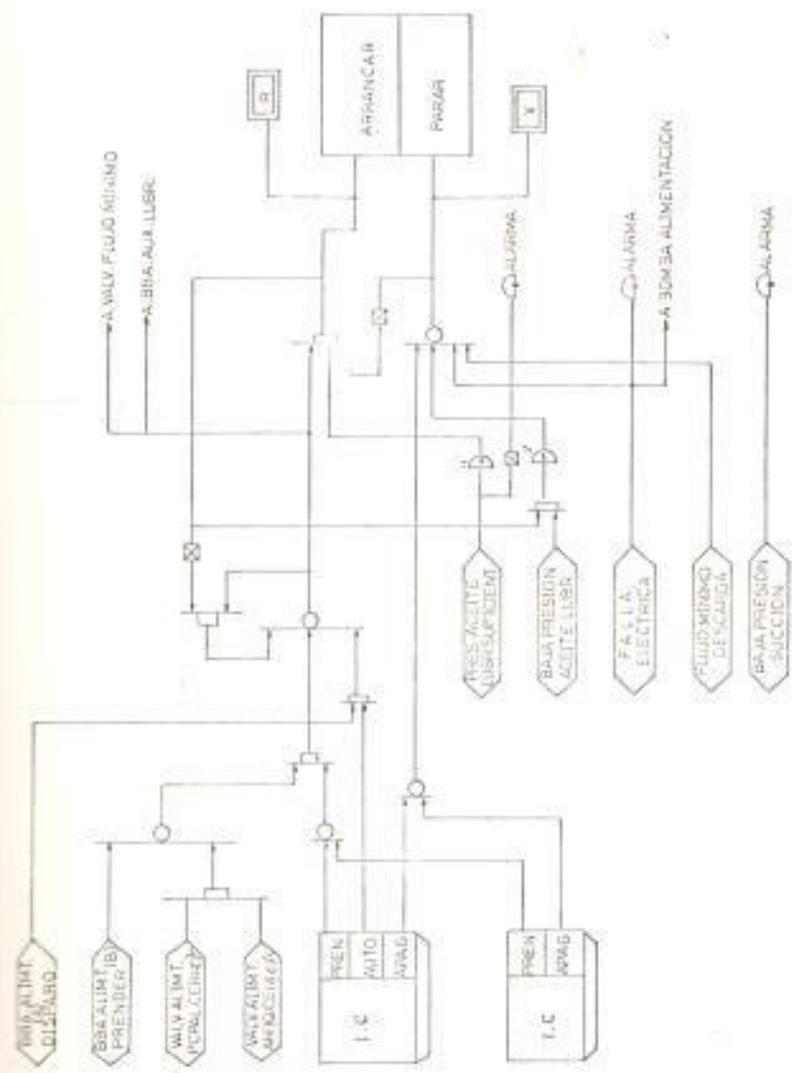


FIG. 14-21

en operación arranca la otra de acuerdo al diagrama de bloques de la figura N° 21.

SISTEMA DE CIRCULACION ✓

El objetivo principal del sistema es proporcionar agua en cantidad suficiente para la condensación del vapor que sale de la turbina, esto se logra extrayendo el calor de vaporización del vapor en el condensador. Este sistema además proporciona agua para enfriar equipos, hidrógeno, aceite de lubricación, cojinetes, etc.

En la figura N° 22, apreciamos el circuito del sistema de circulación, el mismo que es de ciclo abierto y sus principales elementos son: la bocatona, las rejillas fijas y giratorias, las bombas de circulación, las válvulas de descarga motorizadas, los filtros debris, las válvulas de descarga del condensador, el canal de descarga, la línea que va al circuito de enfriamiento y la línea que

SISTEMA AGUA DE CIRCULACION

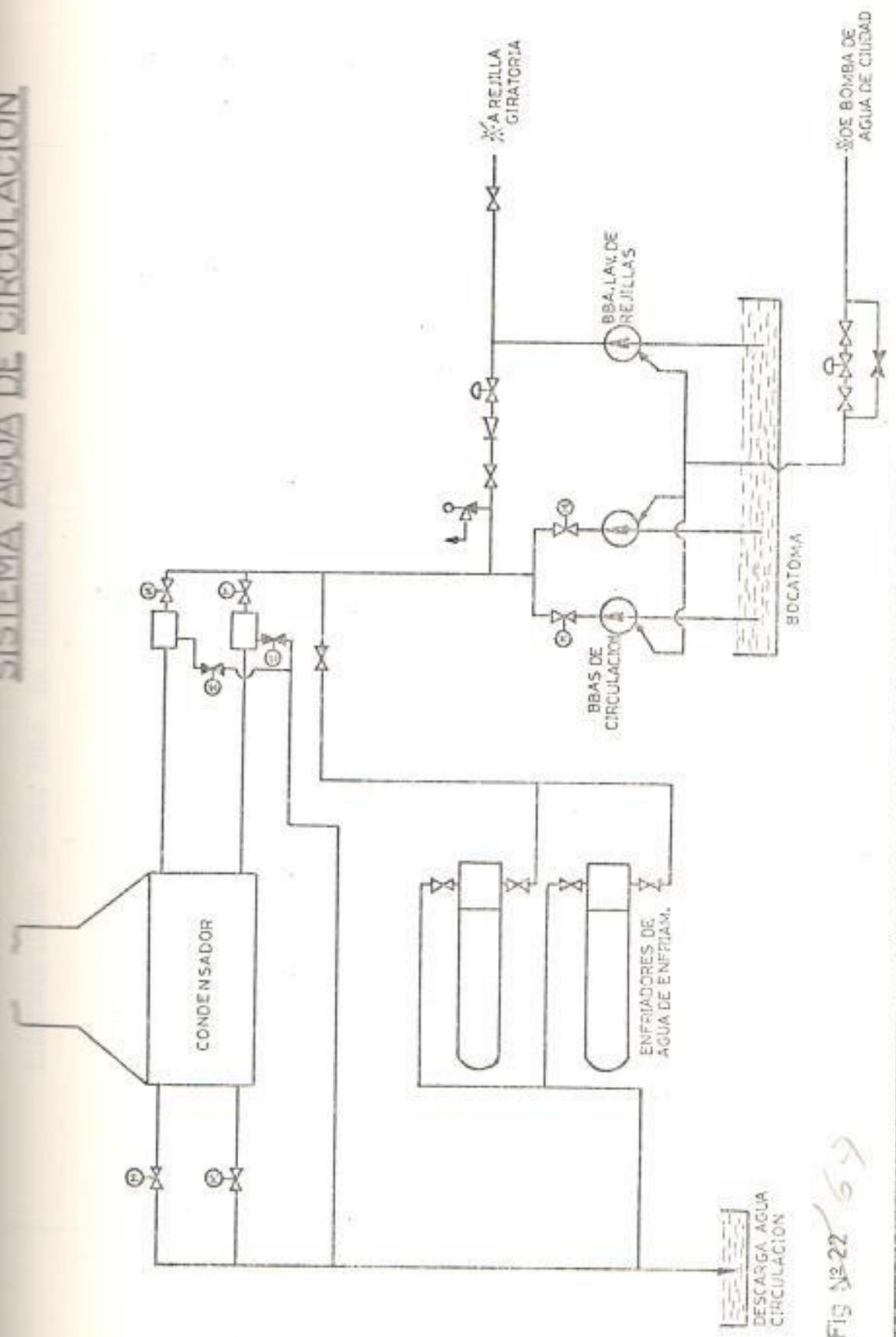


Fig No 22 64

va al circuito de lavado de los tubos del condensador. En el diagrama de bloque de la figura N° 23, tenemos el control sobre las bombas de circulación, es importante señalar que los cojinetes de las bombas son lubricadas por agua potable, por lo que existe la protección de baja presión de lubricación.

1.2. SISTEMA ELECTRICO DE UNA CENTRAL TERMICA

Para poder visualizar el sistema eléctrico, utilizaremos un diagrama unifilar, el mismo que nos ayudará para en forma simple representar los componentes principales. El diagrama unifilar está compuesto de las siguientes partes (ver figura - N° 24):

- Generador sincrónico y sistema de 13.8 KV
- Transformador principal y transformadores auxiliares de unidad y de planta.
- Sistema de excitación y regulador automático de voltaje (AVR).
- Sistema de 2.4 KV.
- Sistema de 480 V.
- Circuito de control de 125V. DC.

- Circuito de control de 120 V.A.C.
- Sistema de iluminación.

GENERADOR SINCRONICO Y SISTEMA DE 13.8 KV

De las características del generador nos referimos anteriormente, ahora hablaremos desde los terminales de salida del generador.

La salida del generador es a un voltaje de 13.8 KV de línea a línea, a través de un ducto con barras de fase segregadas de 4.000 Amp. al cubículo de 13.8 KV.

El neutro del generador es aterrizado a través de un transformador monofásico de tipo seco de 12.000/120 V. de 70KVA de capacidad cuyo secundario está conectado a una resistencia de 0.148Ω - 540 Amp.

En la salida del generador están conectados los transformadores de corriente tanto para medición como para el sistema de protección del generador.

El sistema de 13.8 KV consiste en un cubículo interior de tres barras de fase no segregadas de

aluminio de 4.000 Amp. En este cubículo se incluyen las siguientes secciones:

1. El disyuntor 52 G de soplado de aire tipo 10 C de 4.000 Amp., con una capacidad de interrupción de 1.600 MVA a 13.8 KV., el control de cierre y disparo del interruptor es por medio de corriente directa de 125 voltios.
2. Las cuchillas seccionadoras 89 U que conecta - el transformador auxiliar de planta.
 - Un transformador de potencial de 14.400/120V que sirve al sistema de sincronización del sistema.
 - Los compresores del disyuntor principal.
3. Transformadores de potencial de 14.400/120V., esta sección incluye dos juegos de transformadores potencial, un juego para el regulador automático de voltaje (AVR) y otro juego para protección y medición.

Absorbedores de sobretensiones, las cuales constan de pararrayos y capacitores, que sir-

ven para la protección contra elevaciones repentinas de sobrevoltajes, los capacitores son monofásicos de 0.25 uf. y los pararrayos son de 15 KV., conectados solidamente a tierra.

4. El transformador de excitación tipo seco con una capacidad de 550 KVA., a una relación de 13.8 KV/300 V., alimenta el panel de tiristores.

El sistema de excitación del generador, es suministrado por una excitación estática con regulador de voltaje de estado sólido.

TRANSFORMADOR PRINCIPAL Y TRANSFORMADOR AUXILIAR DE UNIDAD

La salida del generador a 13.8 KV es elevada hasta 69 KV., por el transformador principal, localizado afuera de la central en el patio de transformadores. Es un transformador trifásico 60 Hz, sumergido en aceite, la relación de voltaje es de 13.2/69 KV., con TAPS de $\pm 2.5\%$, $\pm 5\%$, con una conexión delta en el lado de baja tensión y estrella en el lado de alta tensión, solidamente aterrizados y con la siguiente relación de capacidad 52/70/86 MVA, OA/FA/FOA a una rata de tem

peratura de 55°C. La alimentación al patio de - 69 KV., es en forma subterránea con cable aislado a través de un banco de interruptores monofásicos de gran volumen de aceite (OCB).

El transformador auxiliar de unidad es alimentado a través de un ducto de barras no segregadas de 1.200 AMP., derivadas de los terminales principales en el cubículo de 13.8 KV por medio de las cuchillas seccionadoras 89 U.

El punto de derivación está entre el transformador principal y el disyuntor de 13.8 KV. Este transformador es de una capacidad de 5 MVA trifásico conexión estrella lado de alta y triángulo lado de baja, de 13.2/2.4 KV. con TAPS de $\pm 2.5\%$ $\pm 5\%$ autoenfriado, sumergido en aceite. Sirve a todos los equipos auxiliares de la planta.

El transformador auxiliar de planta tiene las mismas características que el anterior y da servicio de respaldo. Está alimentado desde una barra de 13.8 KV de otra Central (EMELEC).

de capacidad con operación por solenoide y son -
 usados para los circuitos de las alimentadoras -
 tanto a los transformadores de servicio como a
 los motores de 2.4 KV.

La capacidad de interrupción basada en un máxi-
 mo de 14.000 Amp., es de 100 MVA a 2.4 KV el con-
 trol de cierre y disparo de los disyuntores es
 de 125 V corriente directa.

El sistema de puesta a tierra es a través de un
 transformador de puesta a tierra monofásico 5KVA
 de 2.4 KV/120V., con una resistencia de 15.4 Ω ;
 3.2 Amp.

El tablero de 2.4 KV incluye 15 secciones indivi-
 duales como sigue:

- Transformador de puesta a tierra y resistencia
- Disyuntor del transformador auxiliar de unidad
 (52U)
- Disyuntor del transformador de servicio de uni-
 dad (52 UH)
- Disyuntor del ventilador de tiro forzado
- Disyuntor de la bomba de agua de alimentación
 (2 A)

- Disyuntor de la bomba de circulación (2 A)
- Disyuntor de la bomba de agua de condensado (2 A)
- Disyuntor de la bomba de agua de condensado (2 B)
- Disyuntor de la bomba de transferencia de condensado alta presión
- Disyuntor de la bomba de circulación (2 B)
- Disyuntor de enlace de barras (52 BH)
- Disyuntor de la bomba de alimentación (2 B)
- Disyuntor de reserva
- Disyuntor del transformador de servicio de planta (52 SH)
- Disyuntor del transformador auxiliar de planta (52 S2)

Entre los interruptores 52 U, 52 BH y 52 S2 , existe un interbloqueo eléctrico el cual permite el cierre de solamente dos de ellos. Además el interbloqueo es automático cuando es necesario hacer transferencia de barras por intermedio del selector 43 MH y el seleccionador del interruptor que sale fuera de servicio.

SISTEMA DE 480 V

El sistema de 480 voltios es suministrado atra-

ves de los transformadores de servicio de unidad y de planta instalados en el centro de potencia de 480 V., con las siguientes características . Transformadores de tipo seco auto-enfriados de 1.000 KVA., de capacidad trifásico de 2.400/480V conexión delta en alta y estrella en baja con el neutro solidamente aterrizado. Estos transformadores están diseñados para tener suficiente capacidad para suministrar las cargas de 480 V.

El sistema de 480 V., es distribuido a un transformador de iluminación, cuatro centros de control de motores y motores de 480 V., mayores de 60 KW., por el centro de potencia. Los motores de 480 V de 60 KW y menos son alimentados desde los centros de control de motores.

Los disyuntores de alimentación desde los transformadores de servicio de unidad y de planta - (52 UL y 52 SL) y el disyuntor de enlace de barras (52 BL) están interbloqueados, tal que un disyuntor no puede ser cerrado si los otros dos disyuntores están cerrados. Aún más, el disyuntor de enlace de barras (52 BL) está eléctricamente interbloqueado para cerrar cuando uno de

Los otros dos disyuntores (52 UL) o (52 SL) se han disparado y el interruptor selector 43 MH está en la posición de automático (AUTO).

El centro de potencia de 480 voltios consiste en tres barras de aluminio no aisladas de capacidad de 1.200 Amp. y disyuntores de soplado de aire (ABC) tipos DS-416 y DS-208. Los disyuntores tipo DS-416 es de una capacidad de 1.600 Amp., con una capacidad de interrupción de 42 KA y son usados para los circuitos de alimentación (52 UL y 52 SL) y el enlace de barras (52 BL).

Los disyuntores DS-208 son de una capacidad de 800 Amp. con una capacidad de interrupción de 22 KA y son usados para los circuitos de las alimentadoras. El control de cierre y disparo es de 125 V de corriente directa.

El centro de potencia de 480 V., inclusive 22 secciones asignadas como sigue:

- Transformador de servicio de unidad.
- Disyuntor del transformador de servicio de unidad (52 UL)

- Transformador de potencial
- Unidad de relevadores
- Disyuntor del centro de control de motores de la caldera de 480 V.
- Disyuntor del enlace de barras de 480 V.(52 BL)
- Disyuntor del compresor de aire de planta 3 A
- Disyuntor de la bomba de lavado de rejillas
- Disyuntor del panel de distribución de alumbrado.
- Disyuntor del centro de control de motores común 1
- Disyuntor del centro de control de motores común 2
- Transformadores de potencial
- Unidad de relevadores
- Disyuntor de transformador de servicio de planta (52 SL)
- Transformador de servicio de planta
- 3 Disyuntores de reserva
- 3 espacios de reserva.

Los centros de control de motores suministran potencia a los motores de 480 V de 60 KW y menos potencia, a los equipos auxiliares tales como cargador de baterías, etc.

La mayoría de los arrancadores de los motores de 480 V están incluidos en el centro de control de motores.

El centro de control de motores está compuesto - de los cubículos de los arrancadores de los motores y cubículos de suministro de potencia a los interruptores de tipo NFB.

La capacidad de cortocircuito de los sistemas está entre 15.000 A y 30.000 A., dependiendo de la capacidad de los motores, el primero para los motores de 37 KW., y menos y el segundo para los otros. Un reactor limitador de corriente se ha instalado para ello.

Los centros de control de motores están agrupados como sigue, considerando sus servicios.

1. Centro de control de motores de la turbina:

Este centro de control está compuesto de siete secciones de arrancadores y una sección del reactor limitador de corriente. Este centro de control está localizado en el piso de la turbina y suministra potencia a los auxiliares de

la turbina y del generador.

2. Centro de control de motores de la caldera:

Este centro de control está compuesto de cinco secciones de arrancadores y una sección del reactor limitador de corriente. Este centro de control está localizado en el piso del mezzanine y suministra potencia a los auxiliares de la caldera.

3. Centro de control de motores común 1:

Este centro de control está compuesto de ocho secciones de arrancadores y una sección del reactor limitador de corriente. Este centro de control está localizado en el mezzanine y suministra potencia a los equipos comunes de turbina y caldera.

4. Centro de control de motores común 2:

Este centro de control está compuesto de dos secciones de arrancadores y una sección del reactor limitador de corriente. Este centro de control es de tipo interperie y está lo-

calizado en el área de la bocatoma para suministrar potencia a diversos equipos.

CIRCUITO DE CORRIENTE DIRECTA (DC)

El sistema de corriente directa de esta planta es de 125 V suministrada por un cargador de baterías con rectificador de silicon y baterías. Las baterías están compuestas de 60 celdas del tipo CS-1.400 de plomo-ácido con una capacidad de 1.400 Amp/10 HR.

El cargador de baterías tiene voltaje de flotación 129 V y de igualación 138 V. La corriente de salida de DC es de 200 Amp. El cargador de baterías incluye un regulador de voltaje de carga para controlar el voltaje del suministro de potencia de control de DC entre 108 V y 130 V.

La capacidad de las baterías se ha diseñado para una hora de operación de suministro de potencia de emergencia (motores de DC y alumbrado de emergencia) y suministro de potencia de control de DC.

La potencia de DC es clasificada en dos clases:

Una es usada para circuitos de control a través del compensador de voltaje de carga que controla que el voltaje sea menor a 130 V.

La otra es directa, es directamente conectada con las baterías y el cargador y es usada para los motores de DC, alumbrado de emergencia y circuito de cierre de los disyuntores tipo MBB.

La potencia de DC es distribuida desde el panel de distribución de DC a los cubículos y paneles y desde los arrancadores de DC a los motores de DC.

CIRCUITO DE CONTROL DE CORRIENTE ALTERNA(AC)

El circuito de control de AC es de 120 V., monofásico, a 60 Hz y es suministrada por un transformador monofásico de 20 KVA, localizado en el centro de control de motores común a los paneles de distribución que distribuyen la potencia de control de AC a los cubículos y paneles.

CIRCUITO DE ALUMBRADO

La potencia de alumbrado es suministrada desde el centro de potencia de 480 V a un transformador de alumbrado de tipo seco de 150 KVA, trifásico, de 480 V/208-120 V instalado en el cubículo adyacente al panel de distribución de alumbrado.

El sistema de alumbrado está compuesto de lo siguiente:

- Sistema de alumbrado normal de AC para interiores.
- Sistema de alumbrado normal de AC para exteriores.
- Sistema de alumbrado de emergencia de DC para interiores.
- Sistema de alumbrado de emergencia de DC para exteriores.

El sistema de alumbrado para exteriores es controlado por una fotocelda de tal forma que solo opera en la noche.

La potencia del alumbrado de emergencia es su

ministrado solamente cuando el sistema de alumbrado de AC está fuera de servicio.

CAPITULO II

PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO MAYOR

2.1. AREAS DE TRABAJO

Para programar un mantenimiento mayor de una central térmica, es necesario conocer las variables principales que intervienen directamente, con el propósito de analizarlas y poder fijar los límites de acuerdo a las condiciones de la planta. Es importante señalar que existen innumerables métodos de llevar a cabo un mantenimiento, en los últimos años se ha utilizado programas de computación que optimizan todas las variables. Sin embargo la programación de una planta en particular tiene que planificarse de acuerdo a los daños o fallas que presente, así como también de la estadística llevada de la vida de operación de la misma la cual nos informará del estado y condiciones que se encuentran los equipos. Por otro lado se debe seleccionar con prioridad los equipos que sólo en mantenimiento de este tipo se pueden chequear y reparar.

Las variables principales que intervienen y con las cuales debemos buscar la optimización de mantenimiento para minimizar costos son los siguientes:

1. Número de actividades y su coordinación con las diferentes áreas de trabajo.
2. Tiempo de duración del mantenimiento
3. El número de personal calificado y no calificado necesario.
4. Equipos, herramientas y materiales necesarios.

La coordinación entre estas variables dará como resultado encontrar una programación que de acuerdo a las condiciones reales de la planta, permita realizar un mantenimiento seguro, el cual no presente fallas posteriores.

El número total de actividades nos dará un orden secuencial para realizar el mantenimiento, pero más importante, es la coordinación de las actividades entre las diferentes áreas de trabajo que intervienen, con el fin de que no ocurra duplicado de esfuerzos o que detenga el avance normal del

mantenimiento para el efecto se debe chequear en forma periódica el avance, con el objeto de ir corrigiendo y al mismo tiempo señalando el área o actividad retrasada.

Con respecto a la variable tiempo, podemos decir que en mantenimiento de plantas térmicas, el tiempo está comprendido entre 30 - 60 días, seguidos de trabajo, con un horario de 10-12 horas diarias. En el caso de contar con los medios suficientes - se puede trabajar en dos turnos seguidos de 8 horas c/u, estos datos son recogidos de la experiencia.

Para realizar esta actividad se requiere de la contratación de personal, que se sume y acople al personal de planta existente, con el objeto de poder cumplir las metas del mantenimiento; por lo tanto es importante conocer y escoger al personal que tenga experiencia y conocimientos suficientes en este tipo de trabajo, así como también la distribución en las diferentes áreas, para asegurar que los trabajos a realizarse cumplan su cometido, ahorren tiempo y no ocasionen errores.

De los materiales y repuestos es conveniente te

ner una organización que permita un fácil suministro, así como la suficiente existencia de los mismos. Por otro lado se debe mantener la cantidad necesaria de herramientas y equipos en buen estado.

En el Cronograma N° 1, presentamos una programación típica de un mantenimiento mayor que consta de los equipos más importantes a los cuales siempre se debe revisar. El método empleado en la programación es el de barras, con el cual señalamos el tiempo de duración de cada actividad y su orden cronológico que nos indica en el momento en que se debe realizar.

Las áreas de trabajo que intervienen en un mantenimiento mayor de una central térmica son las siguientes: Eléctrica, mecánica, química, instrumentación, operación y servicios generales. De estas áreas excepto la eléctrica, describiremos sus principales actividades con su respectivo cronograma de barras.

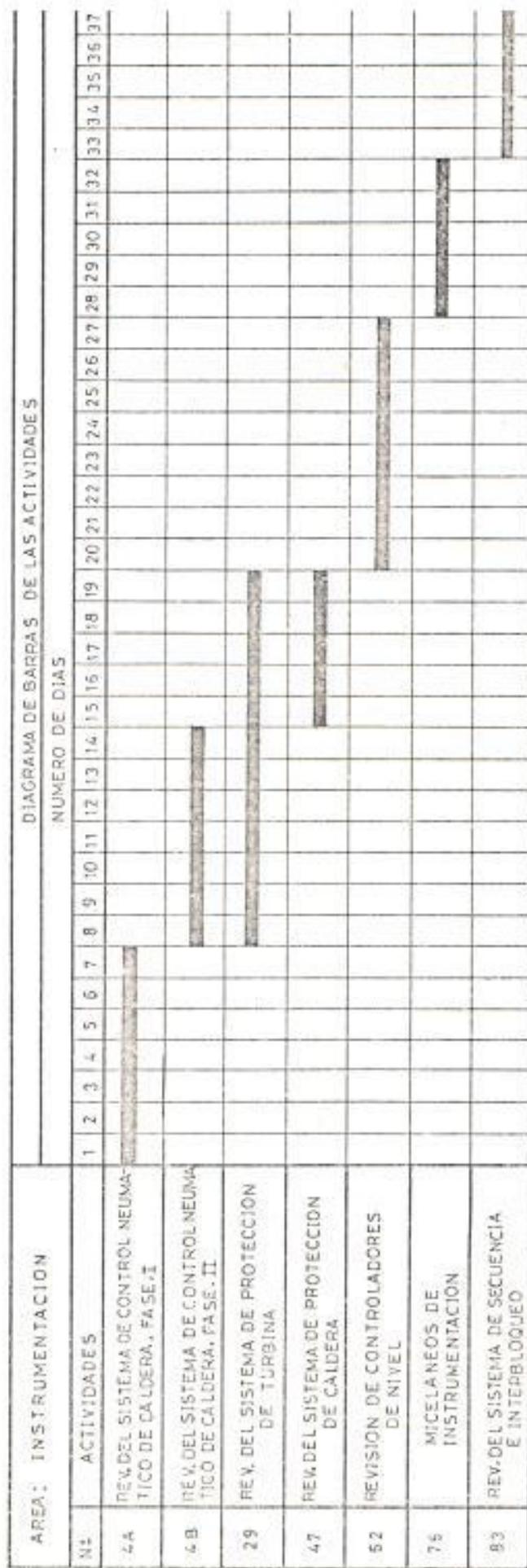
PROGRAMACIÓN TÉCNICA DE UN MANTENIMIENTO MAYOR DE UNA CENTRAL TÉRMICA		Cronograma						
Equipo	Actividades	5	10	15	20	25	30	35
CALDERA	1.- DOMOS		<u>Remover Interiores</u>	<u>Inspección</u>	<u>Ajuste</u>			
	2.- HOGAR Y SUPERCALENTADORES		<u>Inspección</u>	<u>Reparación</u>				<u>Demoler andamios y limpieza</u>
	3.- CABEZALES DE SUPRCLTORES.		<u>Cartar muestros de Cabezales</u>	<u>Inspección</u>	<u>Soldar</u>			<u>Aislamiento</u>
	4.- PAREDES CÁRGAZ Y TIRANTES		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			<u>Aislamiento</u>
	5.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			<u>Pruebas</u>
	6.- EQUIPOS AUXILIARES		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			<u>Reparación</u>
	7.- VALVULAS DE SEGURIDAD		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Calibración</u>			<u>Pruebas</u>
	8.- INSTRUMENTOS DE CONTROL		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Calibración</u>			<u>Pruebas</u>
								<u>Arro</u>
TURBINA	1.- TURBINA							
	2.- ENFRAMIENTO CON GIRADOR							<u>Aislamiento</u>
	3.- REMOVER AISLAMIENTO							<u>Centrado</u>
	4.- CHEQUEAR CENTRADO		<u>Desmontar</u>	<u>Inspeccionar</u>	<u>Montar</u>			
	5.- REVISION DE LA CÁRGAZ		<u>Desmontar</u>	<u>Inspeccionar</u>	<u>Montar</u>			
	6.- VALV. PRINCIPAL DE VAPOR		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			
	7.- TANQUE PRINCIPAL DE ACEITE		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			
	8.- ENFRAMADORES DE ACEITE		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			
	9.- Soplado de ACEITE		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>			<u>Preparación del Soplado de Aceite</u>
	10.- AJUST. SIST. DEL GÓVERNADOR							
11.- OPERACION								
ELECTRICA	1.- GENERADOR		<u>Girador</u>	<u>Desmontar</u>	<u>Inspeccion</u>	<u>Limpieza</u>	<u>Amar</u>	<u>Soplado de Aceite</u>
	2.- HIDROG.-SIST. ACEITE DE SELLO		<u>Inspeccion</u>	<u>Y</u>	<u>Reparación</u>	<u>Soplado de Aceite</u>	<u>Prueba de Fogos</u>	<u>Pruebas</u>
	3.- REGULADOR AUT. DE VOLTAJE		<u>Chequeo Visual</u>	<u>Limpieza</u>	<u>Pruebas</u>			<u>Inspeccion</u>
	4.- INSTR. SUPERV. DE TURBINA							<u>Y</u>
	5.- TRANSF. PRINCIPAL							<u>Calibración</u>

ACTIVIDADES DEL AREA QUIMICA

NUMERO	DESCRIPCION
17	Almacenamiento inicial de caldera
35	Medición de tubos de caldera
41	Revisión y medición de corrosión de <u>pl</u> cas del condensador.
43	Almacenar pozo caliente
44	Muestreo e inspección del calentador de aire regenerativo.
50	Almacenamiento Final de caldera
71	Prueba hidrostática de condensador
73	Instalación de testigos de corrosión
75	Prueba hidrostática de caldera
25	Inspección de los tubos del condensador
86	Lavado final del pozo caliente
88	Lavado final del calentador de aire <u>re</u> generativo.
31	Revisión del panel de muestreo
37	Inspección de los domos de vapor y de agua.
55	Revisión del desareador
10	Revisión general al desmineralizador
56	Revisión sistema de agua de la ciudad
20	Revisión sistema de enfriamiento cerrado
42	Taponar tuberías con triplex y secado
53	Limpieza de los espejos del <u>condensa</u> dor. (Ver cronograma N° 2)

ACTIVIDADES DEL AREA DE INSTRUMENTACION

NUMERO	DESCRIPCION
4 A	Revisión del sistema de control de caldera fase 1
4 B	Revisión del sistema de control de caldera fase 2
29	Revisión del sistema de protección de turbina.
47	Revisión del sistema de protección de caldera.
62	Revisión controladores de nivel
76	Misceláneas de instrumentación (Ver Cronograma N° 3).



ACTIVIDADES DEL AREA MECANICA

NUMERO	DESCRIPCION
3	Revisión de quemadores, ductos y registros de área.
22	Revisión de válvulas de seguridad.
39	Revisión mecánica de sopladores de hollín del hogar.
57	Revisión del calentador de aire regenerativo y equipos varios.
60	Revisión del calentador de aire.
68	Revisión mecánica del ventilador de tiro forzado.
13	Revisión e inspección de turbina.
27	Inspección de rejillas giratorias.
32	Revisión de válvulas de descarga.
51	Revisión de filtros debris.
61	Revisión eyectores de vacío del condensador.
65	Revisión de la chimenea.
70	Revisión de bombas de combustible bunker.
5	Revisión de bombas de agua de circulación y de lavado de rejillas.
48	Revisión bombas de agua de alimentación y bomba principal de lubricación.

- 77 Revisión de bombas de condensado
- 28 Revisión e inspección del generador
(parte mecánica).
- 12 Reempacar válvulas de vapor.
(Ver Cronograma N^o 4).

REVISIÓN DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN Y LAVADO DE REGILLAS

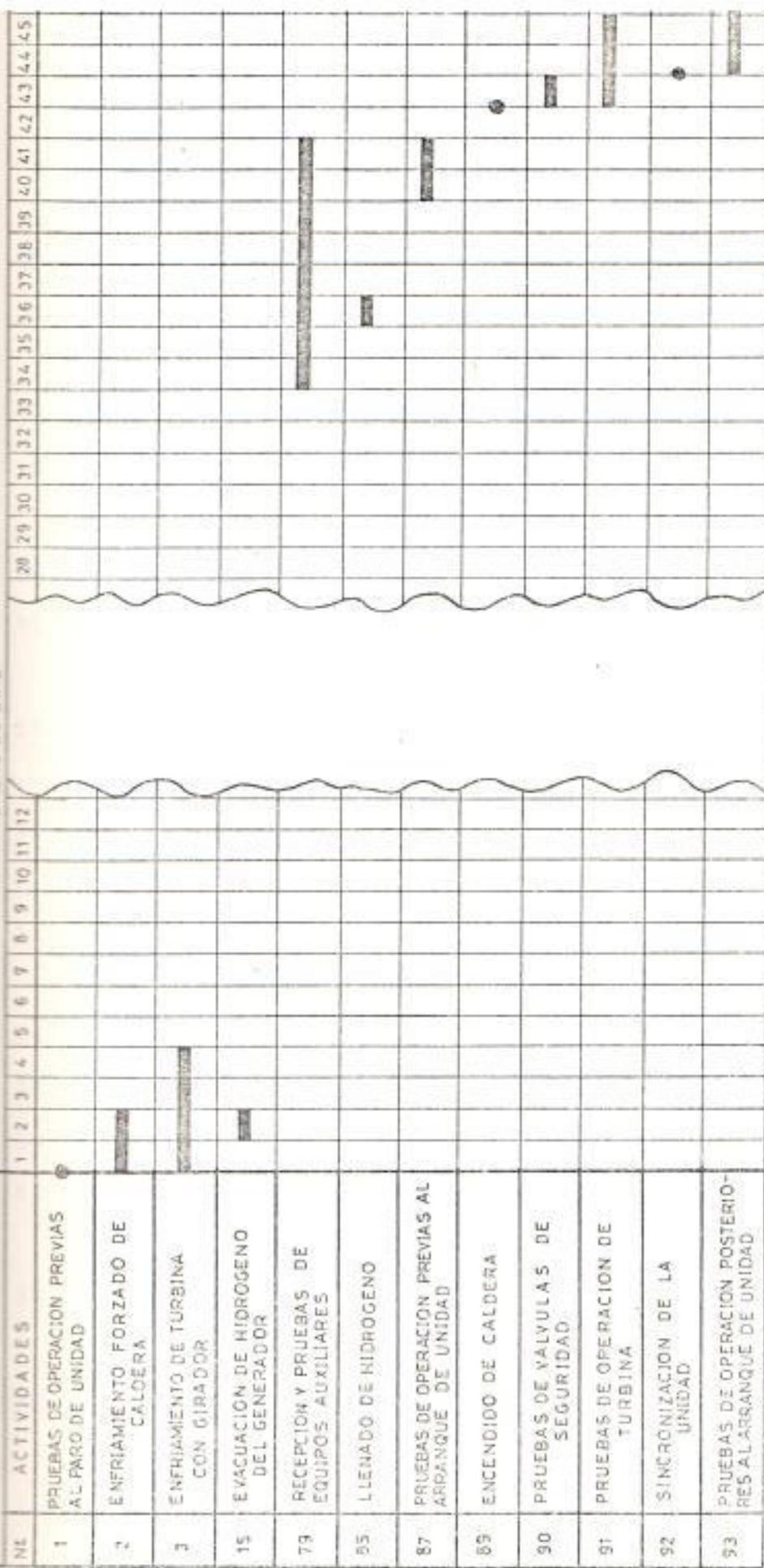
12	REEMPLAZAR VALVULAS DE SEGURIDAD
13	REVISIO E INSPECCION DE TURBINA
22	REVISION DE VALVULAS DE SEGURIDAD
27	INSPECCION DE REGILLAS GIRATORIAS
28	REVISION E INSPECCION DEL GENERADOR (PARTE MECANICA)
32	REVISION DE VALVULAS DE DESCARGA
39	REVISION DE SOPLADORES DE TOLLIN DEL HOGAR
48	REV DE BBAS, DE ALIMENTACION Y BBA, PRINCIPAL DE LUBRICACION
51	REVISION DE FILTROS DEBRIS
57	REVISION CALENTADOR DE AIRE REGENERATIVO(CAR)
60	REVISION DEL CALENTADOR DE AIRE A VAPOR
51	REVISION DE EYECTORES DE VACIO DEL CONDENSADOR
55	REVISION DE LA CHIMINEA
60	REVISION MECANICA DEL VENTILADOR DE TIPO FORZADO
70	REV BOMBA DE COMBUSTIBLE "BUNK"
77	REVISION DE BOMBAS DE CONDENSADO

ACTIVIDADES DE OPERACION

NUMERO	DESCRIPCION
1	Pruebas de operación previas al paro de unidad.
2	Enfriamiento forzado de caldera.
7	Enfriamiento de turbina con girador.
15	Evacuación de hidrógeno del generador.
79	Recepción y pruebas de equipos auxiliares.
85	Llenado de hidrógeno.
87	Pruebas de operación previas al arranque de unidad.
89	Encendido de caldera
90	Pruebas de operación posteriores al arranque de la unidad.
91	Pruebas de válvula de seguridad
92	Pruebas de operación de turbina
93	Sincronización de unidad (Ver Cronograma N° 5)

DIAGRAMA DE BARRAS DE LAS ACTIVIDADES

NÚMERO DE DÍAS



AREA DE SERVICIOS GENERALES

NUMERO	DESCRIPCION
26	Limpieza, inspección y pintado de <u>rejillas</u> .
59	Revisión calentadores de combustible
16	Armado de andamios y limpieza de <u>caldera</u> .
36	Limpieza de hollín de chimenea.
45	Limpieza del calentador de aire regenerativo
52	Aplicación de capa epóxica a cajas de agua y placas de tubo del condensador
95	Limpieza del ventilador de tiro <u>forzado</u> .
11	Colocar durmientes o bloques y <u>limpieza</u> de bocatoma.
25	Limpieza de tubos del condensador.
38	Limpieza de domos de vapor y agua
54	Lavado del desareador
63	Limpieza y revisión de filtros de <u>tanque</u> principal de aceite.
34	Revisión y limpieza del hogar de la <u>caldera</u> .
14	Instalación provisional de circuitos de alumbrado y toma corrientes.
30	Instalación de sistema de limpieza. (Ver Cronograma N° 6).

2.2. AREA DE TRABAJO ELECTRICO

Con los criterios expuestos en el punto anterior so
bre las principales variables que afectan a un man
tenimiento mayor de una planta eléctrica se lo ela
borará a partir de un cronograma de barras con el
objeto de visualizar las ventajas que presenta la
utilización del mismo. Este método permite coordin
ar las actividades, con lo cual se optimiza el
tiempo de duración del mantenimiento.

Una vez que se tiene el análisis y se conoce el nú
mero de todas las actividades o trabajos que tienen
que realizarse en el mantenimiento, se debe formar
los grupos de trabajo con el personal que se disponga
de acuerdo a las posibilidades de la planta. Sin
embargo podemos clasificar las principales actividad
es dentro del área eléctrica que nos darán una
idea del número de grupos de trabajo, estas son las
siguientes: Generador, transformadores, interruptores,
motores, paneles de control, sistema de proteccion
es y equipos auxiliares.

A continuación se presenta un cuadro en el que consta
en forma condensada la distribución de los gru
pos de trabajo, así como la cantidad de personal ne

cesario, el tiempo estimado de trabajo, y la cantidad de actividades a realizar por cada grupo de trabajo. Por otro lado tenemos la lista de las actividades que deben efectuarse en el mantenimiento mayor. (Ver Cronogramas N^o 7 y 8).

ANEXO 71: DISTRIBUCION DE GRUPOS DE TRABAJO

GRUPOS CLASE DE PERSONAL TIEMPO ESTIMADO EN DIAS SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR POR CADA CAMPO

1	1 Ingeniero 2 electricistas 1 2 ayudantes	37	18-40-58-67-69-82
2	1 Ingeniero 1 Electricista 1 2 Ayudantes	36	8-19-46-64-80
3	1 Ingeniero 2 Electricistas 1 2 Electricistas 2 2 Ayudantes	33	6-49-78
4	1 Ingeniero 2 Electricistas 1 3 Electricistas 2 4 Ayudantes	35	23-81
5	1 Ingeniero 1 Electricista 1 1 Electricista 2 2 Ayudantes	33	21-33-66-94
6	2 Ingenieros 2 Electricistas 1 2 Ayudantes	38	9-72-74-84

ACTIVIDADES DEL AREA ELECTRICA

NUMERO	DESCRIPCION
6	Revisión de motores de bombas de agua de circulación y de lavado de rejillas.
8	Medición de la resistencia del aislamiento de los motores.
9	Revisión y calibración de los instrumentos de medición y protección.
18	Revisión de equipos del sistema de aceite de sello y gas.
19	Revisión General a paneles de 2.4 KV.
21	Revisión General al cubículo de 13.8 KV.
23	Revisión e inspección del generador.
33	Revisión de transformadores y equipos - adicional.
40	Revisión de motores, sopladores de <u>ho</u> llín del hogar.
46	Revisión General de paneles de 480 V.
49	Revisión de motores BBAS.de alimentación y BBAS, auxiliar de lubricación de BBAS de alimentación.
58	Revisión de motores,BBA, diesel, impulsor y BBA. de lubricación del C.A.R.
64	Revisión General a centros de control de motores.

- 66 Revisión General a paneles de control.
- 67 Revisión de motores de lubricación de turbina AC y DC, extractor de vapor - del tanque de aceite.
- 69 Revisión eléctrica del motor del ventilador de tiro forzado.
- 72 Revisión del sistema de secuencia de quemadores.
- 74 Revisión del regulador de voltaje y sistema de excitación.
- 78 Revisión de motores de bomba de condensado.
- 80 Revisión de motores de bombas de combustible pesado.
- 81 Revisión General de equipos auxiliares del generador.
- 82 Pruebas del sistema de aceite de sello y gas.
- 84 Revisión de sistemas de secuencia e interbloqueo de caldera, turbina e - unidad.
- 94 Revisión de instrumentos supervisorios de turbina. (Ver Cronograma N° 8).



CRONOGRAMA MES AREA ELECTRICA

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO

En el capítulo anterior se desarrolló una programación detallada del mantenimiento eléctrico, que permite visualizar globalmente las actividades a realizarse. En este capítulo mostraremos una descripción pormenorizada del mantenimiento que debe hacerse en los equipos y que sirve de patrón en forma general para las actividades programadas.

Es importante señalar las ventajas que presenta el hacer una descripción general que sirva de base a todo el mantenimiento por cuanto ayuda a conocer el avance real, así como también del tiempo empleado en cada actividad, por otro lado el seguir cronológicamente la secuencia, disminuye notablemente los errores y por consiguiente daños a los equipos o accidentes.

3.1. MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES Y DEL GENERADOR

Se detallará un mantenimiento para efectuar-

lo a un transformador de potencia, en el cual se contempla todas las pruebas necesarias, que nos permite determinar el estado en que se encuentra el transformador. Este procedimiento se lo aplica a cualquier transformador, dependiendo de su naturaleza, capacidad y necesidad de las pruebas.

Las principales pruebas que se realizan a un transformador de potencia son de carácter no destructivas, efectuadas al aislamiento del equipo, a continuación las mencionaremos:

1. Pruebas de resistencia de aislamiento
 - a) Absorción dieléctrica
 - b) Índices de absorción y polarización
2. Pruebas de factor de potencia de aislamiento
3. Pruebas de aceites aislantes
 - a) Rígidez dieléctrica
 - b) Factor de potencia
 - c) Resistividad
 - d) Acidez
4. Pruebas de corriente de excitación en transfor

madores.

5. Pruebas en equipos de protección de transformador.
 - a) Relé de sobrecorriente
 - b) Relé diferencial
 - c) Relé sobrecorriente al neutro

6. Pruebas en los equipos de enfriamiento del transformador.
 - a) Ventiladores
 - b) Bombas de aceite

Estas pruebas están descritas en los listados con todos los valores límites permitidos de acuerdo a las normas.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
Respiradero	<p>Chequear la descoloración de + la silicagel. Criterio: Si el color se ha hecho rosado en más de dos tercios,secarla o cambiarla.</p>	Inspección Visual	
Dielectrico del aceite de Aislamiento.	<p>Confirmar que sea el valor mayor a 40 KV/2.5 mm.</p>	<p>Probador de aceite más de 50KV/2.5 mm.</p>	
Medición del valor ácido Panel de control y caja de terminales.	<p>Debe tener un valor ácido total de 0.02 máximo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Chequee el estado de los empaques a prueba de agua. 2. Confirme el aseguramiento de todas las conexiones del alambrado de control. 3. Operación de todos los interruptores, anunciadores y lámparas para observar el correcto funcionamiento de acuerdo a los Diagramas Esquemáticos. 4. Observar cualquier fisura en el aislamiento de los cables. 	<p>Inspección Visual Inspección Visual Aseguramiento Manual Inspección Visual Inspección Visual</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p><u>RELES DE PROTECCION</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Termómetro de Dial - Medidor de nivel de aceite - Relé térmico de los em bobinados. - Indicador de flujo de aceite. - Relevador de presión súbita. - Relevador Buchholz - Placa de rotura súbita - Conexiones - Relé de sobrecorriente por fase - Relé Diferencial <p>Resistencia de Aislamiento</p> <p>Pararrayos</p>	<p>Inspección del estado de los dispositivos.</p> <p>Pruebas de operación de los dispositivos.</p> <p>Inspeccionar las conexiones fuera del transformador para asegurarse de que estén apretadas y que no hayan signos de recalentamiento.</p> <p>1. Medición de la resistencia de aislamiento entre los bobinados primarios y secundarios.</p> <p>2. Medición de la resistencia de aislamiento entre cada embobinado y tierra.</p> <p>Insp. Visual, medición de resist.</p>	<p>Inspección Visual</p> <p>Verificar la correcta operación.</p> <p>Inspección Visual</p> <p>Megger 1000 V</p> <p>Megger 1000 V</p> <p>Megger 1000 V</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
MOTORES ELECTRICOS DE LOS VENTILADORES.	<p>RUIDO EN LOS COJINETES</p> <p>SUMINISTRO DE GRASA (SHELL ALBANIA N°2)</p> <p>VIBRACION DE LOS MOTORES</p> <p>CRITERIO: DEBE SER IGUAL O MENOR A 0.02 MM.</p> <p>MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO</p> <p>CRITERIO: EL VALOR DE LA MEDICION DEBE SER MAYOR A 1 M.</p> <p>ELEVACION DE TEMPERATURA DEL MOTOR</p> <p>CRITERIO: ES NORMAL SI LA TEMPERATURA MEDIDA MENOS LA TEMPERATURA AMBIENTE ESTA DENTRO DE LOS 40°C EN LA CARCAZA Y DENTRO LOS 35°C EN LOS COJINETES.</p> <p>CORRIENTE DE CARGA</p> <p>CRITERIO: ES NORMAL SI LOS VALORES SON IGUALES O SON MENORES A 0.8 AMP.</p> <p>OBSERVACION DE LAS CUBIERTAS DE CAUCHO</p> <p>VERIFICAR EL ENGRASE DE CAMARA</p>	<p>ESTETOSCUPIO</p> <p>ENGRASADURA MANUAL</p> <p>VIBROMETRO PORTATIL</p> <p>MEGGER 500 V</p> <p>TERMOMETRO</p> <p>AMPERIMETRO</p> <p>INSPECCION VISUAL</p>	
INSPECCION DEL EJE			

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
BOMBAS DE ACEITE	RUIDOS EN LOS COJINETES Y VIBRACION DE LOS MOTORES	UTILIZACION DEL ESTETOSCOPIO O VARILLA DETECTORA DE RUIDOS. VIBROMETRO PORTATIL.	
MOTORES ELECTRICOS DE LAS BOMBAS DE ACEITE	1. MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE LOS EMBOBINADOS CRITERIO: EL VALOR DE LA MEDICION DEBE SER MAYOR A 10 M.Ω 2. ELEVACION DE TEMPERATURA DEL MOTOR CRITERIO: ES NORMAL SI LA ELEVACION DE LA TEMPERATURA ESTA DENTRO DE LOS 10°C DE LA TEMPERATURA DE ACEITE. 3. CORRIENTE DE CARGA CRITERIO: LOS VALORES SON IGUALES O MENORES A 5.5 AMP. 4. ARRANQUE AUTOMATICO	UTILIZACION DE TERMOMETROS. AMPERIMETRO DE GANCHO	
FACTOR DE POTENCIA DEL AISLAMIENTO. CORRIENTE DE EXCITACION.	1) ANILLOS DE LA BOMBA 2) TUBERIAS DE CONEXION CONFIRMAR QUE EL VALOR ESTE ENTRE 0.5 Y 2% COMO MAXIMO.	VERIFICAR LA CORRECTA OPERACION INSPECCION VISUAL PROBADOR DE FACTOR DE POTENCIA 10 KV DOBLE. ENGINEER IN	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>TRANSFORMADOR AUXILIAR</p> <p>DIELECTRICO DEL ACEITE DE AISLAMIENTO</p> <p>CAJA DE TERMINALES</p>	<p>LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA DEL TRANSFORMADOR.</p> <p>CONFIRMAR QUE EL VALOR SEA: 40KV/2.5. mm.</p> <p>1. CHEQUEE EL ESTADO DE LOS EMPAQUES A PRUEBA DE AGUA</p> <p>2. CONFIRME EL ASEGURAMIENTO DE TODAS LAS CONEXIONES DEL ALAMBRO DE CONTROL.</p> <p>3. OBSERVAR CUALQUIER FISURA EN EL AISLAMIENTO DE LOS CABLES</p>	<p>UTILIZAR AGUA Y TRAPOS.</p> <p>PROBADOR DE ACEITE DE 50KV/2.5. mm.</p> <p>INSPECCION VISUAL</p>	
<p>DISPOSITIVOS DE PROTECCION</p>	<p>INSPECCION DEL ESTADO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION</p>	<p>INSPECCION VISUAL ASEGURAMIENTO MANUAL.</p> <p>INSPECCION VISUAL</p> <p>INSPECCION VISUAL</p>	
<p>INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE</p> <p>TERMOMETRO DE DIAL</p>	<p>PRUEBAS DE OPERACION DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION</p>	<p>VERIFICAR LA CORRECTA OPERACION</p> <p>710L (ALARMA)BAJO NIVEL DE ACEITE.</p> <p>2600 (ALARMA)ALTA TEMPERATURA DEL ACEITE.</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
RELE TERMICO DE LOS EMBOBINADOS	-	26UM (ALARMA) ALTA TEMPERATURA DE LOS EMBOBINADOS DEL TRANSFORMADOR.	
RELEVADOR BUCHHOLZ		63UI (ALARMA) OPERACION DEL RELEVADOR BUCHHOLZ 63U (961-96.01) DISPARO	
PLACA DE ROTURA SUBITA		63U (ALARMA) ROTURA DE LA PLACA.	

GENERADOR

El mantenimiento que se realiza a un Generador, trae consigo un trabajo que requiere de mucho cuidado, por la incomodidad en la maniobrabilidad de sus componentes, debido a su peso y forma. Esto implica que debe existir una preparación y conocimiento previo de la construcción y montaje del generador, así como también de todos los pasos a desarrollarse durante el proceso del mantenimiento. Lo cual dará como resultado que se tomen las precauciones necesarias, con el fin de no ocasionar errores o daños.

Generalmente, si el generador no ha sufrido daños, o se tiene registrado alguna anomalía de consideración, durante el tiempo de operación, el mantenimiento se lo puede encuadrar dentro de los siguientes aspectos:

1. Inspección del Estado en que se encuentren los componentes principales.
2. Chequeo y comprobación de los espaciamientos y claros, de acuerdo al diseño del fabricante.
3. Pruebas de carácter eléctrico y mecánico.

En las cartillas siguientes se presentan las principales partes a revisar en forma de secuencia.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
ANILLOS COLECTORES	<p>COMPROBAR LA DESVIACION DE LAS SUPERFICIES. LOS VALORES OBTENIDOS DEBEN ESTAR DENTRO DE 0.10 mm.</p> <p>PROFUNDIDAD DEL SURCO DE LOS ANILLOS COLECTORES CRITERIO: MAS DE 0 IGUAL A 2.0 mm.</p> <p>DAÑO EN LA SUPERFICIE DE LOS ANILLOS COLECTORES. CRITERIO NO DEBE HABER SOBRECA LENTAMIENTO, NO DEBE HABER DESCOLORACION.</p> <p>DETERIORO DEL MATERIAL DE AISLAMIENTO EN LOS ANILLOS COLECTORES. CRITERIO: NO DEBE HABER DAÑO</p>	<p>MEDICION CON UN MEDIDOR DE DIAL</p> <p>MEDICION CON UN CALIBRADOR VERNIER</p> <p>VISUAL</p>	
PORTAESCOBILLAS	<p>DAÑO EN LOS PORTAESCOBILLAS CRITERIO: NO DEBE HABER DESCOLORACION NO DEBE HABER DEFORMACION NO DETERIORO DE RESORTES</p> <p>ESPACIAMIENTO ENTRE PORTAESCOBILLAS Y ANILLOS COLECTORES CRITERIO: DEBE ESTAR DENTRO DE 1.6 A 2.4 mm.</p>	<p>VISUAL</p> <p>MEDICION CON UN CALIBRADOR DE CUÑA</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>CARBONES</p> <p>RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE ANILLOS COLECTORES</p>	<p>ESPACIAMIENTO ENTRE PORTAESCOBI LLAS Y CARBONES EN LA DIRECCION DE ROTACION 0.15 a 0.25 mm. EN LA DIRECCION AXIAL 0.2 a 0.3 mm.</p> <p>DESGASTE DE CARBONES CRITERIO: NO DEBE HABER DESGASTE ANORMAL</p> <p>PRESION DE CARBONES DEBE ESTAR ENTRE 1.3 A 1.6Kg/cm² PARA CADA CARBON.</p> <p>DAÑO DEL TERMINAL DE LOS CARBONES Y GRAPA SUJETADORA</p> <p>LA RESISTENCIA DEBE SER MAYOR O IGUAL A 1.0 mΩ</p>	<p>MEDICION CON UN CALIBRADOR DE HOJAS</p> <p>MEDICION DE DIMENSION - "L"</p> <p>CHEQUEAR LA POSICION DEL INDIVIDUO DE PRESION</p> <p>VISUAL</p> <p>MEDICION CON MEGGER DE 500 V.</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
LIMPIEZA	AFLOJAMIENTO DEL ASEGURAMIENTO DE LOS PERNOS EN LA PLACA DE FIJACION BRAZO, ETC. ALREDEDOR DE ANILLOS COLECTORES DENTRO DE LOS PORTACARBONES ALREDEDOR DEL MATERIAL DE AISLAMIENTO PLACA DE SOPORTE DE CARBONES FILTRO DE AIRE CRITERIO: NO DEBE HABER CONTAMINACION BOBINAS DEL ESTATOR BOBINAS DEL ROTOR	VISUAL Y POR MEDIO DEL MARTILLO DE PRUEBA UTILIZAR AIRE COMPRIMIDO SECO Y LIMPIEZA MANUAL AIRE COMPRIMIDO SECO MEGGER 1000V MEGGER 1000V	
MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO			

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
DESARMAR CAMARAS DE AGUA	TUBOS DE ENFRIAMIENTO a) DAÑO b) DEFORMACION DIAFRAGMA a) DAÑOS CAMARA DE AGUA a) DAÑOS EMPAQUES a) DAÑOS b) DETERIOROS ANODOS DE CORROSION DE ZINC a) CORROSION UNIONES a) DAÑOS b) CONDICIONES DE LA CONEXION	INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL	
ANTES DE COLOCAR LA CUBIERTA ANTES DE COLOCAR LA CUBIERTA	ASEGURAMIENTO DE PERNOS a. AFLOJAMIENTO PRUEBA DE FUGAS DEL ENFRIADOR DESPUES DEL ARMADO	MARTILLO DE PRUEBAS - TORQUE 25 KG/M AIBE PRESURIZADO A 4KG/ CM ² POR 2 HRS. LA CAIDA DE PRESION PERMISIBLE NO DEBE SER MAYOR A - 0.07 KG/CM ² /HR.	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
<p>REMOVER TAPAS DE INSPECCIÓN</p>	<p>1. Las bobinas del estator deberán ser inspeccionadas por los siguientes numerales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Aislamiento dañado b. Objetos sueltos c. Evidencia de sobrecalentamiento d. Resistencia de aislamiento. 	<p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Megger de 1000 V (Desconectar las barras y el transformador del neutro a tierra) El valor obtenido debe ser mayor a 50MΩ</p>	
<p>SACAR ROTOR</p>	<p>2. Las cuñas del estator deberán ser inspeccionadas por los siguientes numerales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aflojamiento de los extremos de las cuñas y de las tiras de relleno bajo las cuñas b) Aflojamiento de las cuñas 	<p>Inspección visual</p>	
<p>REMOVER TAPAS DE INSPECCIÓN</p>	<p>3. Las tiras de relleno entre las bobinas superiores e inferiores en las ranuras deberán ser inspeccionadas por aflojamiento.</p>	<p>Inspección visual y martillo de pruebas. Inspección visual</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
	<p>4. Los espaciadores deberán ser inspeccionados por</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aflojamiento b) Abrasión <p>5. Partes cerca del núcleo</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cinta de poliéster suelta, abrasión, holgura b) Segmentos de soportes de bobina sueltos y abrasión. <p>6. Soporte de bobinas de sujetador</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Pernos sueltos b) Aflojamiento del seguro de las arandelas de seguridad <p>7. Amarre las bobinas inferiores y soporte de</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cuerda de amarre floja <p>8. Bloques de tensión (espaciador entre bobinas)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aflojamiento o corte de la cuerda de amarre b) Aflojamiento o abrasión de espaciador. 	<p>Inspección visual y golpes ligeros</p> <p>Inspección visual y golpes ligeros</p> <p>Inspección visual y martillo de pruebas</p> <p>Inspección visual</p> <p>Inspección visual y golpes ligeros</p> <p>Inspección visual y golpes ligeros</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCIÓN	METODO	OBSERVACIONES
	9. Detectores de temperatura, de resistencia o termocuplas. a) Resistencia b) Aflojamiento de terminales 10. Aislamiento de los terminales de las bobinas a) Aflojamiento b) Resina fundida c) Daño 11. Anillos de fase a) Aflojamiento o corte de la cuerda de amarre b) Aflojamiento del espaciador c) Daño del aislamiento d) Deformación del anillo 12. Soporte de los anillos de fase a) Aflojamiento de pernos b) Daño del aislamiento 13. Pernos de aseguramiento del núcleo. a) Aflojamiento b) Contaminación en la superficie de las arandelas de aislamiento. c) Resistencia de aislamiento	Multímetro golpes ligeros golpes ligeros inspección visual inspección visual inspección visual y golpes ligeros golpes ligeros inspección visual Martillo de pruebas Martillo de pruebas inspección visual Megger de 1000V	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
REMOVER TAPAS LATERALES	<ol style="list-style-type: none">1. Aislamiento a) Daño2. Boquillas a) Daño de porcelana b) Daño de las superficies de conexión.3. Dentro de la caja de terminales4. Cubierta del neutro	Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
<p>SACAR EL CASQUILLO DE SE- LLOS</p> <p>SACAR CUBIERTAS</p>	<p>1. Resistencia de aislamiento</p> <p>2. Anillos de retención y extremos de bobinas</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Daño b) Partes caídas c) Deformación de las bobinas d) Grietas o fisuras en el material <p>3. Partes del eje en contacto con el cojinete</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Daño b) Desgaste c) Grietas o fisuras en el material <p>4. Acoplamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Daño b) Desgaste c) Grietas o fisuras en el material 	<p>Megger de 500 V el valor debe ser mayor a 10MΩ</p> <p>Inspección visual</p> <p>Prueba ultrasónica y prueba penetrante.</p> <p>Inspección visual</p> <p>Pruebas ultrasónica y prueba de penetrante</p> <p>Inspección visual</p> <p>Prueba ultrasónica y prueba de penetrante.</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
	5. Cuñas del rotor a) Aflojamiento b) Grietas o fisuras en los materiales 6. Pesos de balanceo a) Condición de fijación b) Topes	Inspección visual y martillo de pruebas Prueba ultrasónica y prueba de penetración. Inspección visual y martillo de pruebas inspección visual	
DESCONECTAR ACOPLAMIENTO	7. Prueba de fugas del centro del eje.	Encerrando gas nitrógeno a) A una presión de 7 Kg/cm^2 durante 3 horas. (si nuevos empaques son empleados). b) A una presión de 7 Kg/cm^2 durante 6 horas (si los empaques no son reemplazados). Caída permisible $0.35 \text{ Kg/cm}^2/\text{hora}$	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
DESARMAR LOS TERMINALES RADIALES	1. Perno de aseguramiento y tuerca. a) Sobrecalentamiento b) Decoloración c) Aflojamiento 2. Tubo de aislamiento y arandela. a) Daño 3. Empaque de parte sellada a) Deterioro	Inspección visual Inspección visual Martillo de prueba Inspección visual Inspección visual	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
DESARMAR EL CASQUILLO DE SELLO	<ul style="list-style-type: none">1. Medicion del claro<ul style="list-style-type: none">a) entre el eje y los anillos de sellob) entre los casquillos de sello y los anillos de sello2. Anillos de sello<ul style="list-style-type: none">a) Dañob) Deformacionc) Fisuras3. Casquillos de sello<ul style="list-style-type: none">a) Daño del surco y aletas del laberintob) Daño de las arandelas tubos aisladoresc) Entrada y salida del aceited) Chequeo de los interiores	Micrómetro calibrador de cuña micrómetro inspección visual micrómetro prueba de penetrante inspección visual inspección visual inspección visual inspección visual	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
	<p>4. Chequeo en el armado</p> <p>a) Claro en el sello del aceite</p> <p>b) Claro entre eje y el anillo de sello</p> <p>c) Claro entre casquillo de sello y anillos de sello</p> <p>d) Resistencia de aislamiento del material aislante para protección de corriente del eje.</p> <p>e) Chequeo manual del anillo de sello</p> <p>f) Aseguramiento de los pernos</p> <p>g) Fugas de aceite dentro de la cubierta después de hacer circular el aceite</p>	<p>Calibrador de espesores.</p> <p>Calibrador de espesores.</p> <p>Megger 500V</p> <p>Varilla</p> <p>Llave de torque</p> <p>Inspección visual</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>DESARMAR EL VENTILADOR</p>	<p>1. Aspas del rotor</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aflojamiento b) Daño c) Grietas o fisuras en el material d) Aseguramiento de los pernos de fijación en la masatillo del ventilador. <p>2. Pestañas del ventilador</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Resistencia de aislamiento entre las pestañas y el extremo de la campana. b) Aseguramiento de los pernos <p>3. Medición del claro</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Entre las aspas y la campana. b) Entre las aspas 	<p>Chequeo visual y manual</p> <p>Inspección visual</p> <p>Prueba ultrasónica y prueba de penetrante</p> <p>Inspección visual y martillo de pruebas.</p> <p>Megger 500V</p> <p>Inspección visual y martillo de pruebas.</p> <p>Medidor de espesores</p> <p>Medidor de espesores</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
SACAR EL COJINETE	<p>1. Metal blanco (Babbitt)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Desgaste b) Fisuras c) Grietas en el material <p>2. Anillo del cojinete</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Resistencia de aislamiento <p>3. Sello de aceite</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Daño <p>4. Medición del claro</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Entre el metal y el eje b) Entre la hoja de aislamiento y el cojinete c) Entre el sello de aceite y el eje. <p>5. Protección de corriente del eje</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Resistencia de aislamiento b) Daño de aislamiento 	<p>Inspección visual Inspección visual Prueba ultrasónica y prueba penetrante.</p> <p>Megger de 500V</p> <p>Inspección visual</p> <p>Alambre de plomo Medidor de espesores</p> <p>Medidor de espesores</p> <p>Megger de 500V Inspección visual</p>	
DESCONECTAR EL ACOPLAMIENTO			

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>DESACOPLODO LOS EJES DE LA TURBINA Y EL GENERADOR.</p> <p>DESPUES DEL ACOPLAMIENTO</p>	<p>Alineación y acoplamiento entre la turbina de baja presión y el generador.</p> <p>1. ALINEACION</p> <p>2. CENTRADO</p> <p>a) Paralelismo</p> <p>b) Concentricidad</p> <p>3. MEDICION DE LA DESVIACION DE LA SUPERFICIE</p> <p>MEDICION DE AISLAMIENTO</p> <p>4. BOBINAS DEL ESTATOR</p> <p>5. FUGAS DE GAS, UTILIZAR GAS FREON</p>	<p>Calibrador del dial (El eje del generador deberá estar 0.15 a 0.20mm. más bajo que el eje de la turbina.</p> <p>Micrómetro de interiores</p> <p>Calibrador de dial</p> <p>Calibrador de dial</p> <p>Ajustar la exactitud medidos que 0.025mm. para la diferencia en dirección.</p> <p>Megger 1000V</p> <p>Chequear fuga, sistema aceite de sello operando.</p>	

3.2. PANELES DE 2.4 K.V. y 480 V. y 13.8 KV

La distribución de la potencia a los diferentes motores y alimentadoras se lo realiza desde un panel de tipo revestimiento metálico, en el cual están - previstos la ubicación del interruptor, barras principales, transformadores de corriente y potencial, - equipos de medición y protección y otros aparatos.

En el panel de 13.8 KV, además está montado el interuptor, barras principales, cuchillas, pararrayos, condensadores, transformadores de excitación y potencias.

Estos armarios son diseñados de tal manera que ofrecen una colocación funcional de los equipos para tener una adecuada operación, así como también poder realizar fácil un mantenimiento.

A continuación se detalla en forma general el mantenimiento que debe realizarse a estos tipos de paneles.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
<p>1. GENERAL</p> <p>2. CUBICULOS DE INTERRUPTORES</p>	<p>1. Polvo o decoloración (Particularmente en el material aislante).</p> <p>2. Partes deterioradas en los aisladores del alambrado de control.</p> <p>3. Errores de las marquillas de los cables.</p> <p>4. Aflojamiento de los tornillos terminales.</p> <p>1. Distorsión de la protección de las cámaras de arqueo</p> <p>2. Mecanismo de persianas protectoras de fases.</p> <p>3. Posición y suavidad de los contactos de fase, primarios y secundarios.</p> <p>4. Distorsión del pedestal de tierra del interruptor</p> <p>5. Lubricación de los contactos primarios.</p> <p>6. Lubricación del mecanismo de control de los contactos Aux. externos.</p> <p>7. Posición de los contactos para la detección de posición del interruptor.</p>	<p>Trapo seco, aspiradora</p> <p>Inspección Visual</p> <p>Inspección Visual</p> <p>Ajuste con destornillador.</p> <p>Inspección Visual</p> <p>Operándolo manualmente deben ser suaves.</p> <p>Opere manualmente, en ganche-desenganche debe ser suave.</p> <p>Medición de la altura (deben ser igual a la del contacto de puesta a tierra del interrpp)</p> <p>Ligera película de grafito.</p> <p>Grafito especial</p> <p>Inspección visual y operación del interrpp. debe ser conectado.</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
<p>3. BARRAS PRINCIPALES</p>	<p>1. Humedad, decoloración o fisuras del material aislante.</p> <p>2. Cualquier inicio de sobrecalentamiento en los puntos de unión.</p> <p>3. Medición de resistencia de aislamiento.</p>	<p>Inspección Visual</p> <p>Trapo seco</p> <p>(Verificar la operación de los calentadores y correcto sellado de ductos de cable).</p> <p>Inspección visual</p>	
<p>4. TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.</p>	<p>1. Condición de aseguramiento de las uniones primarias.</p> <p>2. Operación de desenganche</p> <p>3. Aflojamiento de los tornillos</p>	<p>Megger de 1000V (Min. 10 Ohm por panel)</p> <p>Inspección visual</p> <p>Grasa grafito.</p> <p>Operación manual debe ser suave.</p> <p>Ajustarlo con destornillador.</p>	
<p>5. VARIOS</p>	<p>1. Condición de aislamiento de los cables de entrada.</p>	<p>Inspección Visual</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
1. GENERAL	1) Polvo o decoloración (Particularmente en el material aislante). 2) Partes deterioradas en los aislamientos de alambrado de control.	Trapo seco, aspiradora Inspección Visual	
2. CUBICULOS DE INTERRUPTORES.	1) Chequear el seguro del breaker. 2) Mecanismo de persianas protectoras de fases. 3) Condición de fijación de cada posición conectado prueba y conectado. 4) Operación del interruptor, operación de los contactos auxiliares, utilización del interruptor de prueba en la posición de prueba. 5) Limpieza y aplicación de grasa de gráfico a los contactos primarios y secundarios.	Operación manual, debe moverse libremente. Operándola manualmente debe ser suave. Operación manual interruptor debe ser fijado exactamente. Debe operar normalmente.	
3. BARRAS PRINCIPALES	1) Humedad, decoloración o fisuras del material aislante.	Trapo seco, grasa grafito Inspección visual trampo seco (Verificar la operación de los calentadores y el correcto sellado de ductos de cables).	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
4. TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	2)Cualquier inicio de sobrecalentamiento en los puntos de unión. 1)Condición de aseguramiento de las uniones primarias 2)Operación de desenganche	Inspección visual Inspección visual Grasa grafito. Operación manual debe ser suave.	
5. OTROS	3)Aflojamiento de los tornillos terminales. 1)Polvo o decoloración en transformador de tipo seco.	Ajustarlos con destornillador. Trapo seco, brocha.	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
1. GENERAL	1. Polvo o decoloración (particularmente en el material aislante) 2. Deterioro en el aislamiento de los cables de control. 3. Aflojamiento de los tornillos 4. Terminales, verificar la operación de los calentadores y el correcto sellado de ductos de cable.	Trapo seco, aspiradora Inspección visual Chequeo manual	*Previo a la inspección todos los componentes deben ser aterrizados
2. BARRAS PRINCIPALES	1. Humedad, decoloración o figuras del material aislante. 2. Cualquier inicio de sobrecalentamiento en los puntos de unión	Inspección visual Inspección visual	
3. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	1. Condición de aseguramiento de las uniones primarias 2. Operación de desenganche 3. Aflojamiento de los tornillos terminales.	Inspección visual La operación manual debe ser suave. Ajuste manual	
4. PARARRAYOS Y CONDENSADORES	Inspección de las porcelanas para detectar cualquier fisura o parte rajada	Inspección visual	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
5. CUCHILLAS DE DESCONEXION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza con trapo 2. Inspección de las porcelanas para detectar cualquier fisura o parte rajada. 3. Aflojamiento de pernos 4. Limpieza de los contactos 5. Lubricar con aceite partes móviles en caja de operación 	<p>Manual Inspección visual</p> <p>Ajuste manual Aplicar ligera capa de grasa de grafito.</p>	
6. TRANSFORMADOR DE EXCITACION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza 2. Aflojamiento de pernos de los terminales. 	<p>Trapo seco y aspiradora de polvo</p> <p>Ajuste manual</p>	

3. INTERRUPTORES DE 13.8 KV., 2.4 K.V. y 480 V.

INTERRUPTOR DE 13.8 KV

El interruptor del tipo de soplado de aire son usa
dos generalmente para la protección del generador,
son ubicados en el inferior de la planta en cúbi
culos, en el cual se instala con todos los acceso
rios auxiliares.

Los rangos van desde 12 a 36 K.V., de 500 a 2.500
MVA y 600 a 700 Amp., con una presión estandar de
soplado de 15 Kg/cm^2 . Estos interruptores pue
den operar a plena capacidad de interrupción ba
jo muy severas condiciones de voltajes transien
tes, sin utilizar resistencias en paralelo o ais
ladores series. La construcción de este tipo
de interruptor es simple, así como su ins
pección y mantenimiento.

En las figuras N^o 25 y 26 , se nota las partes prin
cipales que forman el interruptor que son las si
guientes:

1. Cámaras de arqueo
- 24 Terminales superiores

23	Contactos estacionarios
2	Contactos fijos
26	Terminales inferiores
4	Tubos de soplado
3	Varilla de operación
28	Soportes
29	Tanques de aire
9	Válvulas de soplado
8	Cilindro de operación
5	Mecanismo de operación
140	Palanca de operación manual
32	Arandela en forma de copa
33	Perno
141	Angulo de fundición
6	Válvula de raíz
7	Válvula de drenaje
10	Interruptor de baja presión alarma
11	Interruptor de baja presión disparo
12	Interruptores auxiliares
13	Contador de operación
14	Manómetro ind. de presión
15	Eje
16	Resorte de contención
17	Divisores
18	Condensador

19	Parrillas
20	Enfriador
21	Cono de la cámara de arqueo
22	Cubierta de los contactos
25	Bases de los contactos
27	Perno
30	Válvula de no retorno
31	Perno
142	Perno de fundación

El mantenimiento que se realiza a un interruptor - de soplado de aire está detallado en la cartilla, la cual nos permite chequear las partes principales, así como también asegurarnos de una operación confiable del mismo.

Antes de comenzar con el mantenimiento se debe asegurar de que las cuchillas seccionadoras del interruptor estén abiertas, o sea que no se pueda alimentar voltaje, también se debe drenar el tanque de aire hasta ser vaciado, con el objeto de evitar accidentes.

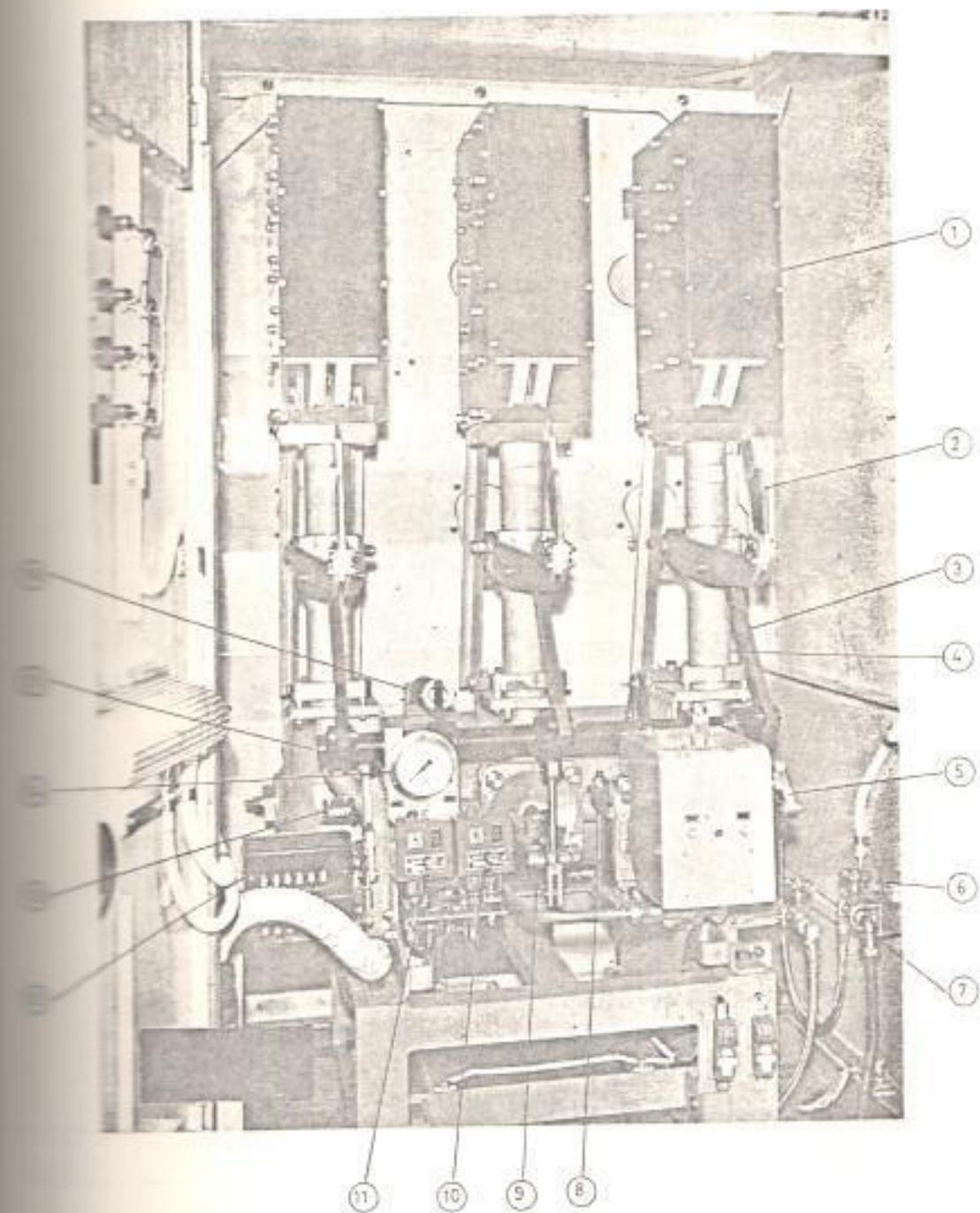
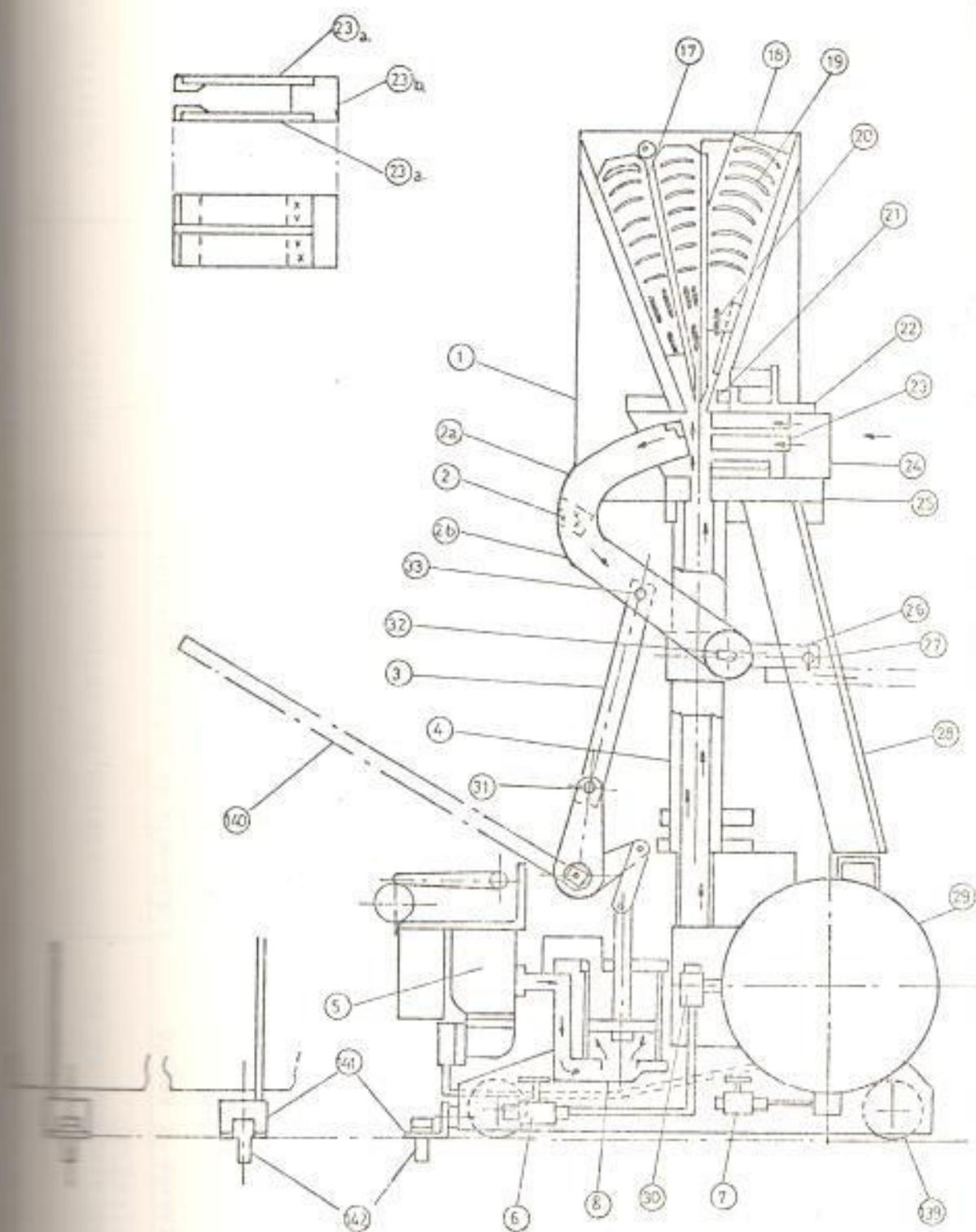
INTERRUPTOR DE 13.8 KV.

Fig N°25



VISTA LATERAL DEL INTERRUPTOR DE 138 K.V.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
1. CAMARA DE ARQUEO	1. Ausencia de polvo y materia- les extraños. 2. Chequear el ajuste de los - pernos.	Inspección visual	
2. CONTACTOS MOVILES, CONTACTOS ESTACIONARIOS	1. Ausencia de partículas extra- ñas 2. Deterioro de la superficie de los contactos. 3. Chequear que en la posición de cerrado, los contactos mó- viles penetran en los fijos en 89-95mm.	Inspección visual Inspección Visual Inspección visual (Si es necesario emplear lima fina) Aplicar grasa de grafito. Inspección visual	
3. CONTACTOS AUXILIARES	1. Chequear la correcta posición de los contactos auxiliares	Cerrando lentamente el interruptor con la palanca de operación manual.	
4. MECANISMO DE OPERACION	2. Desgaste o deformación 1. Ausencia de polvo y materia- les extraños. 2. Lubricar con grasa en los - puntos de engrase. 3. Lubricar con aceite para má- quinas N° 2 en todos los ro- damientos de control partes móviles y enganches. 4. Aplicar ligera capa de grasa en los rodillos y levas.	Inspección visual Inspección visual Engrasadora manual Manual Manual	

DEBEREPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
	<p>5. Aseguramiento de pernos y tuercas.</p> <p>6. Chequear la correcta fijación de pasadores y retenedores</p> <p>7. Chequear que el claro entre los enganches sea de 0.4 a 0.6 mm.</p> <p>8. Chequear la operación de la palanca antibombeo.</p> <p>9. Chequear que el claro entre la palanca y la válvula sea de 1.6 a 0.6 mm.</p> <p>10. Chequear los cables y terminales del circuito de control por evidencia de fallas y aflojamiento.</p>	<p>Manual</p> <p>Inspección visual</p> <p>Calibrador</p> <p>Inspección visual</p> <p>Inspección visual</p>	

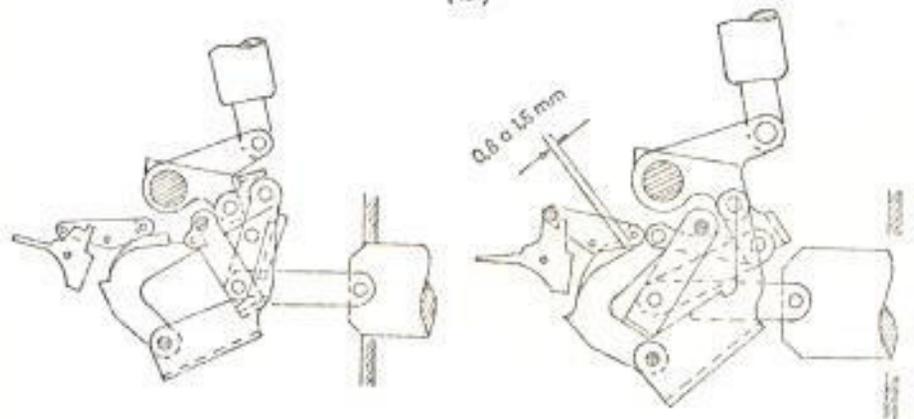
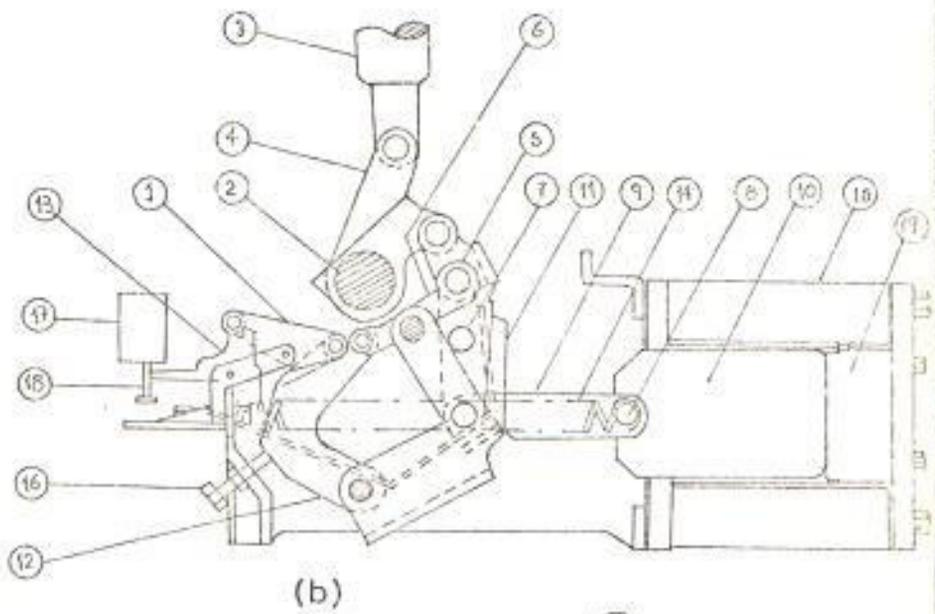
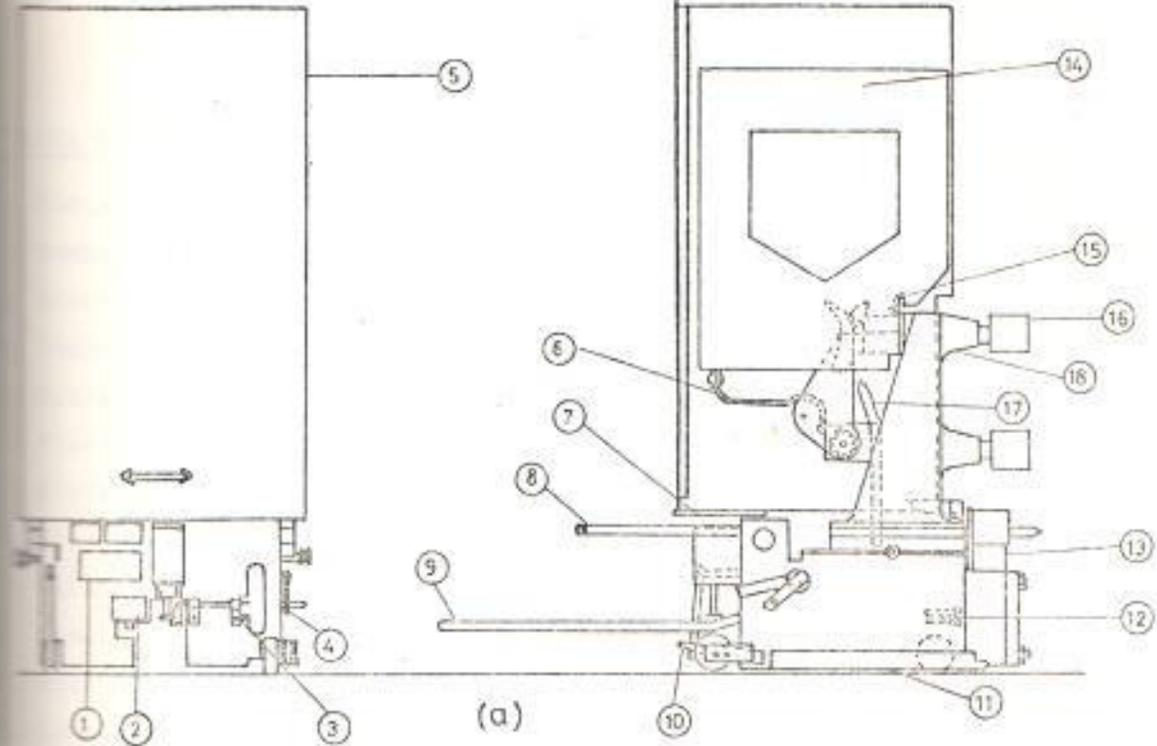
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTO DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
5. VALVULA DE SOPLADO	1. Chequear que el claro entre el eje y la válvula de - soplado sea de 3-4 mm. 2. Chequear que la apertura com- pleta de la válvula de sopla- do sea de 24.5 ± 1 mm.	Calibrador (movimiento del eje) Calibrador (cuando los - contactos móviles del interruptor han sido a- partados de los contac- tos estacionarios aprox- 10 mm. Inspección visual	
6. INTERRUPTOR DE PRESION, MEDIDOR DE PRESION.	1. Chequear todos los pernos, tuercas, conectores y alambres por evidencia de falla o aflo- jamiento.		
7. AMORTIGUADOR, RESORTE DE RETENCION, EJE	1. Chequear por fugas de aceite de pasadores y retenedores. 2. Chequear la correcta fijación de pasadores y retenedores. 3. Engrasar el amortiguador y el cojinete del eje	Si las hay, cambiar el amortiguador. Inspección visual. Engrasadora manual	
8. MISCELANEOS	1. Bornas de conexión 2. Bobinas de cierre y disparo 3. Contacto de puesta a tierra	Inspección, limpieza, aplicar grasa de grafito Inspección visual Inspección, limpieza aplicar grasa de grafito.	
9. OPERACION	1. Prueba correcta de operación de cierre y apertura	Operar el botón manual de 12 Kg/cm ² de presión de aire y luego a 15 Kg/cm ²	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
10. MOTOR ELECTRICO DEL COMPRESOR	1. Chequear ruido y vibración 2. Medición de la resistencia de aislamiento. Criterio: El valor debe ser mayor a $1\text{ M } \Omega$ 3. Elevación de la temperatura del motor. 4. Medición de la corriente de carga. 5. Arranque automático	Estetoscopio, vibroscopio Megger de 500 V Termómetro Amperímetro	
11. COMPRESOR DE AIRE	1. Limpieza del filtro de succión 2. Chequear nivel de aceite 3. Chequear válvulas de succión y descarga para detectar daños.	Inspección Visual Aire comprimido Inspección visual	

INTERRUPTORES DE 2.4. KV.

Este tipo de interruptores de potencia están diseñados para un trabajo continuo, a su vez dar una protección segura a los aparatos. Además los interruptores tipo (MBB) tienen una capacidad de trabajo que va desde los 1.000 a 5.000 operaciones de interrupción sin que algunas de sus partes sufran algún deterioro sin embargo cada 1.000 operaciones o cada año es necesario chequear todo su mecanismo, así como también que tenga una operación correcta. Lo más importante en un mantenimiento de este tipo de interruptores es chequear la distancia mínima que debe existir en el mecanismo de disparo, como se aprecia en la figura N° 27, por otro lado, también se debe chequear las distancias en los contactos fijos cuando el interruptor está abierto y cuando está cerrado como en la figura N° 28. Si estas distancias están fuera de las permitidas es necesario cambiar los contactos fijos y móviles, por cuanto pueden dar lugar a chisporroteo o falla de algún punto del interruptor.

Los principales puntos de mantenimiento están detallados a continuación:



MECANISMO DE DISPARO DE UN INTERRUPTOR DE 24 K.V.

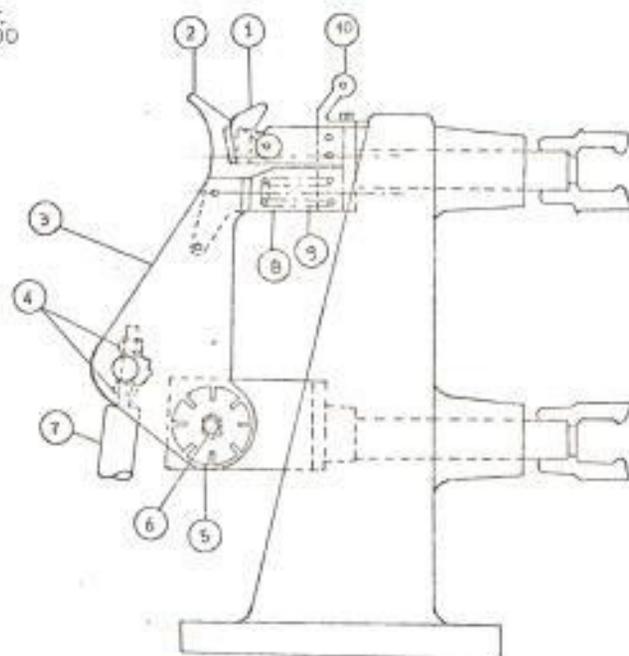
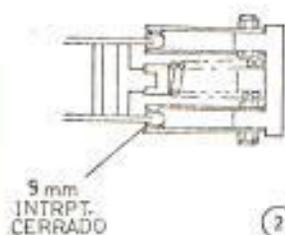
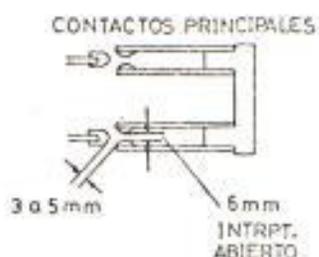
Fig N° 27

FIGURA N° 27: PARTE A

1. Contactos auxiliares
2. Bomba de disparo "TC"
3. Interbloqueo de piso
4. Indicador de posición
5. Cabierta
6. Platina de sujección de la cámara de arqueo
7. Plataforma
8. Eje roscado para guiar al interruptor
9. Balanca de cierre manual del interruptor
10. Gancho de riel
11. Guía del Carril
12. Contacto de tierra
13. Bornera de contactos secundarios
14. Cámara de arqueo
15. Pin de soporte de la cámara de arqueo
16. Trinquetes de los contactos
17. Tubo de soplado
18. Soporte de fases

FIGURA N° 27: PARTE B

1. Cerrojo de disparo
2. Eje principal para operación de fases
3. Manilla de levante de fases
4. Balanca de fases
5. Enlace superior de cierre
6. Enlace de restricción
7. Enlace interior de cierre
8. Pin móvil
9. Enlace móvil
10. Pistón móvil
11. Cerrojo de cierre
12. Leva de cierre
13. Gatillo de disparo
14. Resorte de contracción
15. Bobina de cierre "CC"
16. Tornillo del ajuste del claro de leva
17. Bobina de disparo "TC"
18. Vástago de la bobina de disparo



① CONTACTOS FIJOS DE ARQUEO

② CONTACTOS MÓVILES DE ARQUEO

③ BRAZO MÓVIL DE LOS CONTACTOS PRINCIPALES

④ TUERCA DE AJUSTE DE LOS CONTACTOS MÓVILES

⑤ ARANDELA DE PROTECCIÓN DE LOS CONTACTOS MÓVILES

⑥ TUERCA

⑦ VARILLA DE LEVANTE DE LOS CONTACTOS MÓVILES

⑧ TRINQUETE DE LOS CONTACTOS MÓVILES

⑨ RESORTE

⑩ PASADOR SOPORTE DE CUBIERTA DE EXTINGUIDORES DE ARCO

DISTANCIAS ENTRE LOS CONTACTOS
DEL INTERRUPTOR DE 24 K.V.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
1. CAMARA DE ARQUEO	Ausencia de polvo y materiales extraños.	Inspección visual	
2. CONTACTOS DE ARCOS	Deterioros de las superficies de contactos.	Inspección visual (si es necesario emplear lija fina). Inspección visual	
3. PARTES COMPONENTES	1. Ausencia de partículas extrañas 2. Aflojamiento o deformación de resortes. 3. Mecanismo de disparo	Inspección visual	
4. CONTACTOS AUXILIARES	4. Motor de cargar el resorte	Inspección visual, lubricación.	Inspección de carbones
5. CALIBRACION DE PARTES	Ausencia de partes sueltas en el mecanismo de enganche. 1. Distancia entre rodillo de operación y leva de cierre 2. Distancia entre leva de cierre y gatillo de disparo 3. Distancia entre contactos principales fijos y móviles	Calibrador de hojas debe ser 0.8 a 1.6 mm Calibrador de hojas debe ser 0.8 a 1.6 mm Debe ser de 3 a 5 mm. en posición de abierto	9 mm en posición de cerrado. Debe ser 13 mm en posición de abierto. 16mm. en posición de cerrado. Inspección visual aplicada car grasa grafitada Insp.V. Aplicar grasa.
6. CONTACTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	4. Distancia entre contactos fijos y móviles de arco 1. Ausencia de contactos primarios flojos. 2. Ausencia de contactos secundarios.		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
7. MISCELANOS	1. Contactos Auxiliares 2. Bornas de conexión 3. Bobinas de cierre y disparo 4. Contacto de puesta a tierra	Inspección, limpieza Inspección, limpieza aplicar grasa de grafito Inspección visual Inspección, limpieza, aplicar grasa de grafito.	
8. OPERACION	Prueba de Operación	Operación manual, operación eléctrica (la operación debe ser correcta).	

INTERRUPTORES DE 480 V

Los interruptores de bajo voltaje son del tipo DS-208 con una corriente de operación normal hasta de - 800 Amp., y del tipo DS-216 con una corriente nominal de 1.600 Amp. para ser insertados en cubículos de un panel central.

Todos los componentes principales forman un aparato compacto y son los siguientes:

- 1. Mecanismos de operación
- 2. Contactos
- 3. Cámara de arqueo.

Además tenemos las siguientes componentes, como se aprecia en la figura N^o 29.

1. Relé de sobrecorriente de estado sólido
2. Terminales de prueba
3. Obturador del mando carro
4. Indicador de la posición del interruptor
5. Placa de seguro
6. Botón de disparo del interruptor
7. Indicador de carga del resorte
8. Carga Manual del resorte

- 105
9. Botones de prueba
 10. Contador de operaciones
 11. Indicador de posición de contactos
 12. Botón de cierre del interruptor
 13. Placa de datos

A continuación se detallan los principales puntos que se debe revisar cuando entra a mantenimiento un interruptor de este tipo.

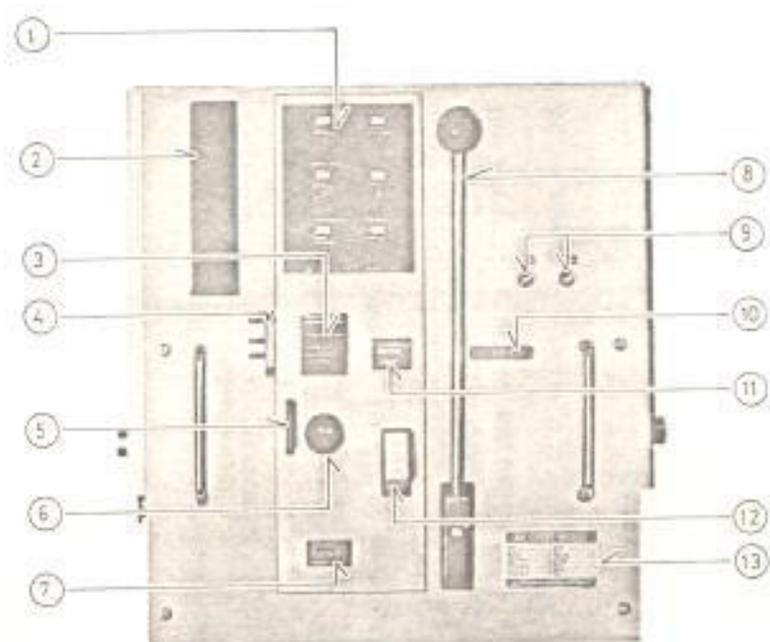
INTERRUPTOR DE 480.V

Fig N° 29

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
1. CAMARA DE ARQUEO	Ausencia de pólvos y materias extraños	Inspección visual	
2. CONTACTO DE ARCO	Deterioros de las superficies de contacto.	Inspección visual (si es necesario emplear lija fina)	
3. PARTES COMPONENTES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de partículas extrañas 2. Aflojamiento o deformación de resorte 3. Mecanismo de disparo 	Inspección visual	
4. ELEMENTO BA	<ol style="list-style-type: none"> 4. Motor de cargar el resorte 	Inspección visual, lubricación.	
5. CONTACTOS AUXILIARES	<ol style="list-style-type: none"> Inyecte CA al circuito de los CT del interruptor y mida el valor fijado. Ausencia de partes sueltas en el mecanismo de enganche 	Inspección de carbones Fuente de CA., Amp AC medidor de mseg.	
6. CONTACTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de contactos primarios flojos 2. Posición de los contactos primarios 3. Ausencia de contactos secundarios flojos o rotos 	Inspección visual Inspección visual Chequeo de calibración	
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Superficie de los contactos primarios 	Rectificación o cambio deberá ser hecho, si algún daño es encontrado. Inspección visual, corregir las superficies poner capa fina de grafito.	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
7. OPERACION	Prueba de Operación	Operación manual Operación Eléctrica (No debe haber fricción la operación, debe ser correcta.	

3.4. MOTORES DE 2.4 KV Y DE 480 V

Los motores los podemos clasificar de acuerdo a su voltaje de alimentación esto es motores menores de 76.4 KW., están alimentados con un voltaje de 480 V., y motores mayores de 76.4 KW., están alimentados con un voltaje de 2.400 V. Todos los motores son trifásicos de inducción de velocidades altas, la mayoría.

Dentro del nivel de voltaje mayor tenemos un rango de potencia de los motores que van desde los 76.4 KW., hasta 1.470 KW., en posición horizontal y vertical. En este tipo de motores es importante hacer un chequeo minucioso de los componentes del motor, manteniendo precauciones especiales.

En los motores de 480 V es más sencillo el mantenimiento debido a que se circunscribe a la revisión de sus rodamientos, medición del aislamiento, etc. A continuación se presenta la secuencia de chequeo de los motores de 2.4 KV y 480 V.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>DESARME E INSPECCION DE - PARTES PRINCIPALES DEL MOTOR ELECTRICO</p> <p>1. ESTATOR</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bobinas del estator <ol style="list-style-type: none"> a. Contaminación b. Deterioro c. Agrietamiento d. Quemadura o recalentamiento e. Prueba de resistencia de aislamiento. f. Claro entre el rotor y el estator 2. Cuñas del estator <ol style="list-style-type: none"> a. Salidas de sus extremos b. Aflojamiento de cuñas c. Deterioro d. Rotura 3. Soportes y cabezales de bobinas <ol style="list-style-type: none"> a. Aflojamiento de soportes b. Aflojamiento de aseguramientos c. Aflojamiento de separadores d. Aflojamiento y/o rotura de amarres e. Deterioro 4. Núcleo laminado <ol style="list-style-type: none"> a. Aflojamiento de partes b. Deterioro c. Recalentamiento 	<p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Megger 1000V</p> <p>Medición con calibrador de cuña.</p> <p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Inspección visual Inspección visual</p> <p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
	d. Contaminación 5. Ductos de aire del estator a. Limpieza	Inspección visual Inspección visual	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>ROTOR</p>	<p>1. Laminación y jaula de ardi-lla. a. Deterioro b. Desgaste c. Recalentamiento d. Aflojamiento de partes e. Contaminación</p> <p>2. Eje a. Deterioro b. Deformación c. Fisuras</p> <p>3. Pesos de balance a. Aflojamiento</p> <p>4. Limpieza de ductos de aire del rotor y limpieza del ventilador. a. Condición de los cojinetes b. Claro o huelgo de la superficie de trabajo c. Deterioro del aceite y/o -grasa lubricante</p>	<p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p> <p>Inspección visual, golpes ligeros. Inspección visual</p>	
<p>4. CAJA DE CONEXIONES</p>	<p>a. Deterioro del aislamiento b. Contaminación interior de la caja de conexiones.</p>	<p>Inspección visual Inspección visual</p>	
<p>5. CARCAZA</p>	<p>a. Fisuras b. Aflojamiento de pernos c. Estado de la pintura</p>	<p>Inspección visual Inspección visual Inspección visual</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
6. CALENTADORES 7. CONEXION DE PUESTA A TIERRA 8. PROTECCIONES	a. Medición de la resistencia de aislamiento. a. Aseguramiento Pruebas.	Megger 500 V Inspección visual	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>DESARME E INSPECCION DE PARTES</p> <p>1. ESTATOR</p>	<p>1. Bobinas del estator</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Contaminación b. Deterioro c. Agrietamiento d. Quemadura o recalentamiento. e. Prueba de resistencia de aislamiento <p>2. Cuñas del estator</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Aflojamiento de cuñas b. Deterioro c. Rotura <p>3. Soportes y cabezales de bobinas</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Aflojamiento b. Deterioro c. Aflojamiento y/o rotura de amarres <p>4. Núcleo laminado</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Contaminación b. Deterioro c. Aflojamiento de partes d. Recalentamiento <p>5. Ductos de aire del estator</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Limpieza 	<p>Inspección visual</p> <p>Inspección visual</p> <p>Inspección visual</p> <p>Inspección visual</p> <p>Megger 500V (Debe ser mayor a 1 MΩ 40°C).</p> <p>Inspección visual</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
2. ROTOR	1. Laminación y Jaula de ardilla. a) Deterioro b) Desgaste c) Recalentamiento d) Contaminación 2. Eje a) Deterioro b) Deformación c) Fisuras 3. Pesos del balance a) Aflojamiento 4. Limpieza de ductos de aire del rotor y limpieza del ventilador. a) Condición y huelgo o claro de la superficie de trabajo. b) Deterioro de la grasa lubricante. a) Deterioro de aislamiento b) Contaminación interior de la caja de conexiones. a) Fisuras b) Aflojamiento de pernos c) Estado de la pintura	Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual, golpes ligeros. Inspección visual Inspección visual Medición Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual Inspección visual	
3. COJINETES			
4. CAJA DE CONEXIONES			
5. FISURAS			
6. CONEXION DE PUESTA A TIERRA	a) Aseguramiento	Inspección visual	

3.5. REGULADOR AUTOMATICO DE VOLTAJES

Para realizar un mantenimiento a un regulador - automático de voltaje es necesario tener un co nocimiento pleno del funcionamiento, así como experiencia debido a la complejidad de los cir cuitos electrónicos como podemos apreciar en el diagrama de bloque de la figura N^o 30 , en el cual también está incorporado el sistema de excitación.

Si durante la operación el regulador no ha pre sentado ningún problema con respecto a su velocidad de respuesta o al rango de excitación, el mantenimiento se debe circunscribir a chequear los componentes importantes en sus característi cas estáticas como se muestra en los cuadros si guientes:

Es importante recordar que los instrumentos de medición deben de ser confiables con una bue na exactitud, además hay que trabajar con mucho cuidado con respecto a la polaridad y magnitud de los voltajes que se aplican a los circuitos electrónicos.

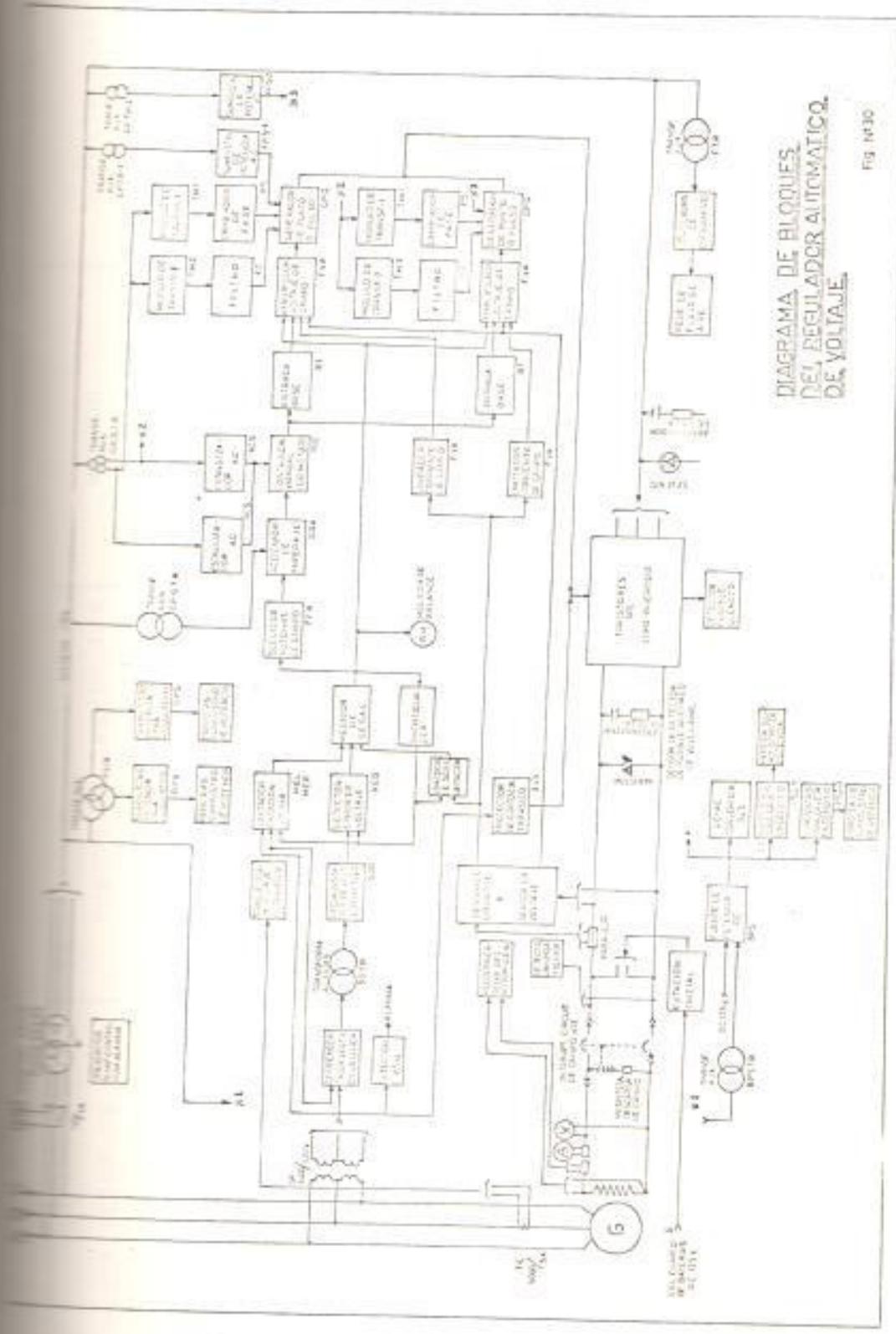


DIAGRAMA DE BLOQUES
DEL REGULADOR AUTOMÁTICO
DE VOLTAJE.

FIG 1430

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
INSPECCION DE LOS CARBONES DEL MOTOR PARA EL AJUSTADOR DE VOLTAJE (90R)	MEDIR LA LONGITUD DE LOS CARBONES	UTILIZACION DE REGLA	
INSPECCION DE LOS CARBONES PARA EL AJUSTADOR MANUAL DE VOLTAJE (70E)	MEDIR LA LONGITUD DE LOS CARBONES	UTILIZACION DE REGLA	
INSPECCION DE CONEXIONES	a) MOVER CADA ALAMBRE b) COMPROBAR AJUSTE DE TERMINALES	MANUAL MANUAL	
INSPECCION DE PARTES	INSPECCIONAR CUALQUIER PARTE DAÑADA Y PARTE QUE INDIQUE CAMBIOS EN EL COLOR	INSPECCION VISUAL	
LIMPIEZA DE CUBICULO	LIMPIEZA DE POLVO LIMPIEZA DE LOS FILTROS DE AIRE	ASPIRADORA DE POLVO AIRE COMPRIMIDO O ASPIRADORA.	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
<p>ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS ESTATICAS</p> <p>1. CARACTERISTICAS DEL AJUSTADOR BASE (70E)</p> <p>2. CARACTERISTICAS DEL AJUSTADOR DE VOLTAJE (90R)</p>	<p>1. Cambiar el ajustador base (70E) desde "0" a "100" y mida la salida de los tiristores y salida del BIP</p> <p>1. Medir la entrada de voltaje correspondiente al generador de voltaje cuando la indicación del (BM) es 0% con la posición del 90R desde 0% a 100%</p>	<p>Conectar la resistencia de agua en lugar de la bobina de campo 70E 0-100%</p> <p>BIP: Alrededor +0.2V, 5 V</p> <p>TIR: Alrededor 0V 210V</p> <p>Equipos: Voltímetro DC Voltímetro digital</p> <p>Suministro de energía: 208V.</p> <p>90R 0-100%</p> <p>Gen. de volt: -20% +10% o más</p> <p>Vol. Nom. secundario de los PT 115V.</p> <p>Equipos: voltímetro A.C. Voltímetro digital. Regulador 3Ø</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
3. CARACTERISTICAS DE ENTRADA Y SALIDA DEL SENSOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE	<p>1. El sensor de voltaje deberá ser chequeado al mismo tiempo con las características del ajustador base 70E</p> <p>2. Para chequear el sensor de corriente conectar el generador de corriente de DC en lugar del shunt y medir el voltaje de salida con cambios de la corriente.</p> <p>Medir el voltaje de salida de los tiristores cuando es comparado con el voltaje de salida del mezclador de señales en la posición del 70E en 50%.</p>	<p>Voltímetro digital ganancia del sensor de Voltaje: alrededor de 10V/430 V</p> <p>Generador de corriente de D.C. Voltímetro digital Ganancia del sensor de corriente: alrededor de 10V/1.392V</p>	
4. CARACTERISTICAS DE ENTRADA Y SALIDA DE LOS TIRISTORES DE EXCITACION		<p>Voltímetro D.C.</p> <p>Voltímetro digital Mezclador de señales: +8V, -10V.</p> <p>Salida de tiristores: alrededor de 0-400 y en suministro de energía de 208 V.</p>	
5. CARACTERISTICAS DEL LIMITADOR DE MINIMA EXCITACION (MEL)	<p>Aplicar voltaje 3Ø balanceado al circuito de PT, aplicar corriente al circuito de CT, y medir las características del circuito limitado en el valor del punto de fijación</p>	<p>Voltímetro de A.C.</p> <p>Amperímetro de A.C.</p> <p>Medidor de ángulo de fase.</p> <p>Voltímetro digital Centro: 0.95 p.u. Radio: 1.4 p.u. Corriente: 3.59 A</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
6. CARACTERISTICAS OXL (LIM) TADOR DE SOBRE EXCITACION	Medir el voltaje captador y el atraso del tiempo cuando se cambia la salida del sensor de corriente.	Voltímetro digital Generador de voltaje de D.C. Voltaje captador: 7.9V Atraso de tiempo: - 51seg/25%.	
7. CARACTERISTICAS DEL SEGUIDOR AUTOMATICO DE CAMPO.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar voltaje de entrada de la Unidad comparadora y chequear la fijación y el voltaje de restablecimiento en él. 2. Medición del atraso del tiempo. 3. Medición del tiempo de recorrido del 70E 	Voltímetro digital Captación: +0.2V Restablecimiento: +0.05V Cronómetro Atraso de tiempo: 5seg. Tiempo de recorrido 60 Seg. (0-100%) Regulador 3Ø de A.C. Voltímetro de A.C. Generador de voltaje de D.C. Osciloscopio Fijación: Voltaje P.T.: 11.5V Sensor de corriente-10V	
8. CARACTERISTICAS DEL 3LS.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar voltaje de A.C. al circuito de PT y voltaje de D.C. al sensor de corriente. 2. Medir el punto de faja del LS (chequear el pulso de disparo del tiristor con un osciloscopio) 		

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
9. CARACTERISTICAS V/HZ	1. Aplicar voltaje de A.C. al circuito de PT y medir el punto de operación del V/HZ	Regulador 3Ø de A.C. Voltímetro de A.C. Fijación: 1.1 pu/pu. Voltímetro digital +15V	
10. CHEQUEO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA	1. Suministro de energía de D.C. a las gavetas 2. Convertidor DC/AC para protección del 3LS	Voltímetro digital Contador de frecuencia 110V+10% 400HZ+10%	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
EXTINGUIDORES DE ARCO CONTACTOS DE ARCO	AUSENCIA DE POLVO Y MATERIAS EXTRANAS ESTADO DE LAS SUPERFICIES DE CONTACTO	INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL USAR LIMA FINA O PAPEL LIJA PARA RECTIFICACION LIMPIAR DESPUES DE EFECTUADO.	
PARTES COMPONENTES	a) AUSENCIA DE MATERIAS EXTRANAS b) PERDIDA O DEFORMACION DE RESORTES. c) INSUFICIENTE ACEITE EN EL PASADOR DE APOYO. d) CHEQUEO DE OPERACION MANUAL	INSPECCION VISUAL	
CONTACTOS AUXILIARES CONTACTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.	AUSENCIA DE TORNILLOS SUELTOS EN EL MECANISMO DE ENGANCHE. AUSENCIA DE CONTACTOS PRIMARIOS FLOJOS. AUSENCIA DE CONTACTOS SECUNDARIOS FLOJOS O ROTOS.	MANUAL NO DEBE HABER FRICCION. INSPECCION VISUAL INSPECCION VISUAL	RECTIFICACION O CAMBIO, DEBERA SER HECHO CUANDO ALGUN DANO ES ENCONTRADO.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
OPERACION	<p>SUPERFICIES DE LOS CONTACTOS PRIMARIOS.</p> <p>PRUEBAS DE OPERACION</p>	<p>INSPECCION VISUAL .CORREGIR CUANDO ESTEN DAÑADAS LAS SUPERFICIES.</p> <p>PONER LIGERA CAPA DE GRASA DE GRAFITO A LA SUPERFICIE DE LOS CONTACTOS.</p> <p>OPERACION ELECTRICA, DEBERA ABRIR Y CERRAR COMPLETAMENTE.</p>	

3.6. EQUIPOS AUXILIARES

INSTRUMENTOS SUPERVISORES DE TURBINA

Los supervisores de turbina sirven como vigilantes confiables que permiten una segura operación de las turbinas a vapor.

Su función principal es registrar con precisión la condición mecánica en que se encuentra la maquinaria, estos aparatos deben actuar rápidamente cuando una condición anormal se presenta, que pueda ocasionar daños muy serios en la turbina. Por lo tanto detectores eléctricos son montados en la turbina, de donde se envía señal a aparatos que interpretan la información detectada con el propósito de alertar al personal técnico para que pueda realizar los correctivos necesarios o sacarla fuera de servicio a la turbina.

Los principales aparatos supervisorios de turbina que se utilizan son los siguientes:

1. Registrador de la posición del rotor
2. Registrador de vibración de la turbina
3. Registrador de excentricidad de la turbina

4. Registrador de expansión diferencial de la turbina.

1. REGISTRADOR DE LA POSICION DEL ROTOR

El registrador de la posición del rotor es usado para indicar y registrar la posición axial del rotor de la turbina. El movimiento axial del rotor de la turbina puede ser producido o causado - por desgaste del cojínete de empuje o por un calentamiento del cojínete debido al incremento de carga en el rotor, en el diseño de turbinas el movimiento axial del rotor puede ser en los dos - sentidos, esto es, hacía el generador o hacía el gobernador.

El registrador consiste de los siguientes elementos: un par de bobinas, aparato comparador y el graficador o aparato de indicación.

El movimiento axial es medido a través de un anillo montado en el eje de rotor, en el cual se instala - un circuito formado por un puente eléctrico que consiste de un par de bobinas detectoras y resistores montados a cada lado del anillo, como se aprecia en la figura N^o 31. .

REGISTRADOR POSICION DEL ROTOR

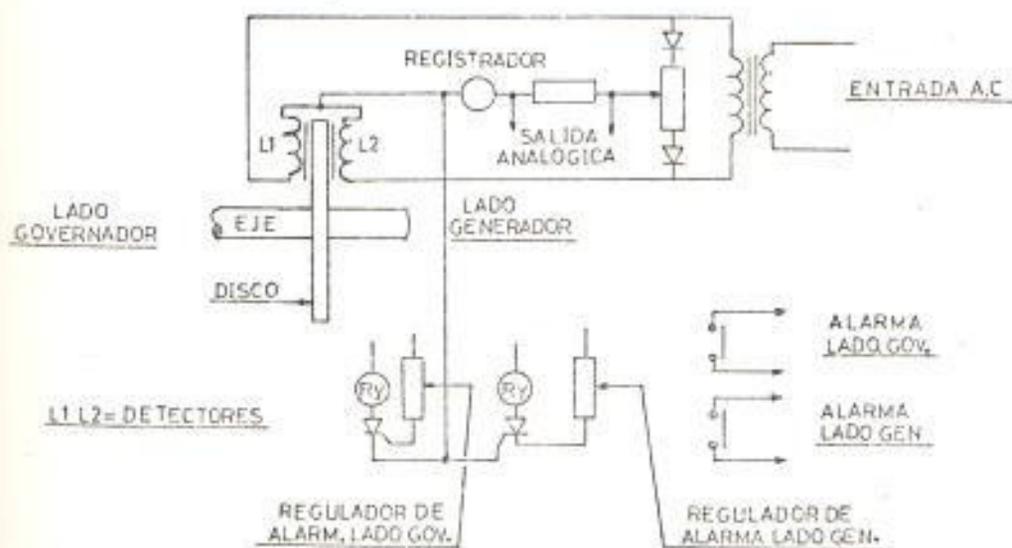


Fig N°31

Cuando la turbina está en una posición normal, los entrehierros existentes entre las bobinas y el anillo son iguales; sin embargo, cuando ocurre movimiento axial del rotor, el entrehierro entre una bobina y el anillo decrece, esto causa un cambio en la reductancia del puente eléctrico, esta señal desbalanceada es rectificadora y amplificada, la misma que alimenta al circuito de control de donde se da señal al graficador, el cual nos indica el valor del desplazamiento axial del rotor, - así como también hace operar una alarma.

De existir un movimiento axial brusco del rotor, actúa el dispositivo de alarma o disparo si es necesario, y, saca fuera de servicio a la turbina.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
1. INSPECCION DEL CAPTADOR	1. Desconecte las conexiones des de el terminal del captador y mida la resistencia en él. 2. Medir el claro entre el rotor y el captador. 3. Restituya la conexión al terminal. 4. Conectar la energía de suministro y medir el voltaje a través de la bobina de ambos captadores.	Multímetro Criterio: 22 ± 2.2 OHMS a 20°C . Calibrador de hojas 2mm ± 0.02 mm.	
2. CHEQUEO DE LA INDICACION	1. Chequee la correcta indicación	Inspección visual (Referirse al reporte de pruebas).	
3. COMPROBACION DE ALARMA Y DISPARO	2. Conecte el circuito de prueba y chequee lo siguiente: (1) Indicación 1. Incremente la señal de voltaje hasta el valor de alarma y disparo y chequee la operación de la alarma.	Inspección visual. Fijación de los valores de indicación de alarma ALARMA, DISPARO Lado Gob. -0.55 , -0.70 mm Lado Gen. $+0.15$, $+0.30$ mm.	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
1. CHEQUEO DEL REGISTRADOR	1. Chequee y pruebe la indicador del registrador al suministrar una señal de voltaje desde los terminales de prueba.	Multímetro digital referirse al reporte de pruebas. Comprobar el movimiento suave.	
2. INSPECCIÓN GENERAL	1. Chequee lo siguiente: (1) Puntos soldados (2) Conexiones (3) Cualquier parte dañada	Inspección visual	

2. REGISTRADOR DE VIBRACION DE LA TURBINA

El rotor es la fuente principal de la vibración de la turbina, usualmente la medición es hecha directamente en el rotor, por que la vibración en otros puntos accesibles, tal como las estructuras de los cojinetes es variable a la vibración del rotor tanto en magnitud y fase. Por esta razón el detector de vibración es una sonda, la cual tiene una zapata de material antifricción directamente sobre el rotor. A esta zapata es asegurada o fijada una varilla impulsadora, en el otro extremo de la varilla está una bobina sísmica, rodeada de un potente imán permanente, como se muestra en la figura N° 32. Cuando el rotor vibra, la bobina tiende a moverse en el campo magnético del imán, generando un voltaje alterno proporcional a ambas magnitudes, de vibración del rotor y velocidad del rotor.

Entonces la vibración es medida desde cuando el rotor alcanza 600 R.P.M. hasta 3.600 R.P.M., el voltaje que se produce en el detector de vibración será seis veces mayor a la velocidad de sincronismo que a 600 R.P.M., para la misma amplitud de vibración. Como solamente nos interesa el valor -

REGISTRADOR DE VIBRACION

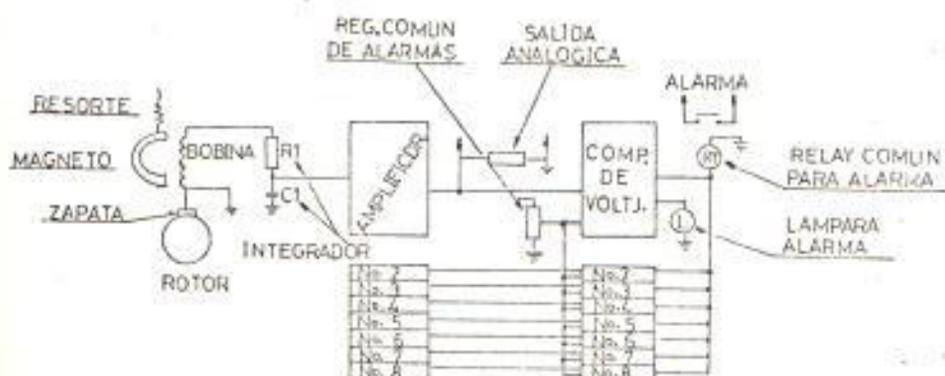


Fig N°32

de la amplitud de vibración del rotor, un circuito eléctrico amortiguador se utiliza con el propósito de eliminar el error debido a la velocidad del rotor.

Esto es conseguido por la aplicación del detector de voltaje a un circuito integrador, consistente de un resistor y capacitor, el cual tiene una constante de tiempo (o amortiguamiento) la cual es mayor que la frecuencia de la onda de vibración. La caída de voltaje en el capacitor es amplificada y convertida a voltaje DC, este voltaje es aplicada a un canal de un graficador y a un comparador de voltaje de estado sólido que alimenta a un relé que da señal de alarma cuando un valor anormal de vibración se presenta.

Siendo la vibración una de las funciones más importantes que se debe chequear en un turbo generador, se coloca detectores de vibración en cada uno de los cojinetes, tanto de la turbina como del generador, cada señal enviada por los detectores es tratada en forma independiente, pero con un arreglo de tal forma que todas las señales serán graficadas en el mismo registrador, así como también el circuito de alarma.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
<p>1. INSPECCIÓN DEL CAPTADOR</p>	<p>1. Chequee cualquier daño o distorsión al resorte plano. 2. Chequee la existencia de fuerza magnética en él. 3. Chequee la existencia de fuerza en el resorte. 4. Desconecte las conexiones de la bobina móvil y mida la resistencia en ella.</p>	<p>Inspección visual Confirmar con un destornillador. Empuje hacia abajo un magneto aprox. 5 mm. y observe el movimiento de varios ciclos en un segundo. Multímetro $\pm 1000 \Omega$ a 20° C.</p>	
<p>2. CHEQUEO DE LA INDICACIÓN</p>	<p>1. Restituir las conexiones al terminal. 2. Conectar la energía de suministro 3. Chequee la posición de cero 4. Conecte el circuito de prueba y compruebe lo siguiente: (1) voltaje de salida Vs. Voltaje de entrada al amplificador. (2) Indicación.</p>	<p>Inspección visual referirse al reporte de prueba. Inspección visual fijación del valor de indicación de prueba 0.1mm.</p>	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES:
3. COMPROBACION DE ALARMA	1. Incremente la señal del voltaje de prueba hasta el nivel de alarma y chequee la operación de la alarma	Inspección visual Fijación del valor de indicación de alarma: 0.125 mm.	
4. COMPROBACION DEL REGISTRADOR.	1. Chequee y pruebe la indicación del registrador para una señal de voltaje de entrada desde los terminales de prueba.	Multímetro digital (Referirse al reporte de prueba). Comprobar el movimiento suave.	
5. INSPECCION GENERAL	1. Chequee lo siguiente: (1) Puntos soldados (2) Conexiones (3) Cualquier parte dañada	Inspección visual	
6. INSTALACION DEL CAPTADOR 1.	1. Instale los pernos de cabeza hexagonal en la extensión superior del probador tal que quede al ras o ligeramente más alto que la superficie superior de la placa base.	Holgura: 0.05 mm.	

3. Registrador DE EXCENTRICIDAD DE LA TURBINA

Cuando una turbina es parada después de estar en operación normal el rotor de la turbina tiende a arquearse por el desigual enfriamiento entre la mi tad superior y la mitad inferior del rotor. Generalmente el rotor está acoplado a un engranaje que lo hace girar por medio de un motor a una velocidad de 1.5 RPM, para minimizar la flexión del rotor, la excentricidad del rotor es chequeada des de 1,5 a 600 RPM, a esta velocidad el contactor de velocidad desconecta al instrumento de excentricidad y conecta los instrumentos de vibración.

El instrumento de excentricidad consiste de un de tector, caja de control, un graficador y un regulador de voltaje automático. El método para leer la excentricidad consiste en la diferencia que exis te entre una lectura máxima y mínima.

Las bobinas detectoras son colocadas sobre el ro tor a una separación de 180° mecánicos. Para que exista excentricidad el entrehierro de una bobina y el rotor debe incrementarse, el otro entrehierro con la segunda bobina debe disminuir. Un circuito con memoria toma señales de los detectores y sen

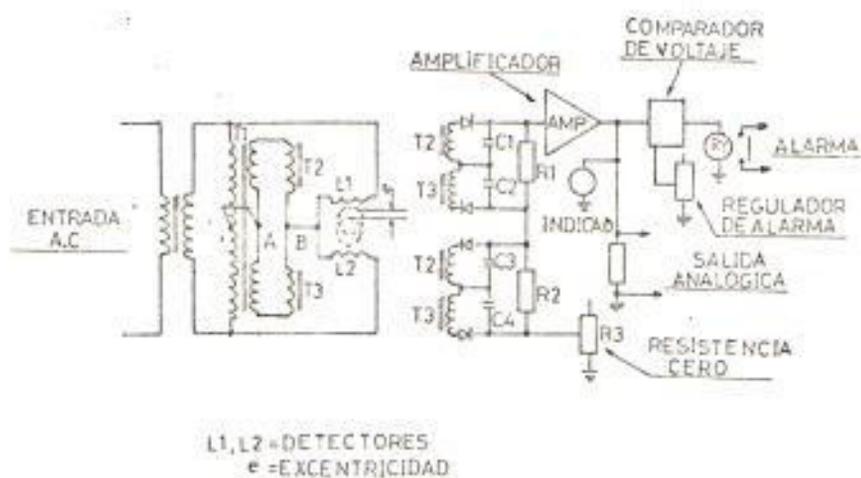
sa la máxima y mínima, de la diferencia de estos valores se obtiene un voltaje proporcional a la excentricidad. La memoria del circuito gradualmente borra estos valores para que nuevos valores se puedan recibir.

La diferencia de voltaje es aplicada a un circuito de estado sólido donde es amplificada para poder ser graficada.

Este voltaje amplificado es también aplicado a un comparador de voltaje, el cual alimenta al circuito de alarma, como vemos en la figura N^o 33 .

La excentricidad en el eje es sensada por los detectores (bobinas) conectadas en serie a través de un regulador líneal. Los dos secundarios iguales del transformador T₁ alimentan a los transformadores idénticos T₂ y T₃ . Un conjunto de los secundarios de los transformadores T₂ y T₃ alimenta a un circuito (RC) que tiene una constante de tiempo grande. El otro conjunto de los secundarios de los transformadores T₂ y T₃ cargan otro circuito (RC) de corta constante de tiempo. Estos circuitos (RC) son cargados con polaridad opuesta, para que la caída de voltaje a través de ellos, sea su diferencia de potencial.

REGISTRADOR DE EXCENTRICIDAD



Cuando la excentricidad del eje es cero, el voltaje en "B" es el mismo que del punto "A". Entonces la carga en los dos circuitos RC es igual pero opuesta, por lo tanto la suma del voltaje es cero.

Cuando la excentricidad del eje no es cero, el voltaje en el punto "B" será diferente al punto "A", porque la impedancia del circuito cambia en la bobina detectora, esto causa que se carguen los dos circuitos RC. La carga del circuito RC de constante de tiempo grande, será mayor que la carga del circuito RC de menor constante de tiempo, por lo tanto la diferencia de voltaje será proporcional a la excentricidad del eje, la cual es registrada en un graficador, si este valor aumenta, actuará la alarma y es necesario disminuir la velocidad de la turbina hasta que la excentricidad del eje disminuya.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
1. INSPECCIÓN DEL CAPTADOR	1. Desconectar las conexiones en los terminales del captador y medir la resistencia de él. 2. Medir el entrehierro (claro) entre el rotor y el captador. 3. Restituir las conexiones al terminal. 4. Conectar la energía de suministro y medir el voltaje a través de la bobina de ambos detectores.	Multímetro Criterio: 200 ± 30 OHMS a 20°C Calibrador de hojas Criterio: $2.0\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$. Multímetro digital Criterio: Diferencia de voltaje 5 voltios.	
2. CHEQUEO DE LA INDICACION	1. Chequear la indicación normal. 2. Conectar la energía de suministro y comprobar el circuito de prueba como sigue: (1) Indicación correcta (2) Ganancia del amplificador	Inspección visual (Referirse al reporte de pruebas).	
3. COMPROBACION DE ALARMAS	1. Incremente la señal de voltaje de prueba y chequee la operación de la alarma.	Fijación del valor de indicación de prueba: 0.05 mm. Inspección visual Fijación del valor de indicación de prueba: 0.075mm.	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
4. COMPROBACION DEL REGISTRADOR.	1. Chequee y pruebe la indicación del registrador a una señal de voltaje de suministro desde los terminales de prueba.	Multímetro digital (Referirse al reporte de pruebas). Comprobar el movimiento suave.	
5. INSPECCION GENERAL	1. Comprobar lo siguiente: (1) Puntos soldados (2) Conexiones (3) Cualquier parte dañada	Inspección visual	

REGISTRADOR DE EXPANSION DIFERENCIAL DE LA TURBINA

Cuando el vapor es admitido a la turbina, se produce expansión térmica tanto en el rotor de la turbina como en la parte fija de la misma. Si la rata de expansión de las dos partes es la misma no existirá ningún problema.

Pero, ocurre que siendo el rotor de la turbina una masa más pequeña que la carcaza, se calienta más rapido y por lo tanto su expansión es mayor, este problema está previsto y por lo tanto se deja una pequeña distancia entre las parte móvil y fija, de la turbina, con el propósito de que no pueda haber roce. Sin embargo, la expansión del rotor puede alcanzar límites que excedan esta distancia, con lo que podría existir un roce y por lo tanto un daño grave a la turbina. Para evitar esto se instala el registrador de expansión diferencial que chequea el movimiento relativo de las parte estacionaria y giratoria .

El registrador de expansión diferencial consiste de los detectores, Caja de control, graficador y circuito de alarma. Como podemos ver en la figura N^o

REGISTRADOR EXPAN. DIFERENCIAL

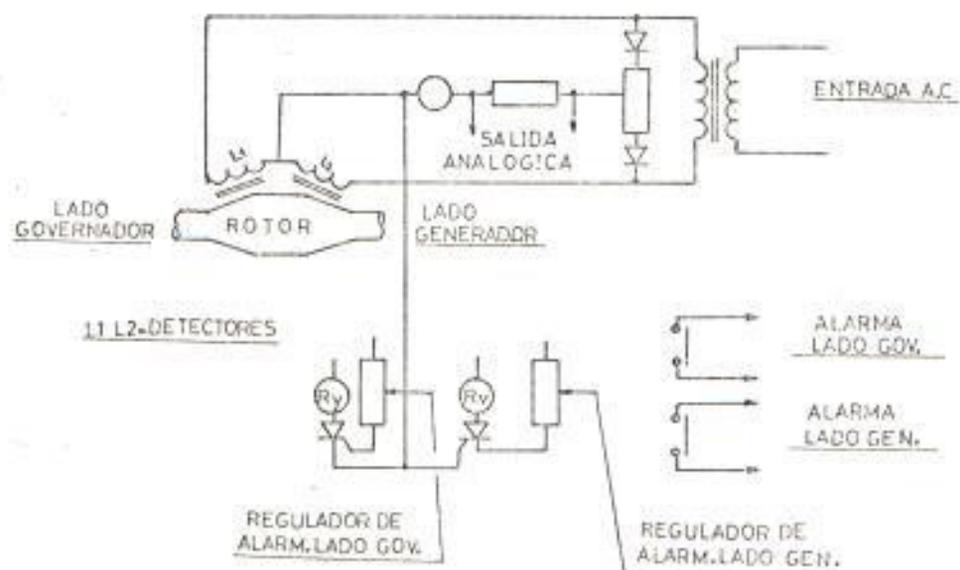


Fig N° 34

El circuito eléctrico es el mismo que se utiliza al registrar la posición del rotor. Con la diferencia que la expansión diferencial puede alcanzar valores alrededor de 2.5 cm., por lo tanto variará la linealidad del campo magnético en el entrehierro de los detectores. Para corregir este problema, se construyen protuberancias en el rotor con una inclinación de 14° con respecto al centro del rotor.

Los detectores son montados con sus caras polares en forma paralela a la superficie de las protuberancias, para que el movimiento axial que es alrededor de 2.5 cm., solamente produzca 0.6 cm. Esto permite que los detectores operen en el rango lineal del entrehierro.

La expansión diferencial se detecta en las direcciones, hacía el gobernador o hacía el generador y a los dos lados existe la alarma correspondiente.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCIÓN	MÉTODO	OBSERVACIONES
1. INSPECCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconecte la conexión desde el terminal del captador y mida la resistencia en él. 2. Medir el claro entre el rotor y el captador. 3. Restituir las conexiones al terminal. 4. Conectar la energía de suministro y medir el voltaje a través de la bobina de ambos captadores. 	<p>Multímetro 22+2.2 OHMS a 20°C</p> <p>Calibrador de hojas de 10mm+0.1(A-2mm. de expansión diferencial).</p> <p>Multímetro digital diferencial de voltaje: 1 voltio.</p>	
2. CHEQUEO DE LA INDICACION	1. Chequee la correcta indicación	Inspección visual (referirse al reporte de pruebas)	
3. COMPROBACION DE ALARMA	<ol style="list-style-type: none"> 2. Conecte el circuito de prueba y Chequee la correcta indicación. 1. Incremente la señal de voltaje hasta el nivel de alarma y compruebe la operación de la alarma. 	<p>Inspección visual (fijación del valor de indicación de prueba 0 OHMIOS</p> <p>Inspección visual fijación del valor de indicación de alarma: Eje corto: -2.6mm. Eje largo: +4.0mm.</p>	

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	PUNTOS DE INSPECCION	METODO	OBSERVACIONES
4. CHEQUEO DEL REGISTRADOR	<p>1. Chequear y probar la indicación del registrador a una señal de voltaje suministrada desde los terminales de prueba.</p> <p>1. Comprobar los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Puntos soldados (2) Conexiones (3) Cualquier punto dañado. 	<p>Multímetro digital referirse al reporte de pruebas. Comprobar el movimiento suave.</p> <p>Inspección visual</p>	
5. INSPECCION GENERAL			

3.7. PRUEBAS DE SECUENCIA

Las pruebas de secuencia son de una importancia vital para un mantenimiento eléctrico de una central térmica, por cuanto permite chequear todos los circuitos eléctricos de control, protección y bloqueo de los principales equipos como son: turbina, generador, caldera y la secuencia de quemadores de la caldera.

La metodología que se sigue en las pruebas de secuencia es la de representar los circuitos eléctricos por medio de diagramas de bloque. Estos diagramas agrupan o sintetizan los circuitos eléctricos, permitiendo encontrar o aislar una falla rápidamente. Los diagramas de bloques son un conjunto de elementos entre los cuales las principales son las puertas lógicas, las mismas que facilitan el chequeo de los circuitos, por tanto se puede medir la señal de salida de cualquier puerta lo que permite encontrar o ubicar los componentes del circuito en particular el que esté fallando.

3.7.1. Encendido

Se lo conoce como encendido a las pruebas de secuencia de los quemadores de la caldera. En la caldera existen dos tipos de quemadores : el de trabajo continuo que quema combustible bunker y el quemador de arranque que quema diesel además los quemadores pilotos o encendedores que queman diesel. En la secuencia de quemadores entra el control de combustible bunker y diesel, así como también el control de vapor de atomización y purga y el control de aire de atomización y purga.

Para efectuar las pruebas, la caldera debe estar fuera de servicio, con lo que nos obliga a simular dos tipos de condiciones que son: las de bloqueo y protección de la caldera y las condiciones normales del combustible, vapor y aire. Para la simulación de las condiciones nos valemos de la construcción de un panel de interruptores simples, los cuales los conectamos al panel de los quemadores y desconectamos las señales verdaderas con el objeto de que nos permita cumplir con los permisivos. A continuación enumeraremos las condiciones:

CONDICIONES DE BLOQUEO Y PROTECCION

1. Disparo de caldera
2. Reestablecimiento del disparo de caldera
3. Válvula de corte abierta de los encendedores
4. Válvula de corte abierta de los quemadores de diesel.
5. Válvula de corte abierta de los quemadores de bunker.
6. Detectores de llama de los encendedores - en posición ON.

CONDICIONES NORMALES

1. Presión normal de diesel para encendedores PS-31
2. Presión normal de aire de atomización para encendedores PS-32
3. Presión normal de diesel para quemadores de diesel. PS-33
4. Presión normal de aire de atomización a quemadores de diesel. PS-34
5. Presión normal de bunker para quemadores de Bunker PS-35

- | | |
|---|-------|
| 6. Presión normal de vapor de atomización | |
| a quemadores de bunker | PS-36 |
| 7. Temperatura normal de bunker | TS-5 |

Cuando estos pre-requisitos de los dos tipos de condiciones están cumplidas, podemos empezar con las pruebas de secuencia de quemadores. Primeramente chequearemos los quemadores pilotos o encendedores, luego los quemadores de diesel y por último los quemadores de bunker.

QUEMADORES PILOTO O ENCENDEDORES

En el diagrama de bloque de la figura N^o 35, nos indica que debe cumplirse cuatro condiciones para poder prender un encendedor, las cuales son las siguientes:

1. Que este restablecida la caldera, ó sea - que no exista ningún disparo de caldera.
2. Que la válvula de corte de encendedores se encuentre abierta con el objeto de que - exista flujo de diesel a los encendedores.

DIAGRAMA DE ARRANQUE Y PARO DE ENCENDEDORES

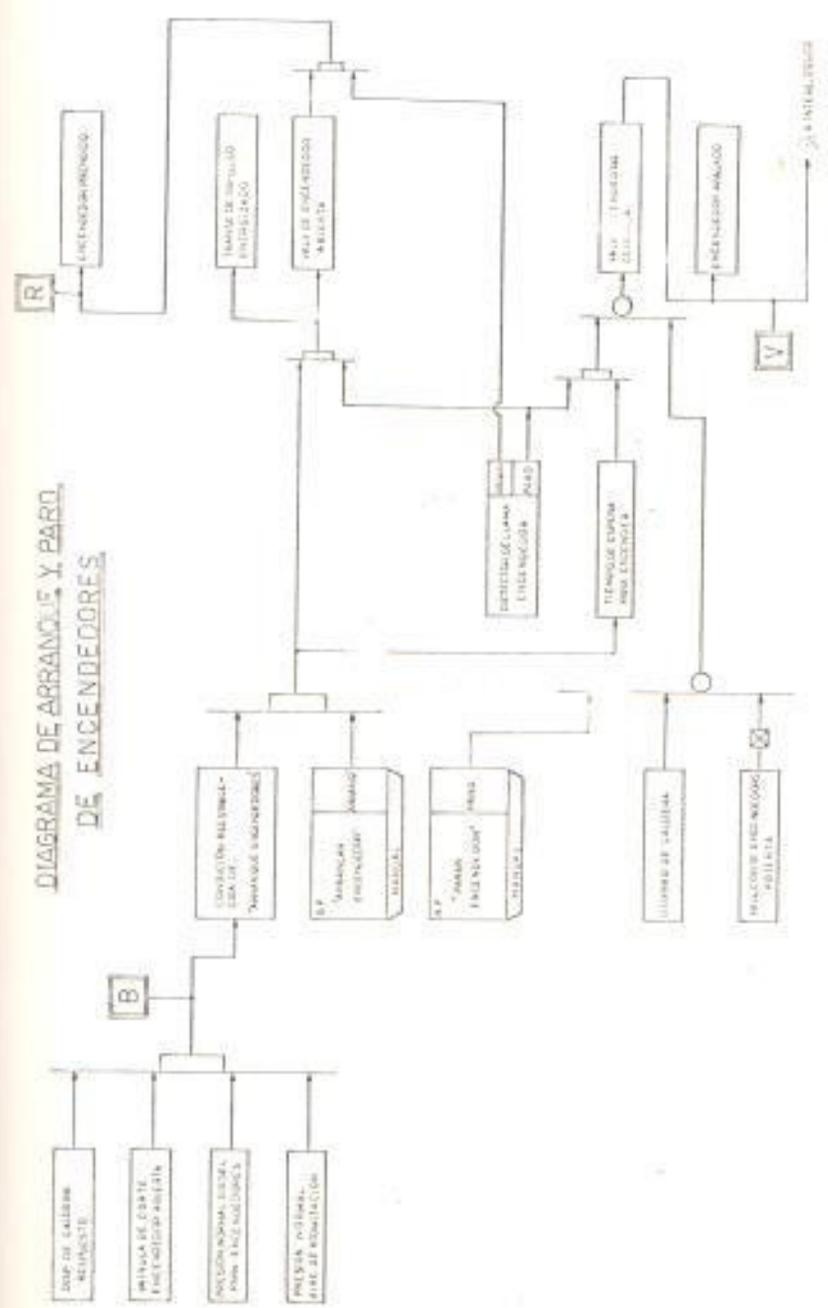


Fig. 10030

3. La presión de diesel debe tener un valor normal de acuerdo al diseño, la cual está controlada por un interruptor de presión que tiene dos contactos, normalmente uno abierto y otro cerrado. Cuando la presión no está en su valor normal actúa el interruptor de presión y no permite que se cumpla esta condición.

4. Esta condición chequea que la presión de aire de atomización sea normal. El aire atomiza al diesel formando una nube con el propósito de que el diesel se pueda combustionar, si la presión de aire disminuye, existe el peligro de que el diesel no se combustione e ingrese al interior de la caldera y se deposite en el piso de la misma, pudiendo ocasionar algún problema.

Cuando estas condiciones están cumplidas se prenderá la luz piloto blanca, que nos dá el permisivo de prender el encendedor pulsando el botón de arranque.

Cuando se pulsa el botón de arranque del en

cendedor, se envía una señal para que la válvula motorizada se abra permitiendo el paso de diesel y aire al quemador, al mismo tiempo se energiza un transformador de impulso, produciéndose en el lado secundario del mismo, un alto voltaje, el cual se aplica a un electrodo con el objeto de que se produzca una chispa eléctrica, la misma que enciende al diesel atomizado.

Si se prende el quemador piloto su llama será detectada, con lo cual enviará una señal a una luz piloto roja, asegurando que el quemador está en servicio, de lo contrario o después de un pequeño tiempo el detector enviará una señal para que se cierre la válvula prendiéndose la luz piloto verde que nos indica que el quemador piloto está apagado.

Existen tres condiciones por las cuales se puede apagar al encendedor y son las siguientes:

1. Si pulsamos el botón de parada de quema

dor piloto manualmente.

2. Si ocurre un disparo de caldera y está prendido algún encendedor, lo manda a apagar.
3. Si por algún motivo se cierra la válvula de corte a encendedores.

QUEMADORES DE DIESEL

En el diagrama de bloque de la figura N^o 36 , para prender un quemador diesel se debe cumplir dos grupos de condiciones, las de restablecimiento, que dan el permisivo para poder ejecutar las segundas condiciones que son las de prendido. Estas condiciones son chequeadas individualmente todos sus dispositivos, así como el cableado y ajuste de sus terminales o borneras con el objeto de asegurar su normal funcionamiento.

CONDICIONES DE REESTABLECIMIENTO

1. Despejar cualquier disparo de caldera que existiera, con el propósito de restablecer la caldera.

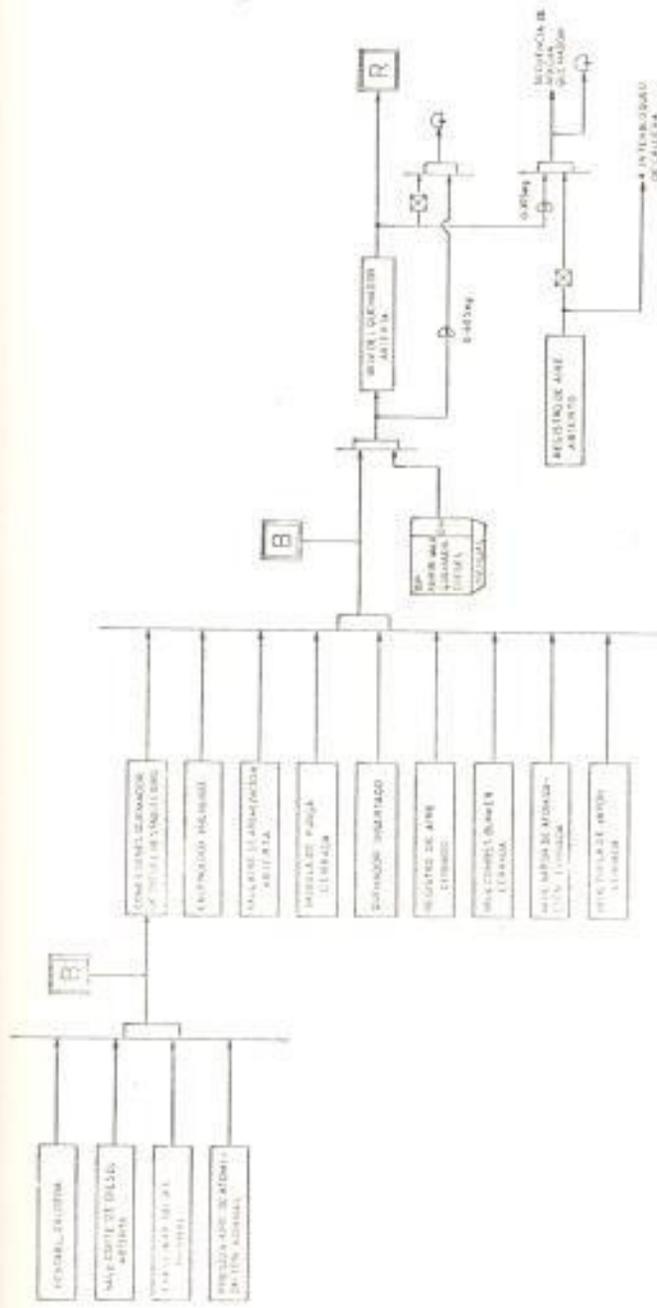


DIAGRAMA DE BOMBA INYECTORIA Y BOMBA DE ACEITE DEL QUENADO DE DIESEL

Fig. No. 36

2. La válvula de corte de diesel debe permanecer abierta con el objeto de que exista flujo de combustible.
3. La presión de diesel debe estar dentro del rango normal de trabajo con el objeto de que se cumpla la condición.
4. La presión de aire de atomización tiene que estar en su valor de diseño para que pueda atomizar el combustible.

Cuando cada una de estas condiciones se cumple, se prenderá la luz piloto blanca, dándonos la señal o permisivo para pasar a las condiciones de prendido.

CONDICIONES DE PRENDIDO DEL QUEMADOR A DIESEL

1. Que estén cumplidas las condiciones de reestablecimiento.
2. Tiene que estar prendido el quemador piloto respectivo, con el propósito de que se pueda prender el quemador de diesel.

- 3. Para poder encender el diesel es necesario atomizarlo con aire a presión, por lo tanto la válvula que permite el paso de aire debe permanecer abierta.

- 4. El aire de purga se lo utiliza para que expulse todo el combustible que queda en el cañón del quemador cuando va a salir fuera de servicio, por lo tanto cuando se quiere prender un quemador esta válvula debe permanecer cerrada.

- 5. Tenemos un mismo interruptor fin de carrera, el cual nos dá la condición de que el cañón del quemador sea incertado correctamente.

- 6. El aire que entra por los registros, es utilizado para alargar o acortar la llama, así como también formar una turbulencia con el objeto de distribuir uniformemente la llama en el interior de la caldera. Cuando se quiere prender un quemador los registros de aire deben estar cerrados para que permita que el combustible se encienda.

Cuando estas condiciones se cumplen se energiza la luz piloto blanca, la cual da el permisivo de poder pulsar el botón de arranque del quemador.

Cuando se pulsa el botón de arranque, envía una señal a una solenoide que abre la válvula de diesel, al mismo tiempo energiza un relé que censa el tiempo necesario para que la válvula abra completamente, de lo contrario permite el paso de una señal que dá alarma de secuencia anormal de prendido del quemador.

Por otro lado, cuando la válvula de diesel se abre completamente energiza otro relé con retardo de tiempo, al mismo que dá el tiempo suficiente para que se abra el registro de aire de lo contrario se envía una señal para que el quemador se apague y sale una alarma de secuencia incompleta. Cuando la secuencia funciona normalmente se prende la luz piloto roja, la cual indica que el quemador de diesel está en servicio.

Existen varias condiciones para apagar el quemador diesel: Fig. N° 37 .

DIAGRAMA PARA APAGAR QUEMADOR DIESEL

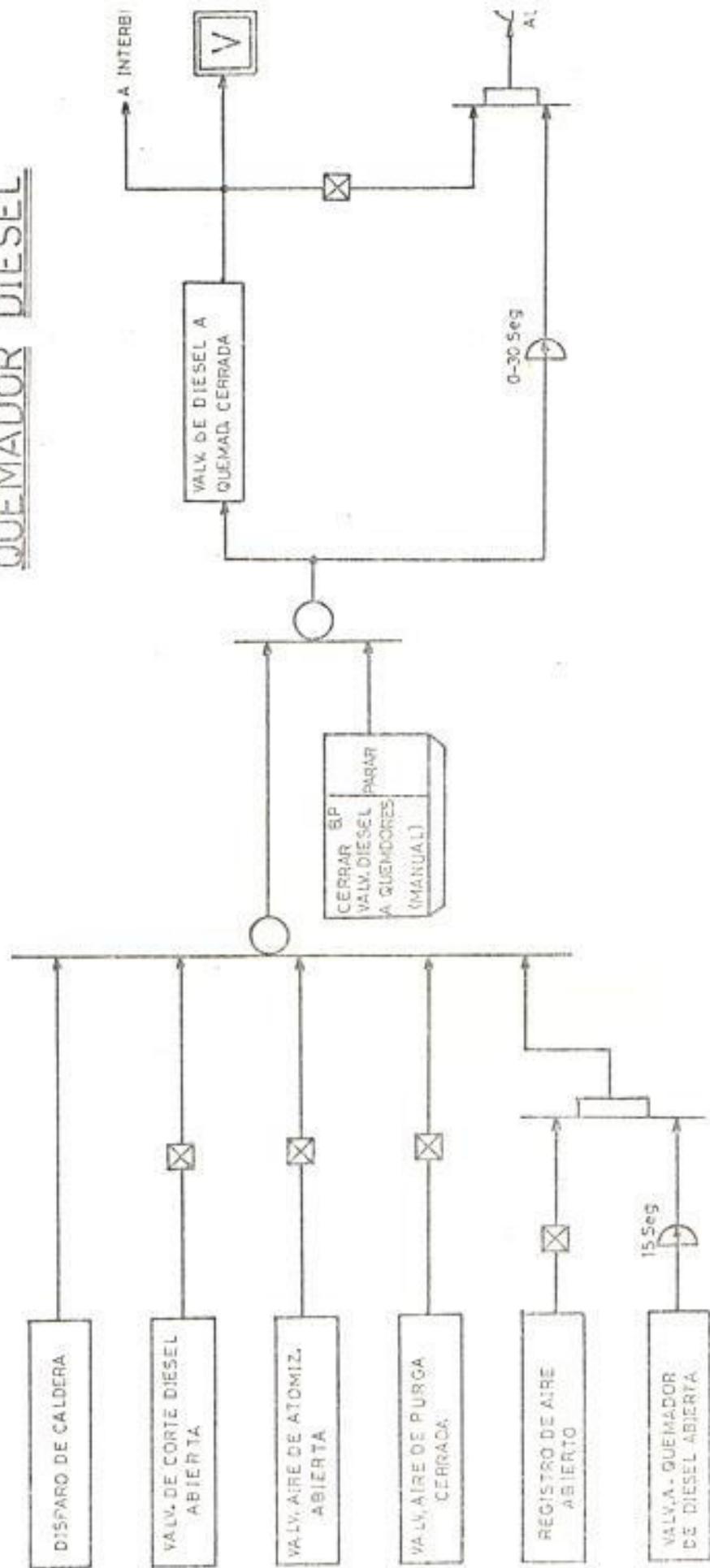


Fig N°37

1. Si por algún motivo se ocasiona un disparo de caldera, en ese momento se envía una señal que manda a cerrar la válvula de diesel con lo cual se apaga el quemador.
2. La válvula de corte siempre debe permanecer abierta cuando un quemador de diesel está en servicio, de lo contrario, si por algún motivo la válvula de corte se cierra, enseguida se apaga el quemador de diesel.
3. Si la válvula de aire de atomización se cierra, se apaga el quemador.
4. Si se abre la válvula de aire de purga cuando el quemador está en servicio, envía una señal para que cierre la válvula de diesel, apagando el quemador.
5. Las dos últimas condiciones se explicaron anteriormente y nos indica que de no cumplirse la secuencia de prendido del quemador, el mismo se mantiene apagado.
6. Además tenemos el pulsador manual, el cual

dá señal de cierre a la válvula de diesel apagando el quemador, al mismo tiempo se energiza un relé que chequea que la válvula de diesel se cierre completamente, de lo contrario envía una señal de alarma que indica secuencia anormal de apagado. Cuando aparece la luz piloto verde nos indica que el quemador diesel está apagado.

QUEMADOR BUNKER

De los diagramas de bloques de las Figs.38,39 y 40 para los quemadores de combustible pesado o bunker podemos apreciar que sigue la misma secuencia de prender o apagar que la de los quemadores de diesel, por consiguiente analizaremos las condiciones que hacen la diferencia entre las dos clases de quemadores.

La primera diferencia es que utiliza vapor tanto para la atomización como para la purga en vez de aire, esto se justifica debido a que el combustible es pesado, por lo tanto el vapor además de atomizarlo eleva la temperatura del combustible para que se pueda inflamar.

CONDICIONES DE RESTABLECIMIENTO
QUEMADOR DE BUNKER

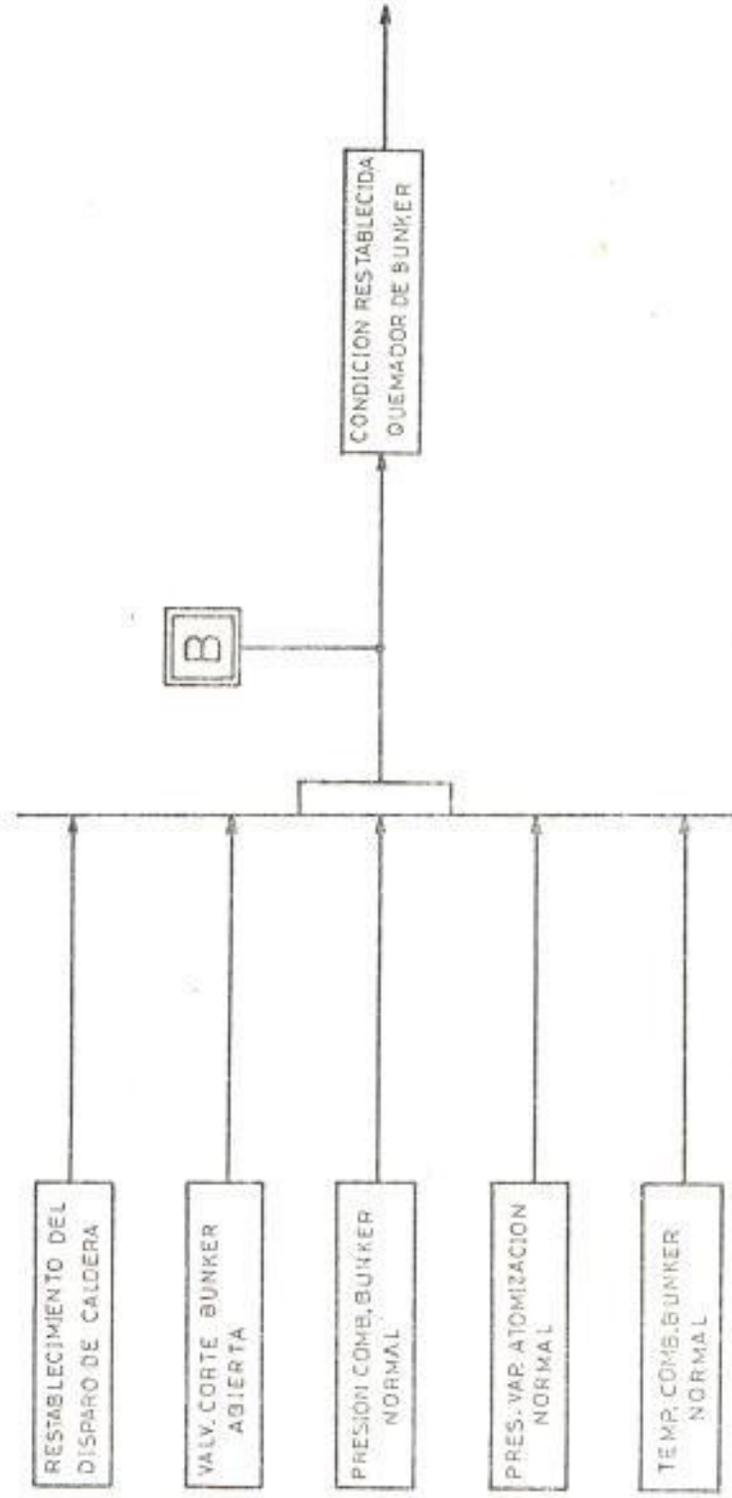


Fig N° 38

DIAGRAMA DE ARRANQUE QUEMADOR DE BUNKER

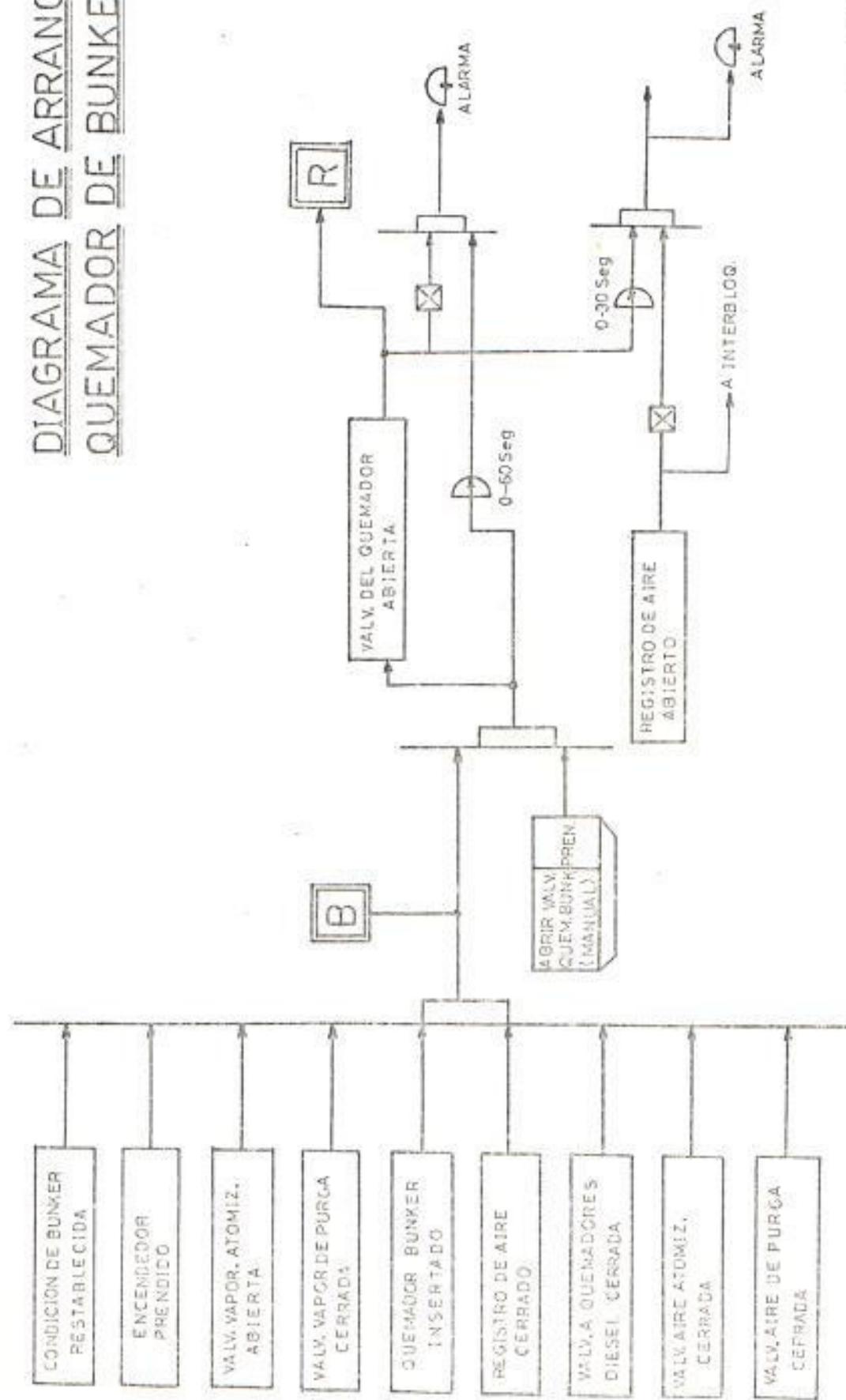


Fig No 39

DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA APAGAR QUEMADOR DE BUNKER

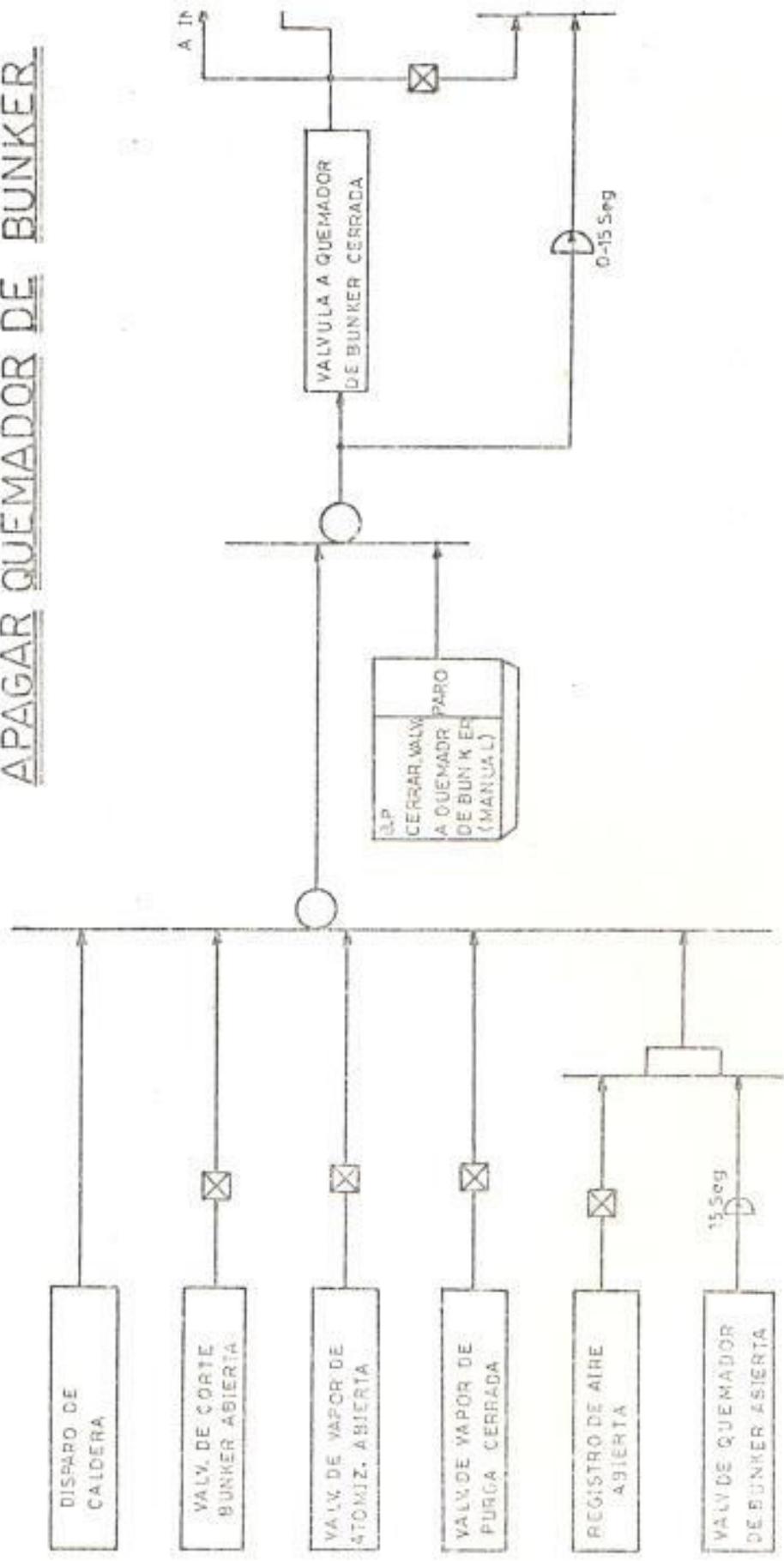


Fig N° 40

La segunda diferencia es que existe una con
dición que controla la temperatura del combustible
pesado para que sea quemado dentro del
rango permitido. Cuando la temperatura disminuye,
su viscosidad aumenta y por lo tanto no
puede fluir fácilmente, además que dificulta
su atomización, dando como resultado una mala
combustión.

Es importante señalar que todas estas condiciones
deben ser revisadas individualmente en
su funcionamiento, ya que todas las señales son
enviadas a través de micro-interruptores o inte
rruptor de fin de carrera, los mismos que tienen
que ser examinados y comprobado su operación
correcta.

3.7.2. Interbloqueo de Caldera

Para calderas que trabajan con presiones y
temperaturas muy elevadas, es importante que
su sistema de protecciones o bloqueos, en un
mantenimiento sean revisadas minuciosamente, con
el objeto de que permita una seguridad cuando
se presente cualquier emergencia o anormado

lidad en la operación de la caldera. De lo contrario si falla las protecciones de la caldera puede traer consigo daños a la misma, cuyas reparaciones toma un tiempo bastante largo, ocasionando pérdidas de cientos de miles de sucres a la empresa. Además puede suceder accidentes irreparables dentro del personal.

Todo el sistema de protección de la caldera está representado en los diagramas de bloques de la figuras N° 41,42, el mismo que lo dividiremos en dos partes para su entendimiento:

1. Condiciones para restablecer el disparo de caldera.
2. Condiciones de disparo.

Estas condiciones las revisaremos individualmente siguiendo una secuencia de pruebas.

CONDICIONES PARA RESTABLECER EL DISPARO DE CALDERA

Antes de pasar a comprobar el funcionamiento

de las condiciones debemos de cumplir ciertos pre requisitos de preparación. Se trata de tener - en servicio varios equipos auxiliares de cal dera, para que pueda realizarse las pruebas , Como algunos de estos equipos auxiliares po- drían estar en mantenimiento, si es necesario - simularemos su funcionamiento. A continuación - presentamos una lista de los pre-requisitos de preparación:

1. Que todos los circuitos eléctricos tanto de - fuerza como de control a la caldera estén energizados.

2. Equipos auxiliares en servicio:

- a. Calentador de aire regenerativo
- b. Ventilador del tiro forzado
- c. Ventilador de encendedores
- d. Bomba de diesel (simulado)
- e. Bomba de agua de alimentación a la caldera (si mulado).
- f. Compresor de aire de instrumentos y el secador de aire).
- h. Compresor de aire de planta.

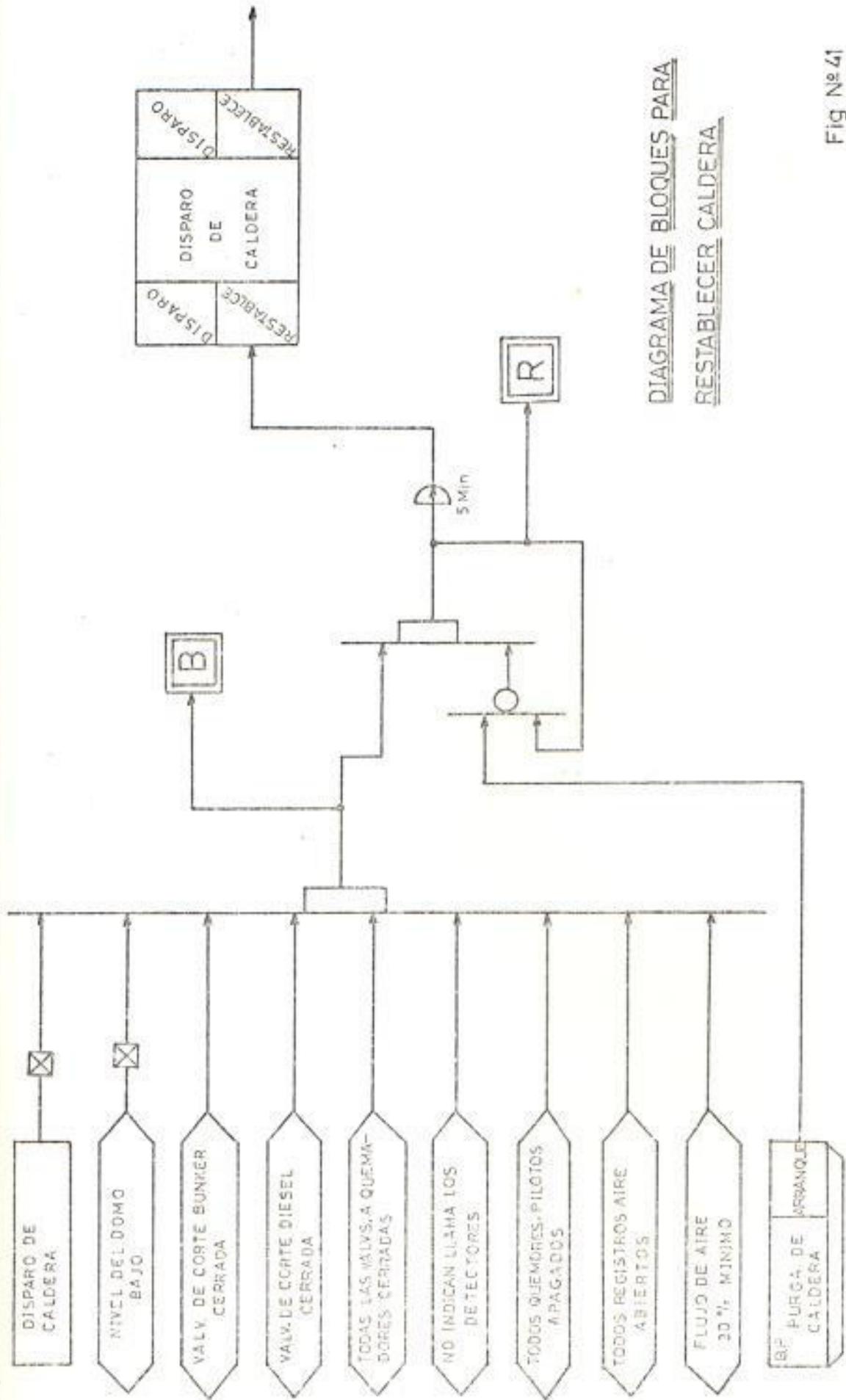


DIAGRAMA DE BLOQUES PARA
RESTABLECER CALDERA

Fig No 41

3. El tiempo de barrido o purga de caldera debe ser cambiado de 5 a 0.5 minutos para facilidad de las pruebas.

También es necesario que se cumplan ciertas condiciones, tanto de disparo como de restablecimiento que puede ser en forma real o simulada, para poder efectuar las pruebas del interbloqueo de caldera.

1. Chequear que todas las válvulas a los quemadores estén cerradas.
2. Chequear que todas las válvulas de corte de combustible pesado, diesel y encendedores estén cerradas.
3. Chequear que todos los registros de aire estén abiertos.
4. Chequear que todos los detectores de llama y encendedores estén apagados.
5. Chequear que las siguientes condiciones estén cumplidas:
 - a. Que no esté el nivel del domo excesivamente bajo (ZS-11)

- b. Que no esté el nivel del domo bajo (ZS-1)
- c. Que no esté la presión del hogar -
de la caldera excesivamente alto (PS-1)
- d. Que no esté la presión del combus-
tible pesado excesivamente bajo (PS-4)
- e. Que no esté la presión de vapor de
atomización excesivamente baja (PS-5)
- f. Las condiciones de secuencia de
quemadores estén todas listas
- g. Que la presión de combustible sea
normal. (PS-35)
- h. Que la presión de vapor de atomiza-
ción sea normal. (PS-36)
- i. Que la temperatura de combustible
sea normal. (TS-5)
- j. Que el flujo de aire sea mayor del
30 %

Una vez cumplidas las condiciones anteriores, nos damos cuenta que en el panel de caldera se prende la luz piloto blanca, que nos da el permisivo para empezar el barrido de la caldera sin embargo, realizaremos pruebas antes, durante y después del barrido, con el propósito de chequear todas las condiciones de -

restablecimiento de caldera.

PRUEBAS ANTES DEL BARRIDO

Esta prueba consiste en arrancar equipos o abrir - ciertas válvulas estando disparada la caldera, condición que no es permitida.

PRUEBAS	CONFIRMACION
a. Arrancar la bomba de combustible pesado	No arranca
b. Arrancar la bomba de diesel	No arranca
c. Abrir la válvula de corte de combustible pesado	No permanece abierta
d. Abrir la válvula de corte de diesel	No permanece abierta
e. Abrir la válvula de corte a encendedores	No permanece abierta
f. La válvula de control de presión del comb. pesado.	Se mantiene abierta
g. La válvula de control de presión del diesel	Se mantiene abierta

- | | |
|---|------------------------|
| h. Válvula de control de
atemperador | No se mantiene abierta |
| i. Válvula de control de
temperatura del comb. | No se mantiene abierta |
| j. Prender cualquier quemador | No prende |

PRUEBAS DURANTE EL PROCESO DE BARRIDO DE LA CALDERA

Para iniciar el proceso de barrido de la caldera, debemos pulsar el botón de arranque de acuerdo al diagrama de bloques. Si por algún motivo se pierde cualquiera de las condiciones de restablecimiento de caldera, se interrumpe el proceso de barrido y se tiene que iniciar de nuevo todo el proceso de restablecimiento de la caldera. Por lo tanto la prueba consiste en interrumpir el proceso de barrido variando cada una de las condiciones:

- | PRUEBAS | CONFIRMACION |
|------------------------|-----------------------|
| a. Nivel bajo del domo | No procede el barrido |

- b. Abrir la válvula de corte de comb. pesado (tratar de mantener abierta) No procede el barrido
- c. No detectan llamas los detectores (simular que un detector está prendido) No procede el barrido
- d. Todos los quemadores pilotos apagados (simular un quemador - prendido). No procede el barrido
- e. Todos los registros de aire abiertos (un registro de aire cerrado) No procede el barrido
- f. Todas las válvulas a quemadores cerradas (abrir una válvula) No procede el barrido
- g. Flujo de aire mayor que 30% (disminuir flujo de aire) No procede el barrido

PRUEBAS DESPUES DEL BARRIDO COMPLETO

Una vez que se realiza el barrido de caldera

completo, se prende la luz piloto roja indicando que se ha restablecido el disparo de caldera, esta prueba consiste en comprobar el funcionamiento de ciertos equipos.

PRUEBA	CONFIRMACION
a. Arrancar bomba de combustible	Arranca
b. Arrancar bomba de diesel	Arranca
c. Abrir válvula de corte de comb. pesado	Permanece abierta
d. Abrir válvula de corte de diesel.	Permanece abierta
e. Abrir válvula de corte de encendedores	Permanece abierta
f. La válvula de control de presión de diesel	Controla
g. La válvula de control de presión del comb. pesado	Controla
h. Válvula de control del atemperador	Se mantiene abierta
i. Válvula de control de temperatura del comb. pesado	Se mantiene abierta

CONDICIONES DE DISPARO

Los disparos son condiciones de falla en la caldera, lo que significa que cualquiera de ellas que se presenten origina que se apague el fuego de la caldera, estas condiciones pueden ser individuales o compuestas. Los disparos son los siguientes:

- 1. Nivel del domo excesivamente bajo- Cuando está en operación normal de caldera debe mantener un nivel, el mismo que permite que los tubos siempre se mantengan llenos de agua - para que no sufran ningún daño, por lo tanto si el nivel disminuye la protección debe actuar.
- 2. Ventilador de tiro forzado.- Si existe una falla que dispare el motor del ventilador de tiro forzado, esto ocasiona que no entre aire para la combustión, por lo tanto la caldera debe salir de línea.
- 3. Señal compuesta por: a) Que estén paradas las bombas de combustible pesado; b) Que esté - parada la bomba de diesel o que todas las

válvulas de los quemadores diesel se cierran; esto significa que no existe flujo de combustible, por lo tanto la caldera no puede mantener su rata de producción de vapor, por tal motivo dispara la caldera.

4. Señal compuesta por: a) Que la válvula de corte de combustible pesado este cerrada o se envía una señal de cierre al comando desde la sala de control; b) que todas las válvulas de corte de diesel a quemadores estén cerradas o la válvula solenoide de diesel esté cerrada y que se dé señal de cierre al comando desde la sala de control.

5. Presión del hogar excesivamente alto.- Si por algún motivo se obstruye la salida de los gases de la combustión comenzará a presionarse el hogar de la caldera, ocasionando una explosión. Un dispositivo detecta el aumento de presión en el interior de la caldera y cuando alcanza un valor determinado envía una señal que dispara la caldera.

6. Señal compuesta por: a) Que estén paradas las dos bombas de agua de alimentación a la caldera; b) que no estén cerradas todas las válvulas de los quemadores.

Estando la caldera trabajando normalmente, sa len fuera de servicio las bombas de ali mentación de agua a la caldera y si está algún quemador en servicio, se cumplen las dos condiciones y con un retardo de 10 segundos se envía una señal para que se dispare la caldera.

7. Se puede dar señal de disparo manual desde el panel de caldera, pulsando el botón de disparo en caso de emergencia.
8. Se puede dar señal de disparo manual desde la sala de control en caso de emergencia.
9. Existe un disparo manual que saca de lí nea toda la planta y por lo tanto dis para la caldera, se lo utiliza para casos de emergencia externa de la planta y que es necesario salvaguardar las instalaciones.

DIAGRAMA DE BLOQUES
DE DISPARO DE CALDERA

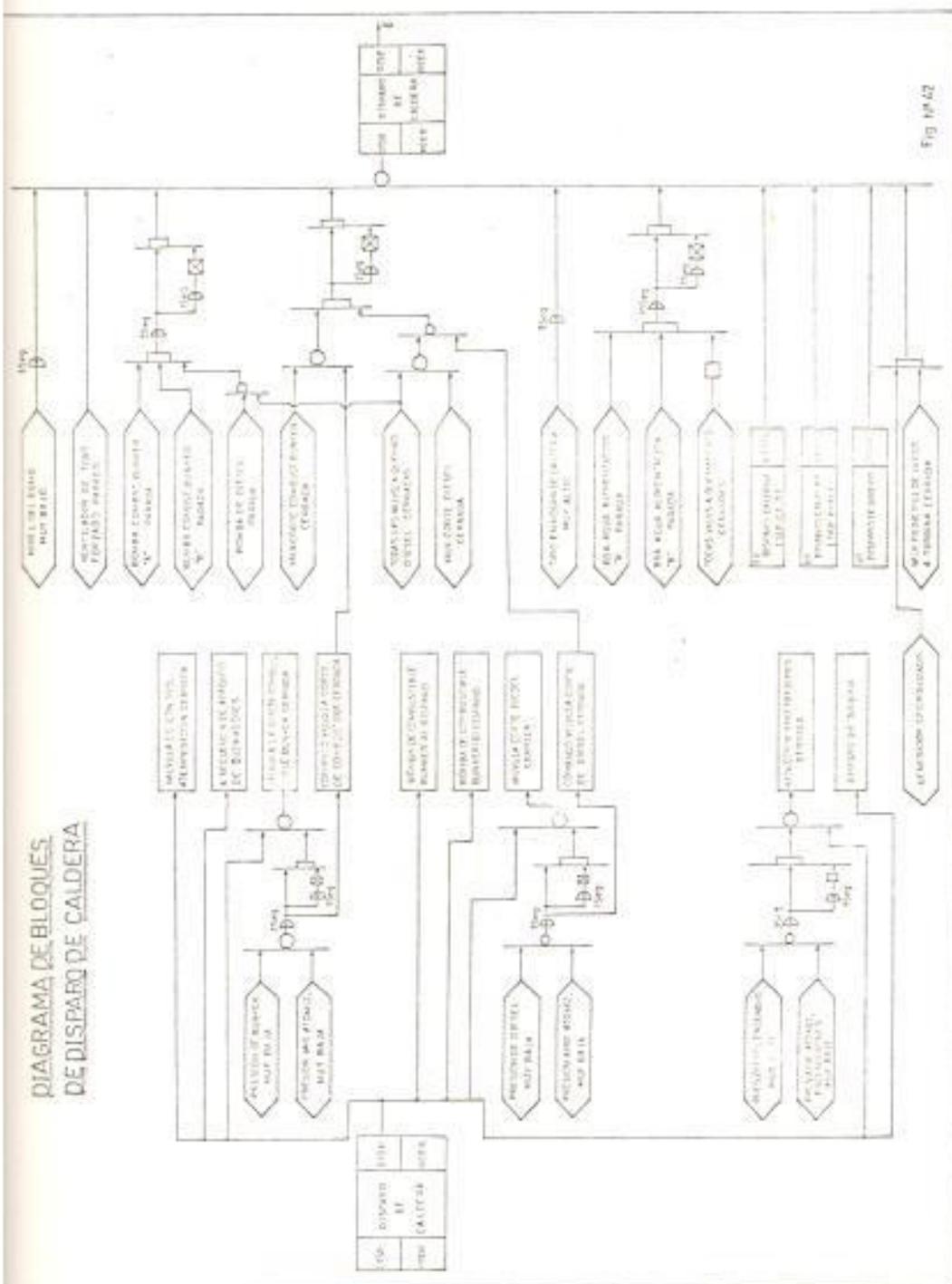


Fig. Nº 42

10. La caldera recibe una señal de disparo, cuando existe disparo de turbina, siempre que el generador esté sincronizado con el propósito de no seguir produciendo vapor.

Después de cada uno de los disparos es necesario comprobar la operación de las siguientes condiciones:

- | | |
|---|----------|
| a. Válvula de control de atemperación | Cerrada |
| b. Válvula de control de comb. pesado | Cerrada |
| c. Válvula de control de diesel | Cerrada |
| d. Válvula de corte de encendedores | Cerrada |
| e. Bomba de combustible pesado | Disparo |
| f. Bomba de combustible diesel | Disparo |
| g. Todas las válvulas a quemadores | Cerradas |
| h. Válvula de control de temperatura de combustible | Cerrada |
| i. Válvula de control de presión diesel | Abierta |
| j. Válvula de control de presión del combustible pesado | Abierta |

k. Turbina después de tres minutos.

Disparo

l. Secuencia de quemadores

Apagarse

Para completar las pruebas de interbloqueo se debe revisar los valores a los cuales están actuando los interruptores que chequean las variaciones de presión en los sistemas de combustible bunker y diesel, vapor de atomización y aire de atomización. Estos interruptores de presión dan señal de alarma o disparo de las válvulas de corte de combustible.

PRUEBAS	ALARMA	DISPARO	CONFIRMAR
Hacer decrecer la presión a los encendedores cuando está abierta la válvula de corte a encendedores.		1Kg/cm ² 1.5Kg/cm ²	Cierre de la válvula de corte a encendedores.
Hacer decrecer la presión y tener abierta la válvula de corte de diesel.	3Kg/cm ²	2Kg/cm ²	Cierre de la válvula de corte de diesel.

<p>Hacer decrecer la presión de comb. pesado y tener - 3Kg/cm^2 2Kg/cm^2 abierta la válvula de corte.</p>	<p>Cierre de la válvula de corte de comb.</p>
<p>Decrecer la presión de aire de atomización para encendedores 3.5Kg/cm^2 2.5Kg/cm^2</p>	<p>Cierre de la válvula de corte de encendedores.</p>
<p>Decrecer la presión de aire de atomización para quemadores de diesel 3Kg/cm^2 2.5Kg/cm^2</p>	<p>Cierre de la válvula de corte de diesel.</p>
<p>Decrecer la presión de vapor de atomización para quemadores bunker 3Kg/cm^2 2.5Kg/cm^2</p>	<p>Cierre de la válvula de corte de combustible pesado.</p>

3.7.3. Interbloqueo de turbina

Para las pruebas de interbloqueo de turbina es necesario que esté funcionando normalmente el sistema de aceite de control y los dispositivos mecánicos de disparo. Como se puede apreciar en el diagrama de bloques de la figura N^o 43.a,b .

El interbloqueo de turbina se basa en la energización de una solenoide a partir de la presencia de una condición anormal detectada por cualquiera de los dispositivos de protección que están señalados en el diagrama lógico. Cuando se energiza la solenoide de disparo permite el paso de un fluido en este caso es aceite, esta señal hidráulica acciona el pistón de emergencia, el mismo que por medio de una acción mecánica permite que una señal hidráulica abra la válvula - piloto de emergencia, con la cual se envía una señal para que cierre la válvula principal de vapor y las válvulas de reguladores de vapor a la turbina. Cuando se cierra la válvula principal de vapor a la turbina, estando el generador sincronizado, existe una señal eléctrica - que dispara el generador y la caldera.

La solenoide de disparo se energiza por las si

guientes señales:

1. DISPARO DE CALDERA

Cuando existe disparo de caldera, después de 3 min., la señal de disparo de caldera envía una señal para que dispare la turbina, esto es con el propósito de que durante ese tiempo permita al operador bajar carga al generador.

2. DISPARO DE PLANTA

Cuando se presenta emergencia externa que pueda afectar la planta, existe un botón de emergencia que dispara la planta y por consiguiente dispara la turbina, ejemplos: terremotos o incendio

3. DISPARO DE TURBINA

Cuando se presenta alguna anomalía que puede ocasionar daño de consideración a la turbina. Existe un botón de emergencia que dispara la turbina.

4. POSICION DEL ROTOR:

Un supervisorio de turbina controla el despla

zamiento axial del rotor de turbina, para que no exista roce entre los alabes fijos y móviles.

5. BAJO VACIO

Cuando se comienza a perder el vacío en el condensador, afecta directamente al flujo de vapor de la turbina al condensador con lo cual se pierde eficacia en el ciclo. Por otro lado si el vacío decrece a valores críticos, el vapor al no abandonar la turbina comienza a presionar a la misma lo que puede ocasionar daños de consideración, por tal motivo se tiene un dispositivo que controla el valor de vacío en condensador, el mismo que da señal de disparo cuando el vacío cae a un valor crítico.

6. DISPARO DEL GENERADOR

Si existe una falla externa o interna, que hace actuar las protecciones del generador, sacándolo fuera de servicio inmediatamente dispara la turbina con el propósito de protegerlo de sobre velocidad o daños de consideración.

INTERBLOQUEO DE TURBINA ①

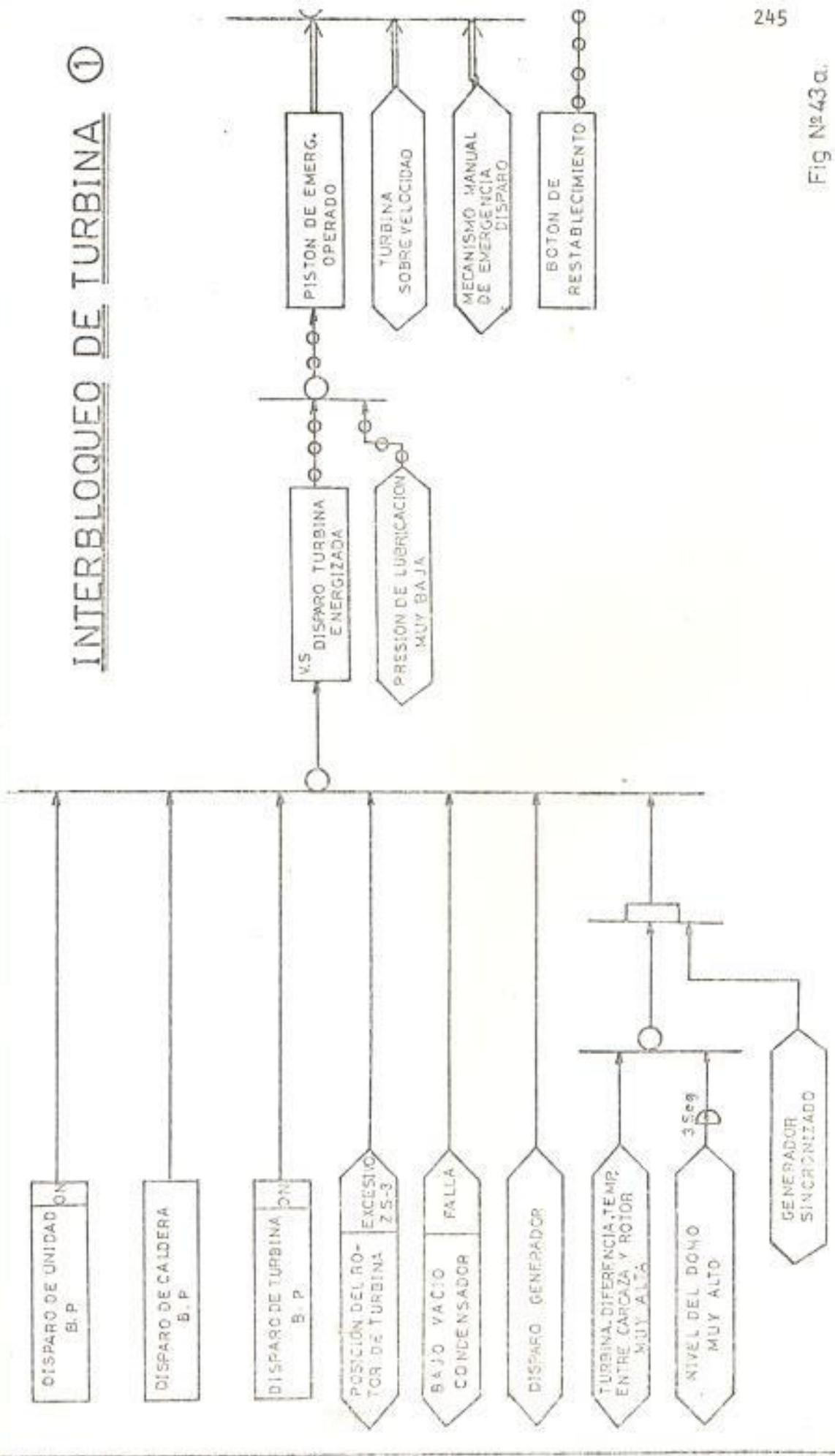
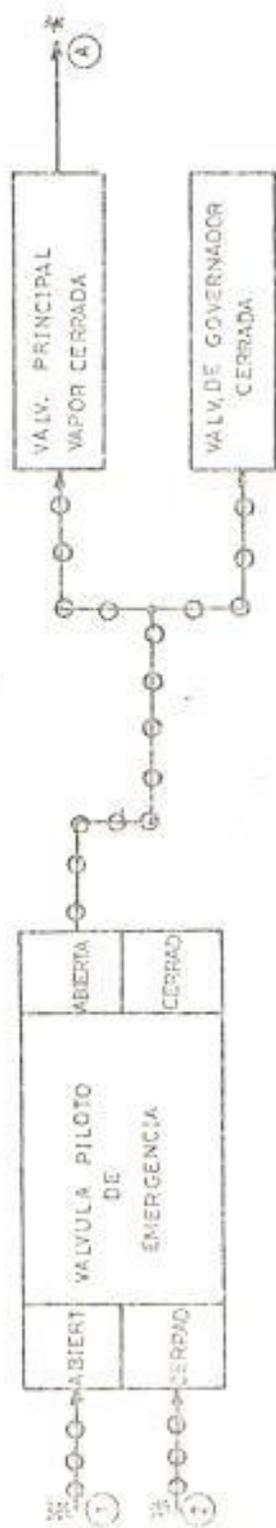
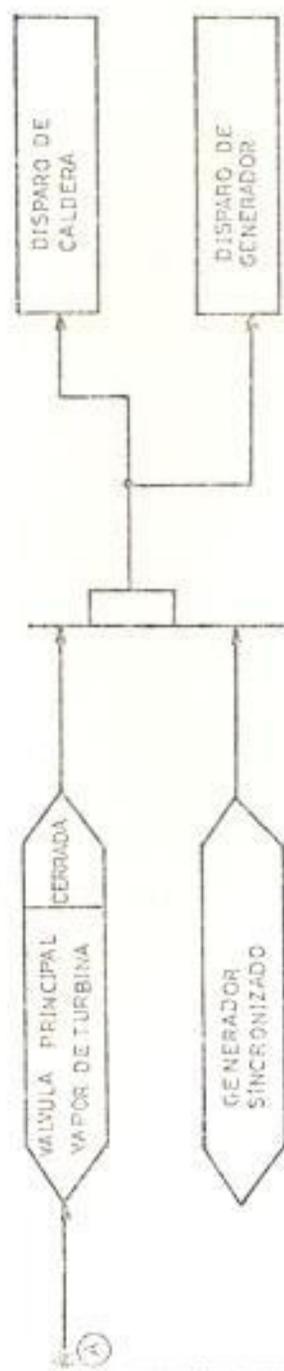


Fig No 43 a.



INTERBLOQ. DE TURB.



7. DIFERENCIAL DE TEMPERATURA

Existe una diferencia de temperatura, entre el vapor que ingresa a la turbina y la carcaza de la misma, esta diferencial está dentro de un rango aceptable - de trabajo con el propósito de que el metal no sea sometido a expansiones o contracciones.

Cuando este diferencial de temperatura sale de su - rango, debido a una variación de la temperatura del vapor, ya sea en aumento o decremento, someterá al metal de la carcaza a esfuerzos térmicos que ocasionan daños considerables. Un juego de termocuplas de tectan la temperatura del vapor y la carcaza, cuyas señales alimentan un dispositivo electrónico que con trola la diferencia de temperatura y cuando se tie ne valores anormales, envía una señal que dispara la turbina siempre que esté sincronizando el generador.

8. ALTO NIVEL DE AGUA EN EL DOMO

Si el nivel del agua en el domo de la caldera, re baza cierto valor establecido, accione un micro-interruptor que da señal de disparo a la turbina, siem pre y cuando el generador esté sincronizado. Esta protec ción se debe a que puede ingresar partículas de -

agua a alta presión a la turbina, ocasionándole perforación o erosión a los alabes de la misma. Además la turbina tiene algunos disparos de índole mecánico que son los siguientes:

9. BAJA PRESION DE ACEITE DE LUBRICACION

La presión de aceite de lubricación de la turbina es controlada por medio de un interruptor de presión, el cual actúa cuando la presión del aceite decrece hasta un cierto valor crítico. Cuando el interruptor de presión cierra su contacto energizando una solenoide, la misma que permite que una señal hidráulica accione todo el mecanismo de disparo de la turbina.

10. SOBREVELOCIDAD DE LA TURBINA

Si la turbina alcanza una velocidad por encima del 10% de su velocidad nominal, un dispositivo mecánico es accionado, el cual permite que una señal hidráulica actúe sobre la válvula piloto de emergencia, con lo cual se arma el disparo de turbina. De esta forma se evita que la turbina se embale y pueda destruirse.

11. PALANCA MANUAL DE DISPARO

Esta palanca está montada en la turbina, permite el accionamiento mecánico del disparo de turbina cuando se la opera, se la utiliza cuando existe alguna emergencia o para sacar la turbina fuera de servicio - después de abrir el interruptor principal del generador.

Para las pruebas de interbloqueo de turbina, es necesario simular dos condiciones, que son las que - permiten la realización de estas pruebas, a la vez se chequea que todo el sistema eléctrico, mecánico e hidráulico funcione normalmente, las condiciones que se simularán son las siguientes:

1. El generador sincronizado
2. Válvula principal de vapor abierta.

Cumplidas estas condiciones se puede restablecer el disparo de turbina, operando el botón manual, que permite que una señal hidráulica cierre la válvula piloto de emergencia, con lo cual se despeja el disparo de turbina.

3.7.4. Interbloqueo de Unidad

Se conoce como interbloqueo de unidad la comprobación de las protecciones de la caldera de turbina en condiciones reales, osea cuando se tiene la central térmica en funcionamiento, esto significa verificar las protecciones de los equipos en forma real se presentan las anomalías.

Se conoce como pruebas de interbloqueo de unidad a las mismas pruebas de protección de caldera y turbina, con la diferencia que se las realiza no en forma independiente sino en conjunto, eliminando todas las condiciones simuladas. En otras palabras estas pruebas se las realiza una vez que se quiere poner en línea la unidad, osea con todos los equipos en servicio, con el propósito de verificar los valores en los cuales están actuando las protecciones y ajustar si es necesario de acuerdo a los valores de diseño.

Sin embargo como apreciamos en el diagrama de bloques de la figura N^o 44, la única condición que tiene que ser simulada es la del

"generador sincronizado", por obvias razones, ya que causaría perturbaciones innecesarias al sistema que se sirve.

Es importante tomar las prevenciones del caso debido a que se tiene que provocar las anomalías intencionalmente para que actúen las protecciones, por tal motivo es necesario efectuar estas pruebas con la debida atención y concentración del personal.

3.7.5. Equipos Adicionales

Se conoce como equipos adicionales a los relés de protección de los equipos más importantes como son: el generador transformador principal, subestación de 69 KV, transformadores auxiliares y otros equipos. Ver Figura N° 45..

Después de haber realizado el mantenimiento correspondiente a cada relé, el cual consiste fundamentalmente en una revisión del estado de sus partes principales, así como también del ajuste, recalibración y comprobación de los valores a

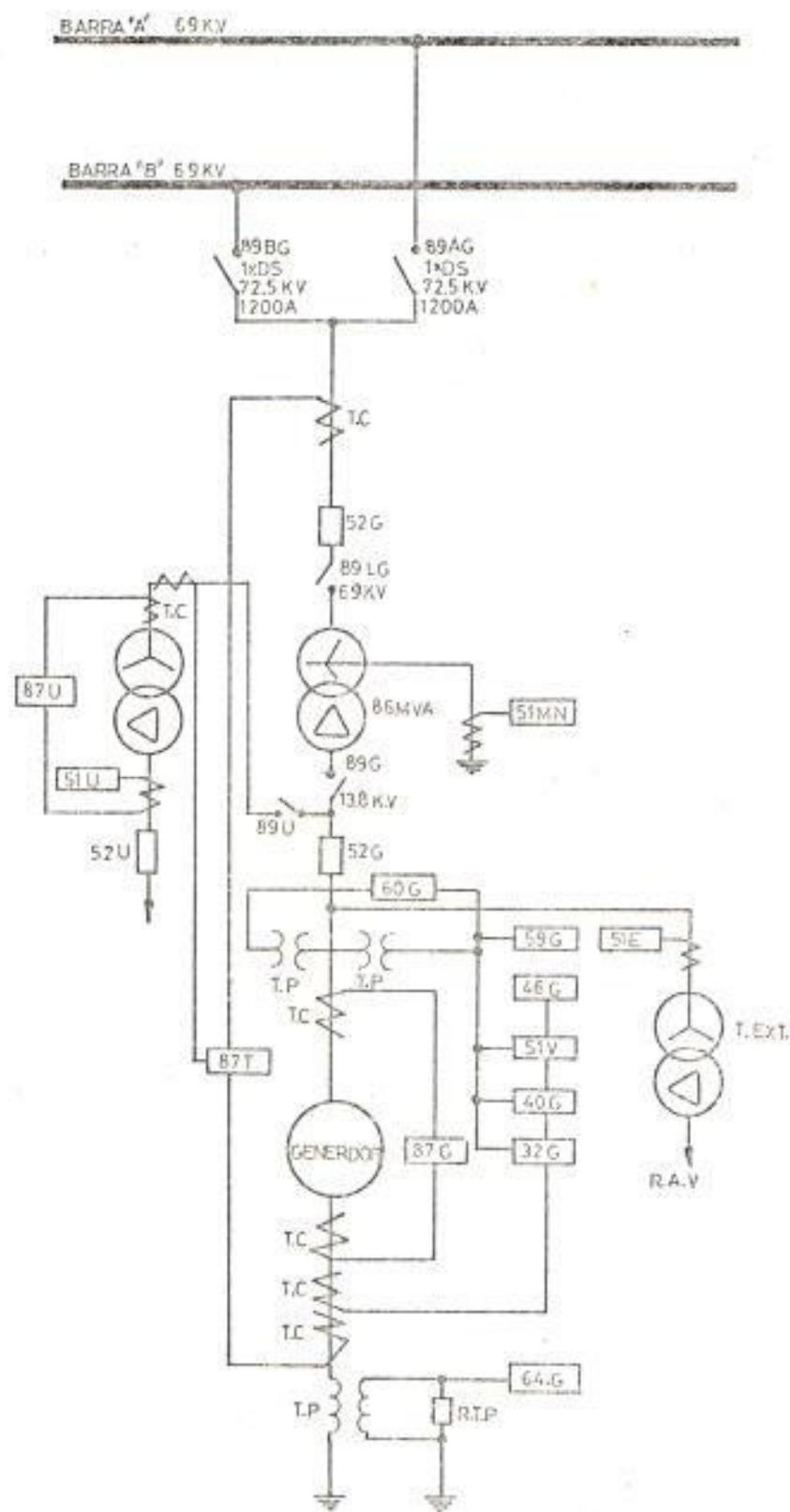


DIAGRAMA UNIFILAR DE LAS PROTECCIONES

Fig Nº45

los cuales deben actuar. Se debe realizar las pruebas de secuencia, las mismas que permitan chequear el Diagrama de Bloques que representa el interbloqueo eléctrico de una central, como podemos apreciar en la figura N^o 46, de la cual tenemos que a la operación de los relés importantes, siempre se envían señal de disparo a los siguientes equipos: al generador a través del interruptor 52G al transformador principal, a través del interruptor 52G² a la turbina, a la caldera, al sistema de excitación del generador a través del interruptor 41E y al transformador auxiliar de unidad a través del interruptor 52U.

Las pruebas de secuencia consisten en simular las fallas con el propósito que actúen los diferentes relés y comprobar la correcta operación del interbloqueo eléctrico. A continuación haremos un análisis de las protecciones que se presentan en el Diagrama de Bloques.

SUBESTACION 69 KV

La subestación está protegida por un relé diferencial (87) en cada barra. Cuando existe una fa

lla, opera el relé, por ejemplo 87 BA, el cual -
da señal de disparo a los equipos principales an
teriormente mencionados.

TRANSFORMADOR PRINCIPAL

El transformador principal está protegido por los
siguientes relés: 63 M, 26 MW(2), 51 NM y 87 T que
dan señal de disparo, y los relés 30 M y 26MW
(1) que dan señal de alarma.

El relé 63 M, actúa cuando existe una presencia
excesiva de gases por descomposición del aceite -
debido a la alta temperatura o cuando existe una
presión súbita de aceite, envía señal al relé -
de bloqueo 86 M, el cual da la señal de dis
paro.

El relé 30 M, da señal de alarma y actúa cuando
existe algún problema en el sistema de enfria-
miento del aceite.

El relé 26 MW, controla la temperatura de los -
arrollamientos del transformador en dos etapas. La
primera etapa da señal de alarma cuando la tempe-
ratura sube hasta 95°C, y la segunda etapa da
señal de disparo cuando la temperatura sube a

115°C, para lo cual actúa el relé de bloqueo 86M, el mismo que envía señal de disparo.

El relé 51 NM, es un relé de sobrecorriente, cuya característica de operación es de tipo inverso, el cual funciona cuando se presenta un exceso de corriente a través del neutro del transformador, dando señal al relé de bloqueo 86 M, el cual envía señal de disparo.

El relé 87 T, es un relé diferencial que cubre al generador y transformador principal y actúa cuando detecta alguna fuga de corriente por falla interna de los equipos, así mismo envía señal al relé de bloqueo 86 M, para que proceda el disparo.

GENERADOR

Las protecciones del generador están divididas en dos grupos, las de índole netamente eléctrica que utilizan relés y las de índole térmico que utiliza dispositivos que sensa temperaturas de los diferentes componentes del generador. Como podemos apreciar en el diagrama de bloque de la figura N^o 46, las protecciones que dan señal de dis

paro del generador actúan sobre el relé de bloqueo 86 G, el cual ejecuta la acción sobre los dispositivos que aíslan a los equipos principales de la falla. A continuación describiremos sobre la cobertura de protección de cada relé:

RELE DIFERENCIAL 87 G:

Este relé cubre entre los terminales de salida del generador y el neutro del mismo y actúa cuando existe alguna variación de corriente, la cual debe ser mayor a un rango establecido, entre el neutro y los terminales de salida, debido a una falla interna en el generador.

RELE DE PROTECCION A TIERRA 64G

Este relé actúa cuando se presenta una falla de aislamiento hacia tierra del generador. Este relé primeramente envía alarma, con el propósito de poder realizar alguna maniobra, si durante 10 minutos no se despeja la falla, manda señal de disparo.

RELE DE BALANCE DE VOLTAJE 60 G

Es un relé que opera al detectar una dada di

ferencia de voltaje entre dos circuitos. Cuando actúa este relé bloquea al regulador automático de voltaje, al relé de sobrecorriente y al relé de pérdida de campo, por cuanto este relé chequea el voltaje que alimenta a los transformadores de potencial.

RELE DE PERDIDA DE CAMPO 40 G

Es un relé que funciona cuando una anomalía o baja corriente de campo del generador aparece, o un excesivo valor de componente reactiva de la corriente de armadura, envía señal de disparo siempre que esté el interruptor del generador cerrado y no halla actuado el relé 60 G.

RELE DE DESBALANCE DE CORRIENTE 46 G.

Este relé opera cuando las corrientes trifásicas tienen secuencia inversa, o cuando están desbalanceadas o contienen componentes de secuencia inversa arriba de un valor dado, da señal de disparo.

RELE DE POTENCIA INVERSA 32G

Este relé opera a un deseado valor de flujo de

potencia en una dirección dada, en este caso - cuando el flujo es hacia el generador, da señal de disparo.

RELE DE SOBRECORRIENTE 51V

Es un relé cuya curva de operación característica es de tiempo inverso, el cual funciona cuando se presenta un exceso de corriente, además - tiene restricción de voltaje.

RELE DE SOBREVOLTAJE 59 G

Es un relé que opera a un determinado valor de sobrevoltaje que alcanza el generador, siempre que el interruptor principal esté abierto, además en vía señal de disparo al interruptor de campo 41E.

ESTATOR DEL GENERADOR TEMPERATURA ALTA 49 G

La alta temperatura del estator se detecta en un registrador de temperatura, al cual le llega se ñal de un juego de seis termocuplas colocadas - alrededor del estator, cuando dos de aquellas se ñalan alta temperatura alrededor de 110°C envía - señal de disparo.

CIRCUITO DE EXCITACION A TIERRA 64 F

Cuando en el circuito de corriente directa que alimenta al campo del generador se va a tierra opera el relé señalando la falla, el mismo que da señal de alarma.

GAS HIDROGENO PROBLEMA

Esta protección del generador chequea las condiciones del hidrógeno que es el elemento de enfriamiento de la máquina. Existe dos problemas por los cuales se da señal de alarma: alta temperatura del Hidrógeno y baja presión del gas en el interior del generador.

TEMPERATURA DEL ROTOR ALTA

La temperatura del rotor es chequeada en el circuito de excitación del generador, del cual se toma la señal del voltaje de campo y a través de una resistencia, la corriente de campo. La relación de estos parámetros los cuales son medidas con instrumentos de precisión dan una característica "resistencia - temperatura" que ali

mentada a un registrador, es graficada la temperatura del rotor. Cuando el valor de temperatura alcanza a 90°C envía una señal que da alarma.

REGULADOR DE VOLTAJE PROBLEMA

Cuando se presenta alguna falla en el regulador automático de voltaje (AVR), solamente tenemos señal de alarma, como por ejemplo una sobreexcitación instantánea.

VENTILADORES DEL CUBICULO DE TIRISTORES

En el cubículo de tiristores, existen dos ventiladores que sirven para extraer el calor producido en los tiristores, con el propósito de mantener la temperatura en un rango aceptable. Existe enclabamiento eléctrico entre dos ventiladores, o sea cuando se dispara un ventilador entra en servicio el segundo, si se disparan los dos envían una señal de disparo.

DOS O MAS FUSIBLES DEL SISTEMA DE EXCITACION - QUEMADO

El puente de rectificación trifásica está compuesta por

cuatro tiristores en paralelo por fase, o sea - que el puente comprende de doce tiristores, cada uno está protegido por fusibles limitadores de corriente, cuando dos o más fusibles se queman actúa un relé el cual envía señal de disparo.

TRANSFORMADOR AUXILIAR DE UNIDAD (TAU)

Las protecciones del transformador auxiliar son las siguientes: 87U, 63U y 26U que tienen la misma fi losofía de protección que los anteriormente men cionados del transformador principal, pero actúan - sobre el relé de bloqueo 86 U el cual envía señal de disparo. Además tenemos la protección de sobre corriente 51U, el cual hace operar el relé de bloqueo de barra 86UB esté también envía señal de disparo y no permite la transferencia de barra, bloqueando el cierre del interruptor 52S2.

TRANSFORMADOR AUXILIAR DE ESTACION (TAS)

Las protecciones de este transformador son similares al anterior, la diferencia es que actúan sobre el relé de bloque 86S, el cual envía señal de disparo sobre los interruptores 52 S1 y 52 S2. La protección de sobre

corriente 51 S actúa sobre el relé de bloqueo 86 US, el cual envía señal de disparo sobre los interruptores 52 S2 y 52 S1 además bloquea el cierre del interruptor 52 BH.

BARRA DE 2.4 KV

Como se conoce la barra de 2.4 KV está formada por dos barras: la barra U y la barra S, conectadas a través del interruptor de enlace de barras BH. Las protecciones que se utilizan son las mismas para las dos barras y son las siguientes: relés de bajo voltaje 27U y 27S; este relé opera en un predeterminado valor de bajo voltaje.

Cuando opera un relé dispara la barra a la que está protegiendo y por lo tanto los motores que están conectados a dicha barra, cuando opera los dos relés de bajo voltaje se envía una señal que hace actuar el relé de bloqueo 86 G haciendo disparar la planta.

RELE DE BARRAS A TIERRA 64U y 64S

La barra de 2.4 KV esta puesta a tierra a través de un sistema de puesta a tierra el mismo que chequea -

cuando se presenta una falla en el aislamiento de la barra, este relé opera a un determinado valor de exceso de corriente dando señal de alarma.

RELE DE SOBRECORRIENTE DEL ENLACE DE BARRA 50/51 B

Este relé funciona cuando existe una sobrecorriente que circula a través del enlace de barra, de la barra de 2.4 KV. y está compuesto de dos unidades, la primera es de operación instantánea cuando se presenta una corriente excesivamente alta. La segunda tiene una curva característica de tiempo inverso para su operación. Cuando actúa este relé envía señal para que opere el relé de bloque 86 BU el cual hace operar el interruptor de enlace de barra 52BH.

MOTORES DE 2.4.KV

Todos los motores cuyas alimentadoras son de 2.4 KV entre fases, tienen la siguiente protección.

RELE DE SOBRECARGA 49:

Es un relé térmico, que actúa cuando la temperatura de las bobinas del estator de los motores, excede -

un valor predeterminado, dando una señal de alarma.

RELE DE SOBRECORRIENTE 50/51

Como ya hemos visto este relé protege cuando se presenta una sobrecorriente de los motores, haciendo operar la unidad instantánea (50) si la sobrecorriente es excesivamente grande como por ejemplo un cortocircuito en los terminales del motor. La unidad (51) tiene una curva característica de tiempo inverso y está coordinada con el relé de sobrecarga.

RELE DIRECCIONAL A TIERRA 67

Este relé sirve para detectar cuando los motores están a tierra, es direccional y cuya característica es de tiempo inverso, solamente da señal de alarma.

TRANSFORMADOR DE SERVICIO DE UNIDAD (TSU)

El transformador de servicio de unidad está protegido por los siguientes relés: Relé de sobrecorrien

te (50/51 SU), el cual actúa cuando se presenta una sobrecorriente en cualquiera de las fases del transformador debido a fallas, tiene incorporado una unidad instantánea, y una unidad cuya característica de operación es de tiempo inverso, también tiene un relé de sobrecorriente en el neutro del transformador (51 NSU). Estos dos relés dan señal de disparo al interruptor (52 UH) quien a su vez envía una señal de disparo del interruptor (52 UL) y de cierre del interruptor (52 BL). El transformador también tiene una protección direccional a tierra 67 SU que envía señal de alarma.

TRANSFORMADOR DE SERVICIO DE ESTACION (TSE)

Este transformador tiene similar protección que el anterior, cuando actúan cualquiera de los relés de sobrecorriente, sea este, (el 50/51 SE) o el (51NSE), envían señal de disparo sobre el interruptor (52 SH) en cual a su vez envía señal de disparo del interruptor (52 SL) y señal de cierre al interruptor (52 BL).

CAPITULO IV

PUESTA DE OPERACION DE LA CENTRAL

4.1. PROGRAMACION

Cuando un mantenimiento mayor de una central térmica está por finalizar, comienza el período más importante, que es, poner en operación la misma.

Este trabajo consiste fundamentalmente en la realización de las pruebas a los equipos y sistemas, con el objeto de verificar sus valores nominales de operación, así como también calibrar sus controles y protecciones, para su correcto funcionamiento.

La puesta en operación de una central debe iniciarse una vez que el mantenimiento mayor se encuentra en la última etapa, esto es, cuando se tiene un avance real del trabajo entre 80 a 85 %, este margen permite que cualquier falla que se presente en los equipos oportunamente pueda ser corregido.

Como el tiempo del que se dispone para este tipo -

de trabajo es corto, estando en el rango de 6 a 10 días, antes de sincronizar la unidad, hay la necesidad de elaborar una programación, que permite llevar adelante la ejecución de las pruebas y la puesta en operación de la central.

La programación debe contener en forma secuencial todas las actividades principales a realizarse, las mismas que tienen que estar planificadas de tal modo que su desarrollo sea paralelo y no interfiera con la parte final del mantenimiento.

Las actividades que se realizan en la puesta de operación, están encuadradas dentro de los siguientes puntos.

- a. Maniobras y pruebas de arranque de equipos
- b. Verificación y ajuste de controles
- c. Pruebas de eficiencia

En el Cronograma N°9, se presenta una programación, utilizando un cronograma de barras de una puesta de operación de la central, como se puede apreciar este cronograma contiene una serie de actividades, que realizadas ordenadamente, permiten ir poniendo en servicio los equipos y sistemas auxiliares en forma esca

lonada. Cada actividad trae consigo una cantidad de maniobras antes y durante la realización de la misma, una vez que se chequea todos los pormenores - que confirmen el funcionamiento normal del equipo, este permanecerá en servicio, con el objeto de avanzar en el programa.

La programación sin embargo, no puede ser rígida, todo lo contrario debe ser bastante flexible con el propósito de poder adaptarse a los cambios o problemas que se presenten en el mantenimiento, por este motivo es aconsejable que una vez que se puso en marcha la programación, esta necesita de una revisión diaria del avance, a fin de ir corrigiendo los problemas oportunamente.

En el cronograma también se puede apreciar que las pruebas continúan después de sincronizar la unidad, esto se debe a que es necesario ajustar los controles a diferentes porcentajes de carga que toma el generador con propósito de hacer eficiente el ciclo agua-vapor y la relación aire-combustible en la caldera, esto sirve para optimizar los consumos de combustible, agua y otros insumos, con respecto a la producción de los MWH.

4.2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.

Analizando el cronograma de barra N° 9., en donde encontramos que se trata de un conjunto de actividades de diferente índole, la que involucra una participación de todas las áreas de trabajo, las mismas que han desarrollado el mantenimiento mayor.

Esta programación está bajo la responsabilidad del personal que opera la unidad, por tal motivo, cuando se va a realizar una actividad de puesta en servicio, antes de comenzar debe haber una coordinación previa entre el personal técnico que interviene en la misma.

Esta es la importancia de la descripción de la actividad, porque en ella estará incluida la secuencia o pasos que deben cumplirse, con el propósito de efectuar las pruebas en las mejores condiciones, tratando de tomar todas las medidas de seguridad para el equipo, como para el personal.

A continuación describiremos algunas de las actividades comprendidas en la programación, especialmente las de índole netamente del área eléctrica, propósito de esta tesis, en las cuales detallaremos los pasos tanto de los chequeos previos, como de las maniobras a realizar

se y mediciones de los parámetros.

ACTIVIDAD:

ENERGIZACION DE TRANSFORMADOR PRINCIPAL Y TRANSFORMADOR AUXILIAR DE UNIDAD

Los pasos seguidos para el transformador principal, -
sirven para todos los demás, por lo tanto haremos sola
mente para el transformador principal.

PASOS PREVIOS:

- Chequeo de retiro de materiales, herramientas y limpieza del área.
- Comprobación de que interruptor 52 G2 abierto
- Confirmar que ningún personal esté trabajando en ductos, líneas o barras de 69 KV y 13.8 KV.
- Cierre de compuertas
- Comprobación de que el circuito de control está energizado.
- Nivel de aceite completo.

MANIOBRAS

- Operación Manual de Ventiladores y bombas de aceite
- Operación manual de alarmas y disparos
- Cierre de cuchillas 89 G y 89 U
- Desbloqueo de las protecciones

ENERGIZACION

- Cierre de interruptor 52 G2
- Comprobación de la energización del transformador principal.
- Chequeo de los valores de temperatura del aceite y bobinas.

ACTIVIDAD :

Pruebas de transferencia de 2.4 KV y 480 V

La barra de 2.4 KV tiene doble alimentación como apreciamos en la figura N° 47 , la primera alimentación es a través del transformador auxiliar de unidad (T.A.U.) por medio del in

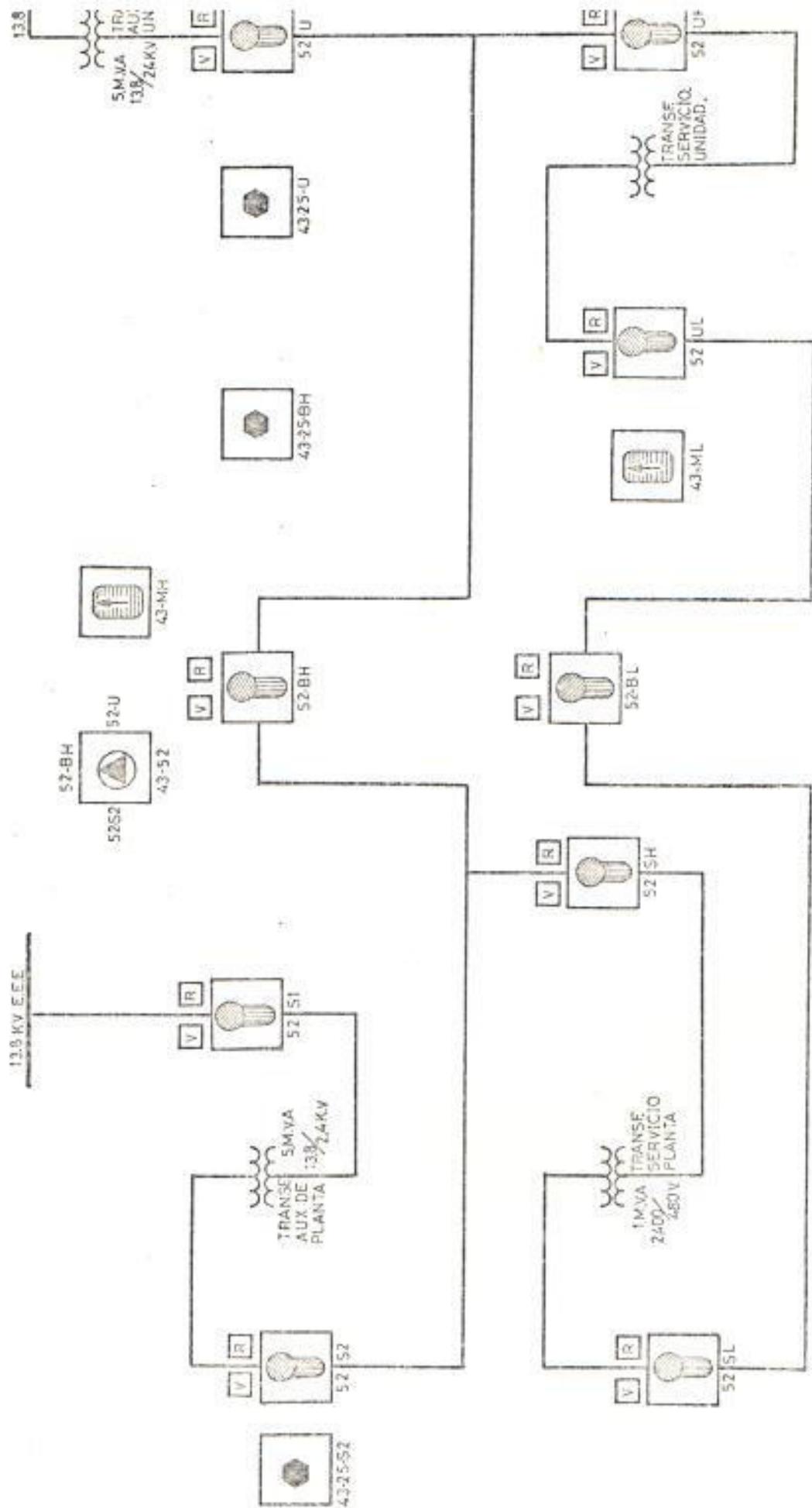


DIAGRAMA UNIFILAR BARRAS DE 24KV Y 480V
Fig N° 47

interruptor 52U, la segunda a través del transformador auxiliar de planta (TAP) por medio del interruptor 52 S2, y , el enlace de barras que lo realiza el interruptor 52BH.

Como ya se ha mencionado la filosofía de operación de la barra de 2.4 KV es que solamente dos interruptores pueden estar cerrados. Si se quiere cerrar el tercero uno de los que está cerrado tiene que abrirse. La actividad consiste en comprobar la transferencia manual o automática de cierre y apertura de los interruptores, en operación normal siempre están cerrados el interruptor 52U y 52BH.

PASOS PREVIOS

- Chequeo visual de limpieza, retiro de materiales, herramientas, cierre de los cubículos.
- Comprobación de la energización de los transformadores de unidad y planta.
- Interruptores 52U, 52S2, 52BH, en posición de operación normal.
- Comprobación de que el circuito de control esté energizado.

- Que estén todas las protecciones en posición de actuar.

MANIOBRAS: (transferencia automática)

- Cierre de los interruptores 52BH y 52U, por medio de los medidores se comprueba que este energizada la barra de 2.4 KV.
- Selector 43-MH en automático.
- Seleccionar el interruptor que se abre con el selector 43-25. Ejm. Interruptor 52U.
- Hacer operar las protecciones del transformador auxiliar de unidad (TAU), simulando fallas.
- Comprobar la transferencia automática con el cierre del interruptor 52 S2 y la apertura del interruptor 52U.

(TRANSFERENCIA MANUAL)

- Comprobar que dos interruptores estén cerrados, Ejm. :52BH y 52U
- Selector 43-MH en manual

- Selector de interruptores 43-52, en la posición 52U
- Poner en la posición de (ON) al selector 43-25 S2.
- Cerrar el interruptor 52 S2 y comprobar la apertura del 52U. Estas maniobras repetir para los 3 interruptores.

La barra de 480 V, mantiene la misma filosofía, es decir solamente dos interruptores pueden estar cerrados a la vez, la operación normal es tener cerrado los interruptores 52 SL y 52 UL, permaneciendo abierto el enlace de barras 52 BL.

PASOS PREVIOS

- Inspección visual de limpieza, retiro de materiales, herramientas, cierre de cubículos.
- Que se encuentren en posición de operación normal - los interruptores 52 SH, 52 UH, 52 SL, 52 BL y 52 UL.
- Comprobar que la barra de 2.4 KV esté energizada.
- Que el circuito de control este energizado.

- Que estén las protecciones de 480 V. conectadas.

MANIOBRAS

- Dar señal de cierre a los interruptores 52 SH y 52 UH
- Comprobación de la energización de los transformadores de servicio: TSP, TSU.
- Dar señal de cierre a los interruptores 52 SL y 52 UL y comprobar energización de la barra de 480 V.

(TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA)

- Selector 43 ML en posición automático
- Hacer operar las protecciones de los transformadores TSP y luego TSU
- Comprobar el cierre del interruptor 52 BL y la apertura del interruptor correspondiente según sea la falla.

(TRANSFERENCIA MANUAL)

- Comprobar que dos interruptores estén cerrados.

- Selector 43-ML en la posición manual

- Dar señal de cierre al interruptor que se desea cerrar y mantenerlo en esa posición. (no cerrará en este momento porque los otros interruptores al estar cerrados, bloquean su cierre), se da señal de apertura al interruptor que se desea abrir, y el interruptor al que sea está mandando señal sostenida de cierre, cerrará después de abrir el que se le dió señal de apertura. Ejm.
 - a. Cerrados los interruptores 52 SL y 52 BL

 - b. Se desea cerrar 52 UL

 - c. Se manda señal de cierre al 52 UL y se sostiene en posición (ON)

 - d. Se manda señal de apertura al 52 BL y se comprueba el cierre del 52 UL al momento que abre el 52 BL.

 - e. Este procedimiento es aplicable para los tres interruptores 52 SL, 52 BL, 52 UL.

ACTIVIDADES QUE COMPRENDEN PRUEBAS DE MOTORES:

- Bombas de agua de circulación

- Bombas de lavar rejilla y rejillas giratorias
- Bombas de condensado y sistema de condensado
- Bombas de agua de alimentación
- Bombas de combustible bunker, diesel y sistema de com
bustible
- Ventilador de tiro forzado y sistema de aire
- Sobladores de hollín y calentador de aire regenera-
tivo.

La razón de la agrupación de todas estas actividades, es que se encuadran en un patrón común en lo que se refiere a los pasos que comprenden las pruebas, por otro lado la serie de parámetros que se chequean son los mismos, por tal motivo haremos una descripción ge
neral.

ARRANQUE DEL MOTOR DESCOPLADO DE LA BOMBA

Pasos previos:

- Retiro de herramientas, materiales
- Confirmar que no este acoplado el motor con la bomba
- Interruptor del motor en posición de operación normal
- Protecciones del motor conectadas
- Circuito de control energizado

- Confirmar que las terminales así como los cables de alimentación del motor están bien conectados y aislados adecuadamente.
- Confirmar que todos los instrumentos de medición están trabajando correctamente.
- Confirmar funcionamientos de señalización y alarmas.

MANIOBRAS

- Prueba de secuencia de fase
- Realizar prueba de aislamiento
- Poner en servicio sistemas auxiliares; como lubricación, enfriamiento, etc.
- Dar señal de arranque y pare instantáneo
- Confirmar sentido de rotación y que no exista ruidos extraños.
- Dar señal de arranque , medir corriente de arranque en vacío, caída de voltaje, voltaje entre fases, vibraciones, corriente de vacío y temperatura en diferentes puntos principalmente cojinetes.

El parámetro temperatura se debe chequear por el lapso de 1 hora; sino existe ningún inconveniente acoplar el motor a la bomba para efectuar la prueba con carga.

ARRANQUE DEL MOTOR ACOPLADO A LA BOMBA

Pasos previos:

- Chequeo de alineamiento del acoplamiento motor-bomba.
- Chequeo de las válvulas de succión y descarga de la bomba, estén en posición de trabajo.
- Confirmar que los instrumentos de medición de los parámetros en la bomba trabajen y estén calibrados correctamente.
- Chequear en el sistema, la posición de los controladores, indicadores y transmisores: de presión; flujo y temperatura estén trabajando correctamente.

MANIOBRAS

- Poner en servicio sistemas auxiliares: como lubricación, enfriamiento, etc.
- Dar señal de arranque y pare instantáneo.
- Confirmar rotación de la bomba, ruidos extraños en el acople, cojinetes, fugas en el sistema, etc.
- Dar señal de arranque y medir los siguientes parámetros:
Corriente de arranque, caída de voltaje, voltaje entre fases, corriente nominal, presiones de sec

ción y descarga, temperatura en todos los cojinetes y diferentes áreas del motor y la bomba; vibraciones horizontales, verticales y axiales; estos valores deben ser evaluados y comparados con los parámetros de diseño.

- Chequeo en todo el sistema que no exista fugas, descalibraciones de instrumentos de medición.
- Realizar todas las pruebas en que operen las protecciones y restricciones de la bomba y el sistema.
- Comprobación de alarmas y señalizaciones de sus valores correctos.
- De no presentarse inconvenientes se debe mantener funcionando todo el sistema por varias horas chequeando los parámetros en forma periódica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a que recién en los últimos años de la década pa sada y principio de la presente, se comienza en nuestro - país a instalar centrales de generación eléctrica de gran capacidad, ha nacido la preocupación y necesidad de como se deba planificar o realizar los mantenimientos mayores a dichas plantas.

Por tal motivo, de la poca experiencia adquirida en las rea lizaciones de esta actividad, se ha planteado esta tesis, la misma que consta de una programación del mantenimiento - eléctrico mayor de una central termo-eléctrica, en la cual se utiliza una metodología práctica y sencilla, como es, el Cronograma de Barras.

Podemos concluir que este método presenta dos caracterís ticas fundamentales que son: Una distribución ordenada y secuencial de todas las actividades a efectuarse, así co mo también del tiempo de duración de cada una de ellas. Además el tiempo total empleado para la realización del mantenimiento, que debe estar en concordancia con el tiem po fijado por la planificación del sistema, en lo que se

refiera a los mantenimientos de otras unidades de las necesidades o limitaciones del mismo.

La utilización del cronograma de barras, facilita enormemente la programación del mantenimiento, debido a su flexibilidad para poder efectuar los cambios e ir resolviendo los problemas que se presentaren durante el desarrollo del mismo. Por otro lado permite realizar las evaluaciones periódicas, que nos darán como resultado el porcentaje de avance del mantenimiento, las cuales indicarán que actividad está adelantada o atrasada y, por lo tanto tomar las medidas más convenientes con el propósito de corregir cualquier desviación o imprevisto que existiere, a su vez reprogramar el trabajo, lo que significa una nueva distribución del tiempo a emplearse en las actividades, así como de los recursos humanos.

Otra conclusión importante, es la forma en que se tiene que desarrollar el mantenimiento propiamente dicho, esto es la descripción del trabajo de cada actividad, práctica oportuna que permite hacer un análisis de las condiciones en que se encuentran los equipos o componentes de la planta, además trata de impedir que se cometa errores que en muchos casos pueden ser irreparables, lo que implicaría un aumento del tiempo y del costo del mantenimiento. Esta práctica también ayuda a evaluar el tiempo necesario ha emplearse en cada activi-

dad, que, comparado con el tiempo real utilizado en el mantenimiento, dara como resultado una optimización del trabajo que será beneficioso para futuros mantenimientos.

Una conclusión adicional que acompaña a la programación es la utilización de los diagramas de bloque o lógicos, los mismos que permiten hacer un chequeo minucioso de los circuitos eléctricos de control, porque se puede identificar las fallas que existieren de una forma rápida, a su vez se comprueba la lógica del control y protección, de acuerdo a como está diseñada la planta.

RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones tenemos que es de importancia primordial realizar un estudio económico del costo del mantenimiento con el propósito de ir optimizando los mismos, a su vez prepararse para los posteriores mantenimientos.

Otra recomendación es la de efectuar la programación aplicando otros métodos, como por ejemplo el de la ruta crítica o pert. Lo que comparado con el utilizado en esta tesis, se podrá evaluar los resultados y analizar las ventajas o desventajas que presenten.

Es importante que después de haber efectuado un mantenimiento, se haga una evaluación de los resultados y experiencias obtenidas, con el propósito de modificar la programación del mantenimiento, señalando las actividades en las cuales se deba de introducir los cambios o poner una mayor atención en la forma de desarrollar el mantenimiento respectivo.

Por otro lado al personal técnico que participa en el mantenimiento mayor que se debe realizar a los equipos de gran capacidad como son: El Generador, Transformador, etc., se les debería de dar cursos de especialización, en lo referente a la forma en que se debe realizar dichos trabajos. Esto aseguraría una mayor confiabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRICOS
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (MEXICO) CFE, 1980

- OPERATION - MAINTENANCE MANUAL ELECTRICAL
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION VOLUMEN E-3, 1979

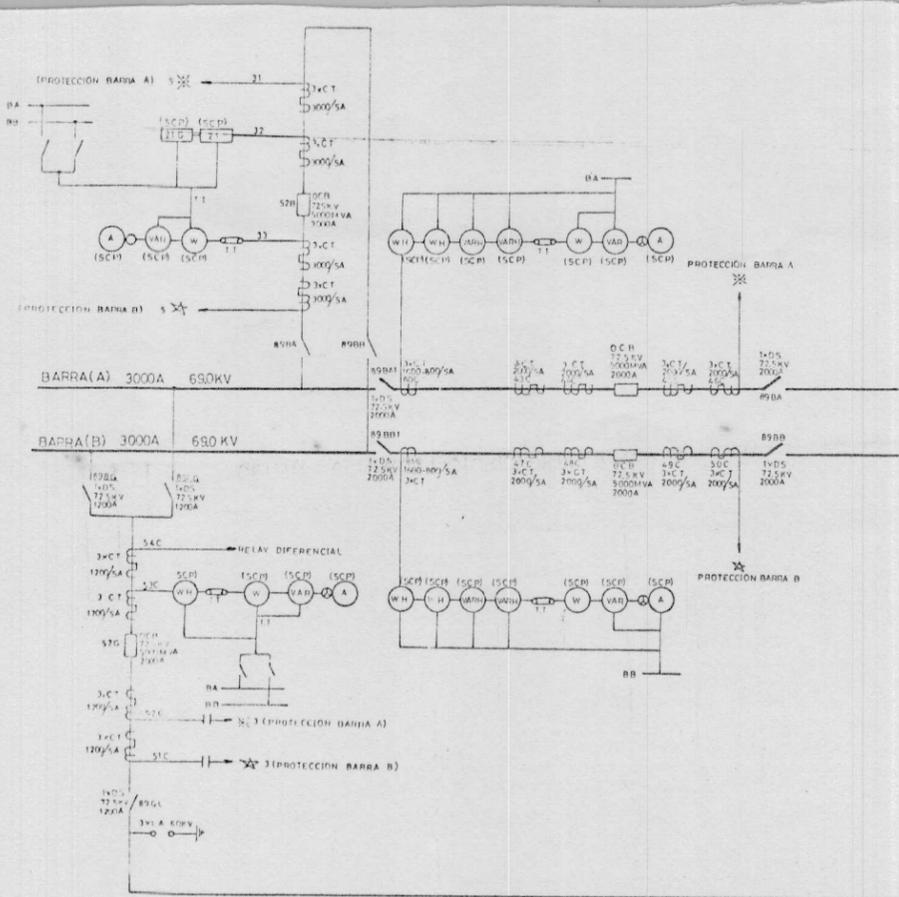
- OPERACION DE PLANTAS INDUSTRIALES
STEPHEN MICHAEL ELONKA, 1982

- PLANTAS ELECTRICAS
CARLOS LUCA M., 1977
p. 251

- CENTRALES ELECTRICAS
ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD
JOSE RAMIREZ V., 1980
p. 280

- OPERATION - MAINTENANCE MANUAL ELECTRICAL
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION VOLUMEN E-5, 1979

SISTEMA ELECTRICO



SIMBOLOGIA

⊙	WATMETRO	⊞	TRANSFORM. DE POTENCIAL O FUERZA
⊙	WARMETRO	⊞	REACTOR (LIMITADOR DE CORRIENTE)
⊙	WATHORIMETRO	⊞	ACB INTERRUPTOR EN AIRE 480V-800A-30A DS CON UNIDAD DE PROTECCION ESTATICA
⊙	WARTHORIMETRO	⊞	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
⊙	AMPERIMETRO	⊞	ARRANCADOR MAGNETICO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO Y PROTECCION TERMICA
⊙	VOLTIMETRO	⊞	EQUIPO ALIMENTADO Y SU CAPACIDAD
⊞	T.P. TRANSFORMADOR POTENCIAL	⊞	64 PROTECCION DE FALLA A TIERRA
⊞	C.T. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	⊞	21 PROTECCION DE FALLA A DISTANCIA
52	OCB INTERRUPTOR EN ACEITE	⊞	MBB INTERRUPTOR EN AIRE 24KV 1200A 100MVA
89	CUCHILLA SECCIONADORA	⊞	27 RELE BAJO VOLTAJE
⊞	APARTARAYOS	⊞	87 RELE PROTECCION DIFERENCIAL
⊞	FUSIBLE		

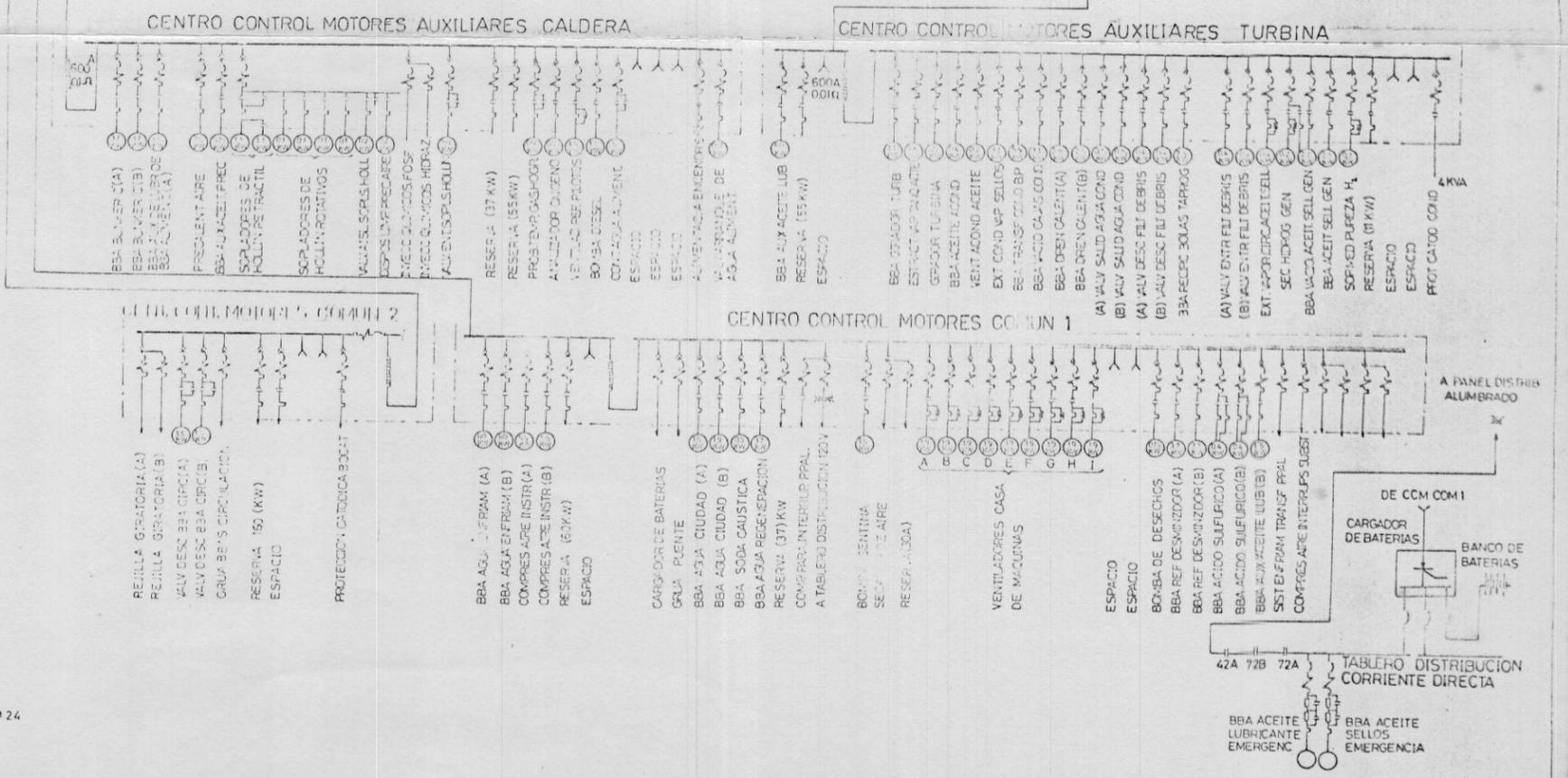
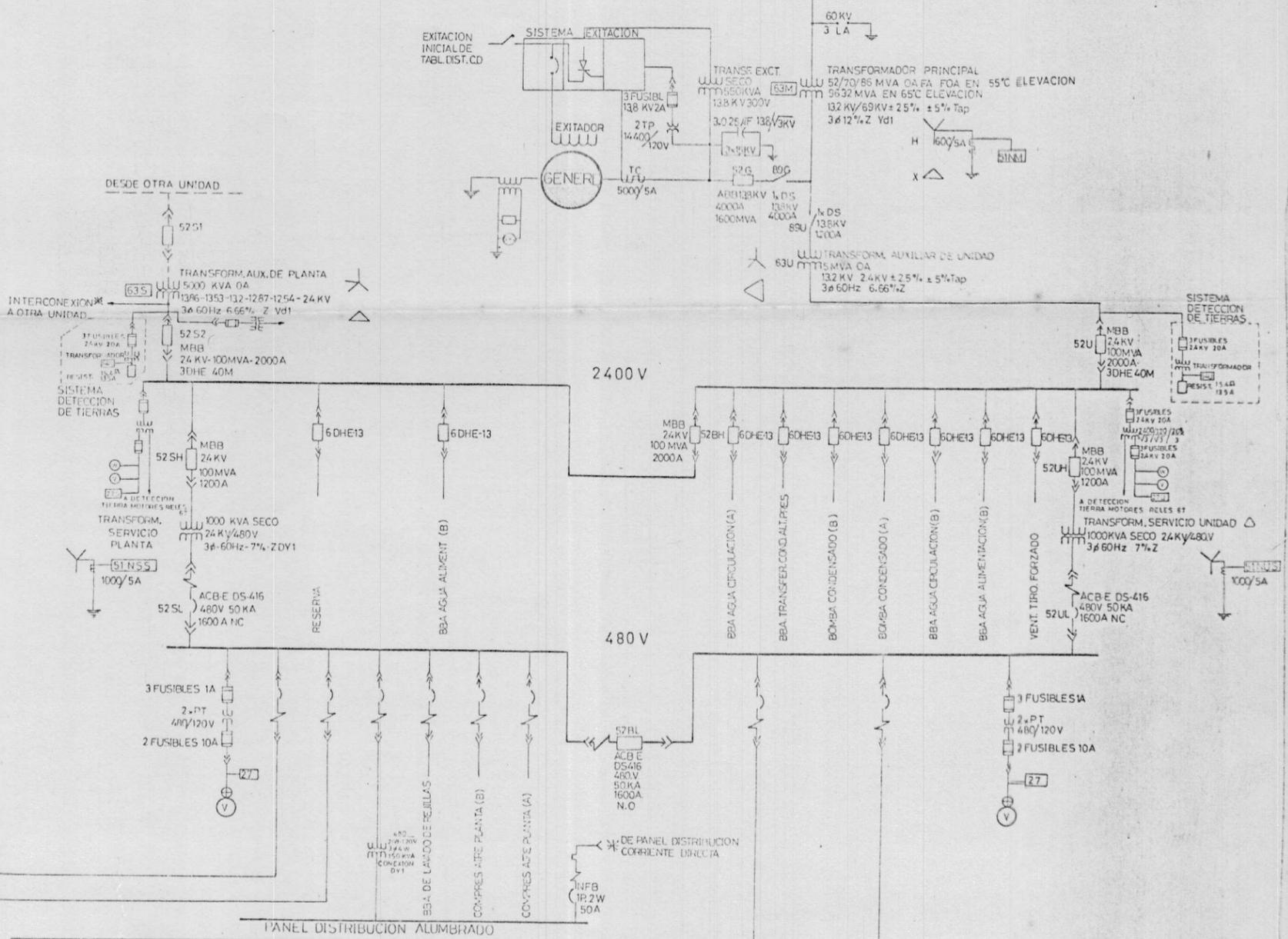


DIAGRAMA INTERBLOQUEO DE UNIDAD

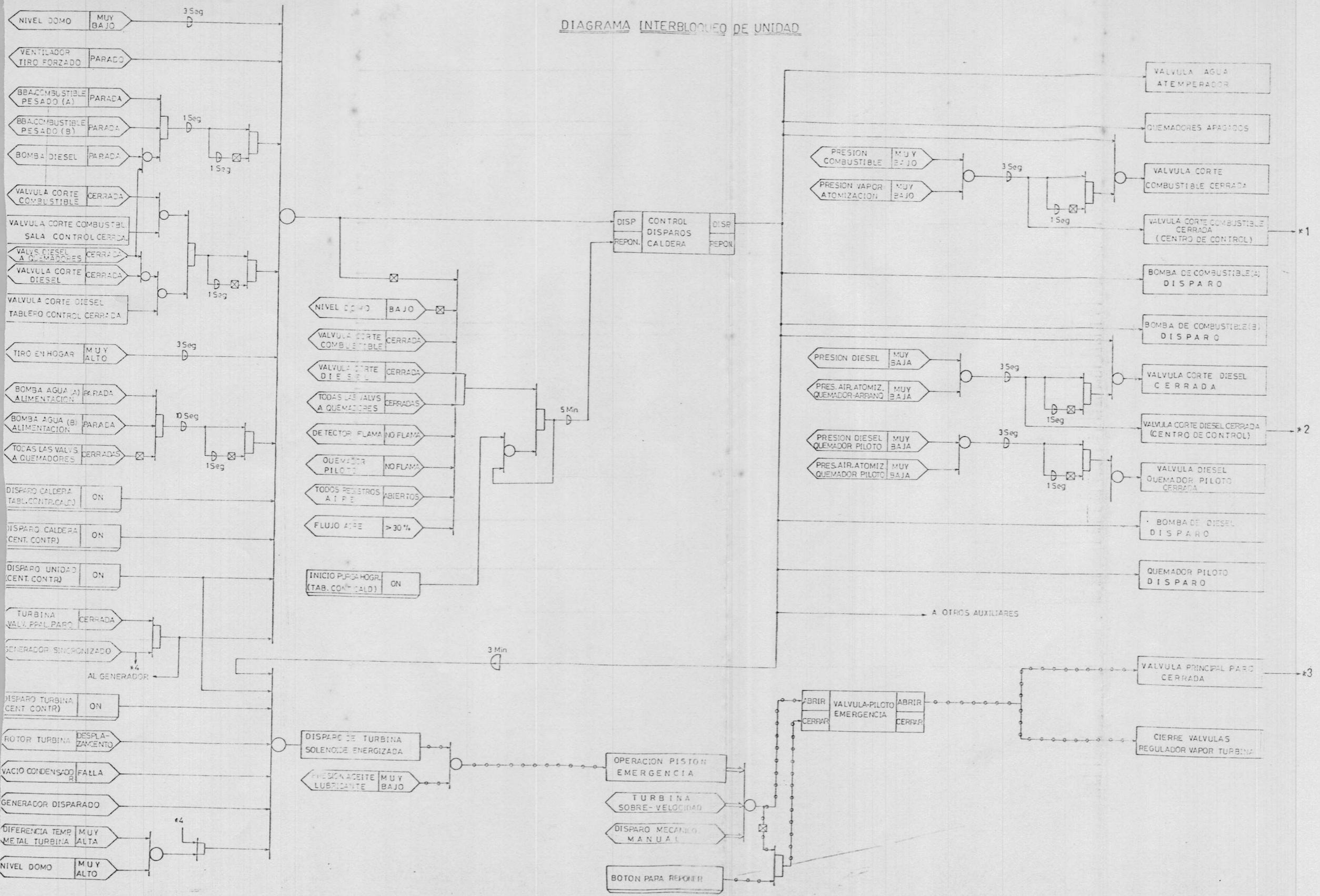


Fig N° 44

DIAGRAMA DE INTERBLOQUEO ELECTRICO

