

7
26j



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLAN

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE UNA
CALDERA TIPO TUBOS DE AGUA

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a

RAYMUNDO BARRIOS RODRIGUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Sección	I	Introducción	5
"	II	Generalidades de Calderas	6
"	III	Criterios de Selección de Calderas	31
"	IV	Descripción de la Caldera Tubos de Agua	43
"	V	Sistemas de Control y Equipos Auxiliares	70
"	VI	Preparativos para el Encendido Inicial	102
"	VII	Procedimientos de Operación y Paro	111
"	VIII	Mantenimiento y Ajustes	120
"	IX	Resumen de Fallas Electromecánicas	147
"	X	Tratamiento de Agua a Calderas	162
"	XI	Conclusiones de la Tesis	182
		Bibliografía	184

I N D I C E D E F I G U R A S

2.1	Caldera tubos de fuego cuatro pasos	8
2.2	Efecto de evaporación	9
2.3	Componentes de una válvula de seguridad	14
2.4	Instalación para válv. de seguridad	15
2.5	Funcionamiento de un control de nivel	16
2.6	Control de nivel de agua	17
2.7	Quemador a dos fluidos	21
2.8	Equipo analizador de gases	29
4.1	Caldera paquete tubos de agua	42
4.2	Componentes del domo de vapor	45
4.3	Domo inferior	46
4.4	Colocación de los tubos	48
4.5	Arreglo del material aislante y envolvente	50
4.6	Disposición de los tubos en la parte frontal y trasera	52
4.7	Distribución de los tubos	53
4.8	Accesorios de la caldera tubos de agua	54
4.9	Representación del quemador para gas y combustóleo	57
4.10	Block de combustóleo y tren de gas	59
4.11	Suministro de gas y combustóleo	60
4.12	Accesorios de la caldera tubos de agua	62
4.13	Accesorios de la caldera tubos de agua	63
4.14	Panel de control	65
4.15	Componentes del panel de control	67
4.16	Accesorios de la caldera tubos de agua	68
5	Regulador de agua tipo termo-hidráulico	71
5.1	Componentes del control de nivel y diagrama de funcionamiento	74
5.2	Diagrama del sistema de modulación de flama	77
5.3	Sistema de modulación en desequilibrio	78
5.4	Sistema de modulación en equilibrio	79

5.5	Diagrama externo de la caldera	80
5.6	Diagrama interno del programador CB-40	88
5.7	Identificación de componentes del programador CB-40	93
5.8	Secuencia del programador CB-40	94
5.9	Suavizador de agua	95
5.10	Sistema de alimentación de agua	96
5.11	Deareador de agua	98
5.12	Detalle para dearear el agua	99
5.13	Sistema de combustible	100
6.1	By-pass del regulador de agua	103
6.2	Diagrama de flujo para combustóleo	108
7.1	Instalación para suavizador duplex	114
8.1	Componentes de la válvula de alivio	120
8.2	Termostato	121
8.3	Válvulas reguladoras del block múltiple	123
8.4	Válvula dosificadora	124
8.5	Termostato	125
8.6	Regulador de gas	126
8.7	Interruptor de presión de gas	127
8.8	Interruptor de presión para aire	128
8.9	Controles de presión y manómetro	130
8.10	Interruptor de presión para vapor	132
8.11	Control de presión modulante	133
8.12	Esprea de combustóleo y trampa de vapor	135
8.13	Filtro de aceite	137
8.14	Salida de combustible en el quemador	139
8.15	Bomba centrífuga Sulzer	140
8.16	Válvula solenoide	142
8.17	Componentes del compresor de aire	144
8.18	Tanque aire-aceite	146
9.1	Detalle piloto de gas	150

I N D I C E D E T A B L A S

2.1	Factor de evaporación	12
2.2	Presiones para prueba hidrostática	23
2.3	Características de combustibles	27
2.4	Porcentaje pérdidas de calor -Diesel-	28
2.5	Porcentaje pérdidas de calor -Combustóleo-	28
2.6	Porcentaje pérdidas de calor -Gas natural-	28
2.7	Porcentaje pérdidas de calor -Gas L.P.-	28
3.1	Método para el cálculo de agua caliente por el número de personas	34
8.1	Porcentaje de bióxido de carbono en los gases de combustión	129
10.1	Factor de multiplicación para solución tituladora	164

SECCION I
INTRODUCCION

En la industria algunos procesos necesitan medios de calentamiento y la forma más barata de conseguirlo es con vapor de agua. Esta energía en forma de calor se puede obtener de los equipos electromecánicos llamados calderas. El desarrollo de las calderas a través de la historia ha sido considerable, en cuanto a su funcionamiento y componentes de seguridad, ya que estos últimos han sufrido modificaciones para hacer más segura la operación de la unidad.

Indiscutiblemente las calderas modernas son fabricadas según normas de prestigio mundial y son equipadas con dispositivos automáticos de operación y seguridad, por lo cual, los usuarios piensan que no necesitan atención y por ser automática la operación, está protegida — contra accidentes la caldera, sin considerar que todo recipiente sujeto a presión bajo fuego es potencialmente peligroso, pues los controles automáticos no substituyen las reglas de seguridad.

La finalidad primordial de esta tesis, es conocer la operación real de una caldera moderna automática, así como cada una de sus partes y componentes, para estar en condiciones de localizar cualquier falla que se presente durante el funcionamiento y poder reducir al mínimo, el tiempo de ubicación y reparación de la misma.

Además por ser la caldera un equipo medular en los procesos de manufactura, se incluyen algunos criterios para cálculo y selección de calderas.

SECCION II

GENERALIDADES DE CALDERAS

II- I.- DEFINICION DE CALDERA

Una caldera es un equipo electro-mecánico, hermeticamente cerrado, el cual requiere de la energía térmica de un combustible para en tregarnos vapor o agua caliente.

II-II.- COMPONENTES DE LA CALDERA

CUERPO.- Es un recipiente cerrado, que tiene como finalidad, confinar la combustión y los gases producto de ella y por otro lado el agua y vapor.

HOGAR.- Es el lugar en el cual se quema el combustible, algunas veces se le llama fogón.

CHIMENEA.- Tiene por finalidad conducir los gases de la combustión a lugar seguro con la ayuda de un tiro.

Existen tres tipos de tiros

Natural.- Se origina debido a la diferencia de presión que existe en la base de la chimenea es decir los gases calientes son más ligeros y por lo tanto tienden a subir, el vacío que se forma es llenado por aire frío y esta corriente de aire fuerza a los gases a salir.

Inducido.- Con la ayuda de un ventilador se succionan los gases de la combustión, dicho ventilador se localiza en la base de la chimenea.

Forzado.- Un ventilador inyecta aire a presión al hogar para hacer la combustión y mandar los gases hacia la atmósfera. Este tipo es el que más se utiliza en las calderas modernas.

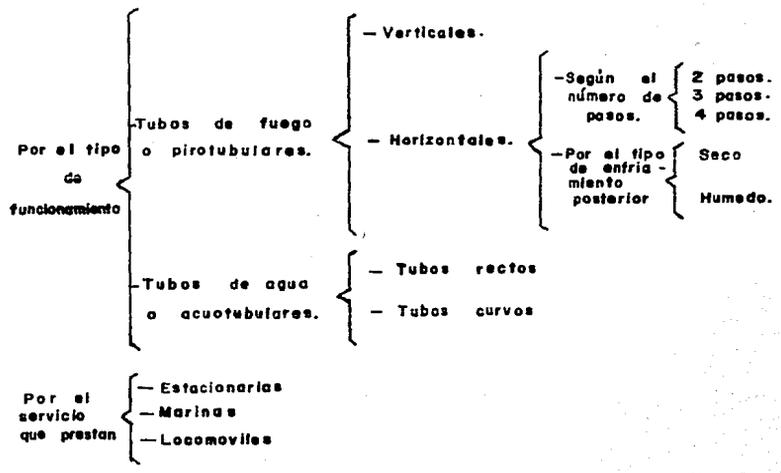
SUPERFICIE DE CALEFACCION

Es el área metalica que se encuentra en contacto por un lado con los gases de combustión y por el otro lado con el agua.

Se mide por el lado del fuego en las calderas pirotubulares y por el lado del agua en las acuotubulares.

ACCESORIOS.- Son todos los dispositivos de seguridad y -operación que le ayudan a la caldera, para un funcionamiento confiable. Algunos de ellos son: Válvulas de seguridad, control de nivel -de agua, fotocelda, interruptores de presión, controles para modula-ción de flama, válvulas de combustible de función eléctrica, progra-madores, etc.

II-III.- CLASIFICACION DE LAS CALDERAS



Las calderas tubos de fuego son aquellas que dentro de los tubos circulan los gases de combustión y rodeando a estos se encuentra el agua.

Las calderas del tipo vertical en tubos de fuego, ya no se usan, debido a su baja eficiencia térmica, cámara de vapor muy reducida, además explotaban frecuentemente a causa de su diseño.

Las calderas pirotubulares horizontales, se les llama algunas veces caldera marina tipo escoses y dentro de estas se tienen dos grupos.

La caldera marina escoses, es una caldera tubos de agua tipo horizontal de retorno de gases y además de parte posterior húmeda, es decir se formaba una pierna de agua o zona en la cuál el agua servía como un medio de enfriamiento entre la parte más caliente y la envolvente externa.

La caldera marina escoses reformada es idéntica a la anterior, con la diferencia de que la parte posterior en este caso es tipo seca, es decir el enfriamiento de la parte más caliente con respecto a la atmósfera, se logra con material refractario. Este modelo es el más usado por los fabricantes de calderas modernas.

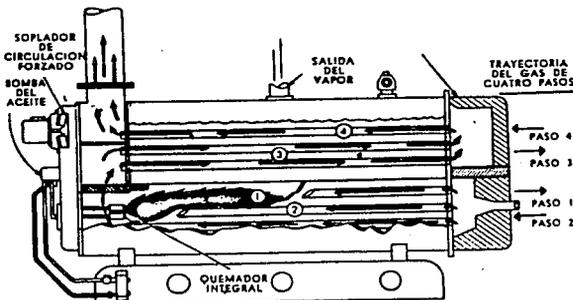


FIG. 2.1 Calderas tubos de fuego de 4 pasos

Las calderas tubos de agua, son aquellas que dentro de los tu bos circula el agua y por fuera de los tubos pasan los gases de la com bustión.

Las ventajas de este tipo de calderas con respecto a los tu-
bos de fuego son:

Capacidad de respuesta muy rápida a demandas de vapor bruscas.

Producción de vapor relativamente rápida capaces de entregar
cantidades muy grandes de vapor.

Las ventajas de las calderas tubos de fuego son:

Su operación es más sencilla que una del tipo tubos de agua.

Su mantenimiento es menos riguroso, pero importante, para pe-
queñas capacidades son recomendables.

II.-IV CAPACIDAD DE LAS CALDERAS

La ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) define -
la capacidad de las calderas, con la unidad llamada caballo caldera - -
(C. C.) como: La evaporación de 15.65 kg/hr (34.5 lb/hr) utilizando - -
agua de 100°C (212°F) para entregar vapor de 100°C (212°F).

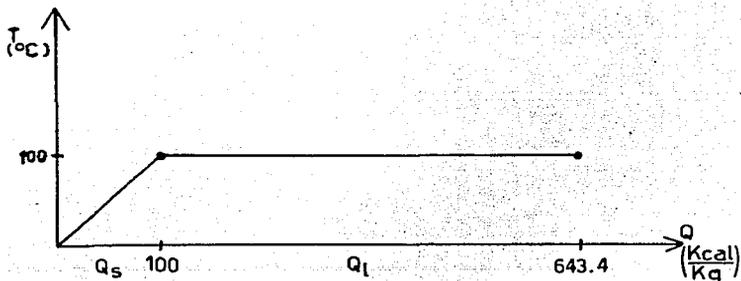


FIG. 2.2 EFECTO DE EVAPORACION

Si consideramos que el calor sensible, es aquel que ocasiona un incremento de temperatura, es decir, el calor que detecta un termómetro.

El calor latente, es la energía en forma de calor necesaria para lograr el cambio de estado físico de una sustancia.

La definición de caballo caldera implica solo calor latente, $QL = 540 \text{ kcal/kg}$. podemos llegar a.

$$I.C.C. = 15.65 \text{ kg} \times 543.4 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 8510 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}}$$

Concluimos que.

$$\begin{aligned} I.C.C. &= 15.65 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \\ &= 8510 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \\ &= 34.5 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \\ &= 33,465 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \end{aligned}$$

Generalmente calderas de pequeña capacidad se indican en -- kcal/hr o BTU/hr.

Calderas de mediana capacidad en caballo caldera.

Calderas de grandes capacidades en kg/hr o lb/hr.

Las calderas utilizadas en centrales termo-electricas, en general son del tipo tubos de agua y la caldera es solo uno de los -- equipos del generador de vapor, por lo tanto, la capacidad de estas --

calderas, se refiere a la cantidad de generación eléctrica.

Indiscutiblemente todas las unidades se pueden relacionar entre si considerando la definición de caballo caldera.

La presión de diseño de las calderas es una característica muy importante, ya que se pueden agrupar de la siguiente manera:

De baja presión.-- Hasta una presión de diseño de 1.05 kg/cm^2 .

De mediana presión.-- Para presiones de diseño mayores de 1.05 kg/cm^2 a 10.5 kg/cm^2 .

De alta presión.-- Presión de diseño superior de 10.5 kg/cm^2 .

Comercialmente se encuentra de:

1.05 kg/cm^2 , 10.5 kg/cm^2 , 14 kg/cm^2 , 17 kg/cm^2 y 21 kg/cm^2 aunque se pueden presentar calderas con presión de diseño intermedias a estos valores e inclusive mayores, pero solo para aplicaciones o pedidos especiales.

El paso en las calderas tubos de fuego se refiere a el número de veces que los gases de combustión recorren el cuerpo de la caldera, por ejemplo, una caldera de cuatro pasos, quiere decir que cuatro veces los gases de combustión circulan a todo lo largo de la caldera.

Todos los fabricantes de calderas usan estas equivalencias y se refieren a la capacidad nominal de la caldera.

II- V.- FACTOR DE EVAPORACION

Es la relación existente entre la capacidad nominal y la capacidad real de la caldera.

$$F.E. = \frac{\text{capacidad nominal}}{\text{capacidad real}}$$

Dicho factor depende de la presión de vapor efectiva y la temperatura del agua de alimentación.

T 2.1-FACTOR DE EVAPORACION *

Temperatura del agua de alimentación		Presión Kg/cm. ² Lbs/pulg. ²														
		0.35	0.70	1.41	3.52	4.92	6.33	7.03	7.73	9.14	10.5	12.0	13.4	14.1	15.8	17.6
°C	°F	5	10	20	50	70	90	100	110	130	150	170	190	200	225	250
0.0	32	1.19	1.19	1.20	1.214	1.219	1.223	1.225	1.226	1.229	1.231	1.233	1.235	1.236	1.237	1.239
4.4	40	1.18	1.18	1.15	1.206	1.211	1.215	1.217	1.218	1.221	1.223	1.225	1.227	1.227	1.229	1.231
10.0	50	1.17	1.17	1.18	1.196	1.201	1.205	1.206	1.208	1.211	1.213	1.215	1.216	1.217	1.219	1.220
15.6	60	1.16	1.16	1.17	1.185	1.190	1.194	1.196	1.198	1.200	1.202	1.204	1.206	1.207	1.209	1.210
21.1	70	1.15	1.15	1.16	1.175	1.180	1.184	1.186	1.187	1.190	1.192	1.194	1.196	1.196	1.198	1.200
26.7	80	1.14	1.14	1.15	1.162	1.170	1.174	1.176	1.177	1.180	1.182	1.184	1.185	1.186	1.188	1.189
32.2	90	1.13	1.13	1.14	1.154	1.160	1.164	1.165	1.167	1.170	1.172	1.173	1.175	1.176	1.178	1.179
37.8	100	1.12	1.12	1.13	1.144	1.149	1.153	1.155	1.156	1.159	1.161	1.163	1.165	1.166	1.167	1.169
43	110	1.11	1.11	1.12	1.134	1.139	1.143	1.145	1.146	1.149	1.151	1.153	1.155	1.155	1.157	1.159
49	120	1.10	1.10	1.11	1.124	1.129	1.133	1.134	1.136	1.139	1.141	1.143	1.144	1.145	1.147	1.148
54	130	1.09	1.09	1.10	1.113	1.118	1.123	1.124	1.126	1.128	1.130	1.132	1.134	1.135	1.137	1.138
60	140	1.08	1.08	1.09	1.103	1.108	1.112	1.114	1.115	1.118	1.120	1.122	1.124	1.125	1.126	1.128
66	150	1.07	1.08	1.08	1.093	1.098	1.102	1.104	1.105	1.108	1.110	1.112	1.114	1.114	1.116	1.118
71	160	1.06	1.07	1.07	1.082	1.088	1.092	1.093	1.095	1.097	1.100	1.102	1.103	1.104	1.106	1.107
77	170	1.05	1.05	1.06	1.072	1.077	1.081	1.083	1.084	1.087	1.089	1.091	1.093	1.094	1.095	1.097
82	180	1.04	1.04	1.05	1.062	1.067	1.071	1.073	1.074	1.077	1.079	1.081	1.083	1.083	1.085	1.087
88	190	1.03	1.03	1.04	1.052	1.057	1.061	1.062	1.064	1.066	1.069	1.071	1.072	1.073	1.075	1.076
93	200	1.02	1.02	1.03	1.041	1.047	1.050	1.052	1.053	1.056	1.058	1.060	1.062	1.063	1.064	1.066
99	210	1.01	1.01	1.02	1.031	1.036	1.040	1.042	1.043	1.046	1.048	1.050	1.052	1.052	1.054	1.056

*Del "Manual de Calderas Selmech". Selmech Equipos Industriales. 2a. Ed. 1981

II. VI.-- ACCESORIOS MAS IMPORTANTES DE LAS CALDERAS

II. VI.I VALVULA DE SEGURIDAD

Es una válvula automática que abre cuando la presión aplicada en su asiento es mayor que la fuerza ejercida por el resorte.

Es un dispositivo de seguridad que protege al personal y al equipo contra una posible sobre presión de vapor.

"El Reglamento de Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes Sujetos a Presión" menciona en sus artículos.

43.- Todo generador, cuya superficie de calefacción sea menor de cincuenta metros cuadrados, o que su capacidad evaporativa sea hasta de mil kilogramos de agua por hora, tendrá una válvula de seguridad.

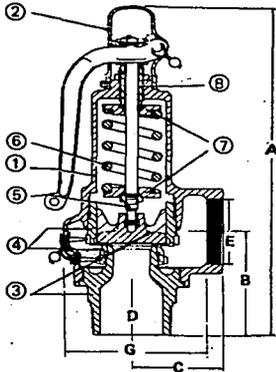
Cuando su superficie de calefacción o capacidad evaporativa sea mayor que los valores indicados anteriormente, tendrá dos o más válvulas.

Todo recipiente sujeto a presión deberá tener las válvulas necesarias para su seguridad, debidamente calculadas.

44.- El tipo de válvulas de seguridad permitido es del tipo "Resorte" de carga directa. Queda prohibido el empleo de válvulas de seguridad llamadas de "Palanca" y "Peso directo".

45.- El ajuste de una o más válvulas de seguridad del generador se ajustarán a la presión máxima de trabajo permitido, pudiéndose ajustar el resto de ellas dentro de un tres por ciento en exceso, para -

cada una sin que la suma de por cientos de excesos en el ajuste de todas ellas exceda del diez por ciento de la presión máxima de trabajo permitida.



1541

ENTRADA - ROSCA MACHO
SALIDA - ROSCA HEMBRA

MATERIALES

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| ① BONETE | BRONCE |
| ② CASQUILLO | ACERO AL CARBON |
| ③ BASE Y DISCO | BRONCE |
| ④ ANILLOS DE AJUSTE | BRONCE |
| ⑤ VASTAGO | ACERO AL CARBON |
| ⑥ RESORTE | ACERO AL CARBON |
| ⑦ ROLDANAS | ACERO AL CARBON |
| ⑧ TORNILLO COMPRESION | BRONCE |

TAMANO	A	B	C	D	E	G	AREA DE ORIFICIO
	PULGADAS						PULG. ²
1/2	6%	2%	1%	1/2	1/2	1%	0.037
3/4	6%	2%	1%	1/2	1/2	1%	0.110
1	7	2%	1%	1	1	2%	0.196
1 1/2	8%	2%	1%	1 1/2	1 1/2	2%	0.307
1 1/2	9%	3%	2%	1 1/2	1 1/2	3%	0.503
2	11%	3%	2%	2	2	4%	0.785
2 1/2	12%	4%	3%	2 1/2	2 1/2	4%	1.287

FIG. 2.3 COMPONENTES DE UNA VALVULA DE SEGURIDAD

47.- La instalación de las válvulas de seguridad deberá llenar los requisitos siguientes:

Las válvulas de seguridad se colocarán lo más cerca posible — de la caldera y en ningún caso, se permitirá que haya válvulas de cierre entre ambos, ni tampoco en el tubo de descarga de las mismas a la atmósfera.

Cuando se usen tubos de descarga, estos deberán tener un área no menor que la válvula y estarán equipados con dispositivos de resague para evitar que el agua se acumule en la parte superior de la válvula.

Cuando se coloque un codo en el tubo de descarga de la válvula se pondrá cerca de ésta, debiendo estar el tubo fijamente sostenido.

La descarga de la válvula o válvulas de seguridad deberá hacer se siempre fuera de las plataformas o andamios de trabajo de los generadores.

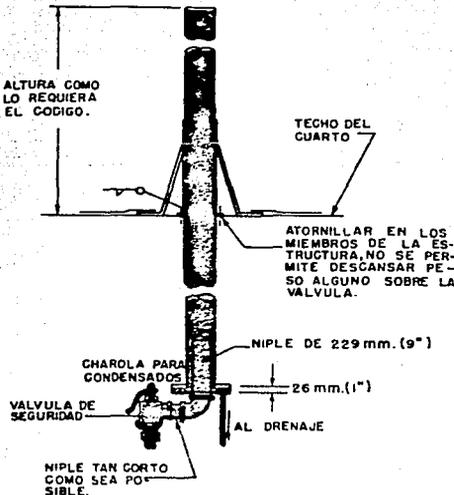
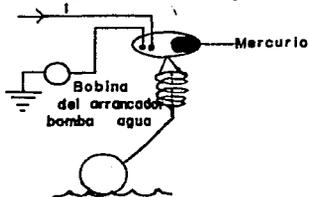


FIG. 2.4 INSTALACION DE DESCARGA PARA LA VALVULA DE SEGURIDAD.

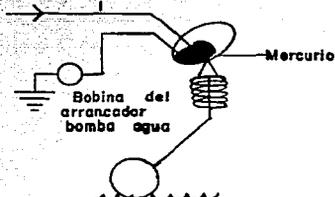
II.VI.II.- CONTROL DE BAJO NIVEL DE AGUA

Todas las calderas deben tener un dispositivo que apague al quemador en caso de no haber suficiente agua dentro de la caldera.

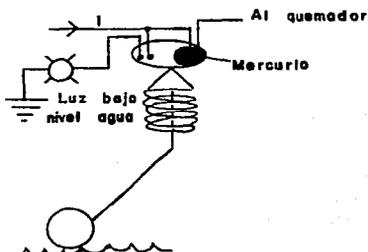
Existen varios modelos de controles de bajo nivel, el más usado consiste de un flotador que detecta el nivel de agua dentro de la caldera, dicho flotador controla a dos interruptores eléctricos, — uno de ellos opera la bomba de alimentación de agua y el otro apaga al quemador y nos indica que hay una falla por bajo nivel.



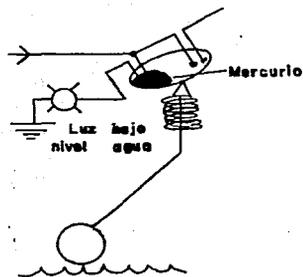
Nivel normal de agua,
circuito abierto.



Nivel bajo de agua,
circuito cerrado.



Nivel normal de agua,
quemador funcionando



Bajo nivel de agua,
quemador apagado,
luz encendida.

FIG. 2.5 FUNCIONAMIENTO DE UN CONTROL DE NIVEL

Otras calderas tienen un control que utilizan electro-niveles; para apagar al quemador en caso de bajo nivel de agua, alarma contra un bajo nivel de agua y alarma contra alto nivel de agua.

Existen más formas de controles de bajo nivel de agua, pero en si, bajo el principio de funcionamiento anterior.

Los controles de nivel de agua, llamados también columnas de agua, tienen preparación para instalar. Vidrios indicadores de nivel de agua que existe dentro de la caldera, válvulas de comprobación de nivel de agua en la columna con respecto al vidrio nivel comunmente llamados "Grifos" de prueba, conexiones para realizar el desalojo de materia extraña que pueda entorpecer la operación del flotador o electrodos.

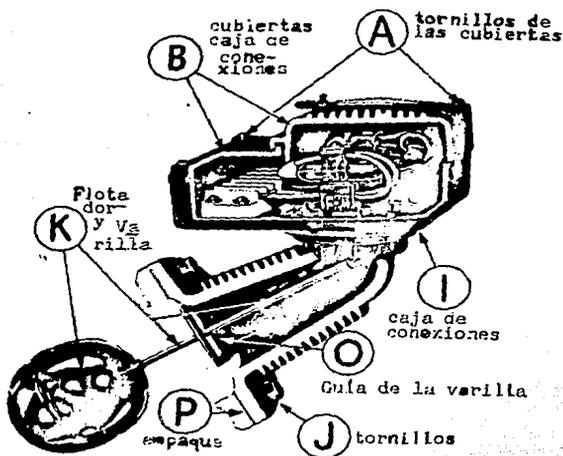


FIG. 2.6 CONTROL DE NIVEL DE AGUA

II-VI.III CONTROLES DE PRESION

Las calderas que producen vapor, llevan un interruptor de presión que apaga al quemador, cuando la presión de vapor llega a un valor ajustado y el quemador enciende nuevamente si la presión disminuye a -- otro punto calibrado.

Algunas calderas modernas con modulación de flama (es decir, -- el fuego puede ser controlado automáticamente o manualmente, de una posición de fuego bajo a otra de fuego alto), poseen otro control de presión que detecta la presión de vapor y en base a ésto, modula la flama.

Además de estos controles de presión, se pueden tener interruptores de presión que detectan el aire primario (para pulverizar al combustible), el aire secundario (necesario para la combustión), de baja -- presión de combustible, de alta presión de combustible, cabe mencionar -- que no todas las calderas llevan estas protecciones.

II-VI.IV ACCESORIOS VARIOS

II-VI.IV.I TRANSFORMADOR DE IGNICION

De operación automática y su finalidad es de establecer un arco eléctrico para encender el quemador.

II-VI.IV.II VENTILADOR

Entrega el aire secundario, es decir, el de combustión y proporciona el tiro forzado.

II-VI.IV.III SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA

Constituido por un motor monofásico, el cual acciona el registro de aire secundario y la dosificación de combustible.

Este sistema se tiene solo en calderas de capacidades medianas y grandes.

II-VI.IV.IV CONTROL DE FLAMA (PROGRAMADOR)

Controla la secuencia de encendido, el barrido de gases (pre-purga), la operación de la caldera, es decir, la flama en el quemador y el barrido final de gases (post-purga)

II-VI.IV.V F O T O C E L D A

Es el dispositivo que se encarga de detectar la flama en el hogar de la caldera y envía una señal al control programador y este controla a la válvula de combustible.

II-VI.IV.VI VALVULAS DE COMBUSTIBLE

De accionamiento eléctrico y control automático a través del control programador, permiten el paso de combustible al quemador.

II-VII Q U E M A D O R

Si consideramos que para quemar un combustible este debe encontrarse en forma gaseosa o en pequeñas gotas, para combustibles líquidos, el quemador es el accesorio que sirve para pulverizar al combustible se han desarrollado tres tipos basicamente:

II-VII.I C E N T R I F U G O :

El combustible se suministraba en un recipiente que gira, aprovechándose la fuerza centrífuga para desintegrar el líquido en pequeñas gotas. Este tipo de quemadores eran muy rudimentarios ya que, con una pequeña imperfección de los bordes ocasionaba un chorro que no podía atomizarse, en vez de la lamina cónica de líquido.

Los había en forma de copa y en forma de disco.

En la actualidad ya no se utilizan por ineficientes.

II-VII.II M E G A N I C O :

Se aprovecha la energía de presión, que origina una bomba de combustible y éste se hace pasar a través de pasajes y orificios pequeños para convertir dicha energía de presión a energía de velocidad. El efecto centrífugo originado por la posición de los pasajes, la viscosidad, la tensión superficial y la energía de velocidad hacen que el líquido se pulverize en forma de gotas a la salida de la espina.

Este tipo de quemadores utilizan el combustible a presiones estables y relativamente altas (de 6 a 7 kg/cm^2), por lo tanto no pueden modular la flama, es decir, trabajan en un solo fuego o no funcionan. Además son muy sensibles a la viscosidad y a la presión y no se pueden utilizar este tipo de quemadores para combustibles pesados.

II.VII.III A DOS FLUIDOS:

La ventaja de estos quemadores, es que son capaces de modular el fuego en un rango amplio. Su funcionamiento consiste en —

hacer chocar al combustible con otro fluido que puede ser aire o vapor, ocasionando una pulverización adecuada del combustible.

Las características del quemador que usa el vapor son:

El vapor debe encontrarse totalmente seco, ya que de no ser así, roba calor a la flama y además con la característica de los combustibles mexicanos de tener hasta 7% de azufre, se llega a formar ácido sulfúrico en el hogar y fluxes, ocasionando corrosión de los metales. También no puede encender la caldera con este quemador por no existir vapor.

Cuando se utiliza aire a presión, este se obtiene de un compresor y aparentemente su única desventaja es el costo de operación de dicho compresor, pero realizando un estudio económico resulta más barato atomizar con aire en un 20% aproximadamente.



FIG. 2.7 QUEMADOR A DOS FLUIDOS

II-VIII EXPLOSIONES DE LAS CALDERAS

Debido a que las calderas son recipientes a presión bajo fuego pueden llegar a explotar, ocasionando daños a instalaciones e inclusive vidas humanas y la causa de estas explosiones pueden ser:

II-VIII.I Por el lado del agua o cámara de vapor.

Falla de la válvula de seguridad.- Por que su asiento se que de pegado por acumulación de sales minerales. El recorte se trabe y - -

y cuando se requiere de su operación no funciona. Fuga de vapor por su asiento dañado, este sería el caso menos crítico.

II-VIII.II

Por un bajo nivel de agua.- Teóricamente las calderas — poseen un dispositivo que apaga al quemador cuando el nivel de agua dentro de la caldera se encuentra en un límite seguro, pero este — dispositivo ha llegado a fallar por un mal cuidado y falta de mantenimiento, en cuyo caso el quemador permanece trabajando sin existir agua dentro de la caldera. Esto ocasiona el debilitamiento y aflojamiento de tubos, hundimiento del hogar y hasta la explosión de la caldera.

Por lo tanto cuando el nivel de agua desaparece del visible nivel, se debe comprobar con los grifos de prueba localizados en la columna de nivel. Si hay ausencia de agua.

Se debe apagar la caldera inmediatamente.

Cerrar la válvula general de vapor.

No meterle agua a la caldera y esperar a que se enfríe.

Después realizar una prueba hidrostática para comprobar si hubo daños.

La prueba hidrostática consiste en cerrar todas las válvulas de salida de vapor y agua de la caldera, retirar la válvula de seguridad, así como los interruptores de presión de vapor. Inyectar agua a la caldera y elevar la presión, hasta lo indicado en la tabla, según la presión de operación máxima (presión de diseño del recipiente) Pd.

T 2.2 PRESIONES PARA PRUEBA HIDROSTATICA

Presión de diseño (Pd)	Presión de prueba (P.H.)
Igual o menor de 2 kg/cm^2	$P.H. = Pd + 1 \text{ kg/cm}^2$
De 2 a 10 kg/cm^2	$P.H. = 1.5 Pd$
Mayor de 10 kg/cm^2	$P.H. = Pd + 5 \text{ kg/cm}^2$

Estos requisitos son los exigidos en el artículo 15 del "Reglamento de Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes - Sujetos a Presión".

II-VIII.III

Falta de un tratamiento de agua adecuado.- Es de suma importancia que el agua de alimentación a las calderas, sea agua químicamente pura, es decir, sin sales minerales, ya que estas substancias con el calentamiento se precipitan en forma de incrustaciones, ocasionando; baja transferencia de calor de los gases de combustión a el agua, calentamiento excesivo de la superficie de calefacción ya que las incrustaciones se comportan como un aislante térmico, llegando inclusive a explotar la caldera.

II.VIII.IV Por el lado del fuego

Generalmente se debe a la acumulación de combustible dentro del hogar, ocasionado por fallas en el sistema de abastecimiento de combustible (válvulas en mal estado).

Falta del barrido inicial de gases - prepurga- y del barrido final de gases - postpurga-.

El tamaño de la explosión depende de la cantidad de combustible que se encuentra en el hogar de la caldera y cuando se

Establecer la flama del piloto, se origina una sobrepresión cuya magnitud puede destruir la mirilla para observar la flama, safar el plato del quemador e inclusive las tapas de la caldera.

Por lo tanto se recomienda, que cuando se llega por primera vez a una caldera y se enciende, nunca se pare enfrente del quemador y menos tratar de observar si la flama se establece, ya que se desconocen las condiciones de operación de la caldera y esta simple medida de seguridad puede evitar un accidente.

II.IX PURGAS A UNA CALDERA

La finalidad de las purgas es para desalojar cualquier materia extraña que se pueda acumular dentro de la caldera por el lado del agua. A las calderas se le deben hacer las siguientes purgas:

II.IX.I DE FONDO

Drena los lodos que se forman en el interior de la caldera, debido al tratamiento de agua.

También sirve para comprobar el sistema de alimentación de agua y el corte del quemador por bajo nivel de agua.

II.IX.II De la columna de nivel

Para evitar que lodos o incrustaciones lleguen a ocasionar una falla en la operación del flotador o electroneveles (según el tipo de columna), además de comprobar los sistemas de control que acciona el flotador o electrodos.

II.IX.III Del vidrio indicador de nivel

Mantener limpio el indicador, así como la conexión con la columna, para reducir los riesgos de un falso nivel de agua.

II.IX.IV De la línea del manómetro

Eliminar cualquier materia extraña que pueda entregar una lectura de presión errónea, así como, en el funcionamiento de los interruptores de presión que se encuentran conectados en la misma tubería del manómetro.

II.IX.V De superficie

Puede ser una purga continua y sirve para desalojar los sólidos en suspensión que se forman en la superficie del agua dentro de la caldera, además de aceite y espuma.

La frecuencia de estas purgas depende del encargado del tratamiento de agua, pero cuando menos, las tres primeras purgas se deben realizar cada ocho horas de funcionamiento.

La cuarta purga una vez al mes, si se puede hacer más frecuente, es mejor.

La última purga se realiza en calderas de gran capacidad o cuando las condiciones lo ameritan, se dice que es una purga continua y en estas calderas el sistema de alimentación de agua también es continuo. Pero existen sistemas de purga automática, en base a conductímetros, que detectan el límite de sólidos en suspensión permitidos en la caldera y en ese momento operan un sistema de válvulas para realizar la purga.

II.X EFICIENCIA DE LAS CALDERAS

Es muy importante conocer la eficiencia de la caldera, ya que ésta indica la relación de calor aprovechado del calor suministrado.

$$\% n = \frac{\text{Calor aprovechado}}{\text{Calor suministrado}} = \frac{Q_u}{Q_s}$$

$$\% n = \frac{W(h_v - h_a)}{G_c \times P_c} \dots\dots (1)$$

donde ; W - Cantidad de vapor producido kg/hr

h_v - Entalpía del vapor kcal/kg

h_a - Entalpía del agua de alimentación kcal/kg

G_c - Consumo de combustible kg/hr

P_c - Poder calórico del combustible kcal/kg

En la practica obtener la eficiencia de la caldera con la ecuación (1) es muy difícil, pues se debe medir la cantidad de agua suministrada así como de preferencia la cantidad de vapor producida, para esto se necesita medidores de flujo de agua y de vapor. También medir la cantidad de combustible utilizado, cuando se quema un combustible líquido no hay mucho problema, pero si se usa gas es indispensable contar con un medidor de flujo de gas, independiente del medidor localizado en la subestación de gas de Pemex. Todos estos datos de deben considerar de preferencia a la máxima capacidad de la caldera y mantener la carga constante, en un período de tiempo de un hora.

Los datos de poder calorífico y peso específico se pueden obtener de la siguiente tabla.

T 2.3 CARACTERISTICAS DE COMBUSTIBLES

	Diesel	Petroleo	Combustible	Gas natural.
Peso (20°C) especifico	$\frac{\text{kg}}{\text{lt}}$ 0.86	$\frac{\text{kg}}{\text{lt}}$ 0.96	$\frac{\text{kg}}{\text{lt}}$ 0.98	
Poder calorífico	10,700 kcal/kg 19,300 BTU/lb	10,250 kcal/kg 18,500 BTU/lb	10,300 kcal/kg 18,600 BTU/lb	8,460 kcal/m ³ 1,300 BTU/Pie ³

Es obvio que tratar de obtener la eficiencia por este método, es incosteable y muy difícil de lograr.

Existe otra forma para determinar la eficiencia

$$\eta = \frac{Q_p - \text{pérdidas}}{Q_s} = 1 - \frac{\text{pérdidas}}{Q_s} \dots (2)$$

Con este procedimiento se necesita contar con un analizador de gases de combustión, para determinar el porcentaje de CO₂ y O₂ en los gases de escape. También un termómetro colocado en la base de la chimenea — y otro instalado en el cuarto de la caldera (aparatos estandares en la caldera). Además las tablas de pérdidas de calor para distintos combustibles y pérdidas por transmisión de calor.



FIG. 2.8 EQUIPO ANALIZADOR DE GASES
EFICIENCIA DE COMBUSTION

Se refiere unicamente a la capacidad del quemador para quemar integralmente al combustible.

Considerando los adelantos en el diseño de quemadores, la eficiencia de combustión en las calderas puede llegar a valores de 98 % a 99 % y por lo tanto no debe confundirse este término con la eficiencia de la caldera, ya que ésta alcanza valores mínimos de 85 %, dependiendo del diseño de la caldera.

EFICIENCIA TERMICA

Indica solo la capacidad de transmisión de calor, sin considerar las pérdidas de calor por transmisión, precisión en la medida de combustible, agua y vapor.

Ejemplo: Determine la eficiencia de una caldera, quemando combustóleo, con un 13 % CO_2 , la temperatura de los gases de escape 200°C . y la temperatura del cuarto de la caldera 20°C .

200°C . son 392°F .

20°C . son 68°F .

para utilizar la tabla de pérdidas de combustóleo se necesita de la diferencia de temperatura entre los gases de escape y el cuarto de máquinas.

$$d_t = 392 - 68 = 324^\circ\text{F}$$

con este dato y el porcentaje de bióxido de carbono se obtiene, 13.4 sumando 2% de pérdidas por transmisión de calor y restando del 100% determinamos la eficiencia

$$13.4 + 2 = 15.4$$

$$N = 100 - 15.4$$

$$N = 84.6 \%$$

SECCION III.- CRITERIOS DE SELECCION DE CALDERAS.

Para determinar la capacidad de una caldera es necesario considerar los siguientes factores:

1) Cálculo correcto de la demanda de vapor.

Esto es muy importante, ya que de este dato dependerá la capacidad y un error en este concepto, implica una caldera sobrada o el caso más crítico una caldera que no puede satisfacer la demanda.

Considerando que en la industria la utilización del vapor es como un medio de calentamiento ya sea en forma directa o indirecta.

Es conveniente realizar un censo de cargas térmicas - es decir, la cantidad de calor necesario para cada máquina o proceso con sus pérdidas. De preferencia se deben hacer dos listas. La primera será la capacidad total de vapor y la segunda considerará las cargas de máxima demanda que se pueda presentar en un momento dado, es obvio que la segunda lista es de un valor menor que la primera lista y por lo tanto, de la segunda lista saldrá la capacidad mínima del equipo.

En algunas máquinas que requieren vapor para su proceso, se indica la cantidad de vapor y presión necesaria, pero si se desconocen estos datos y se tiene que determinar, se pueden presentar dos casos:

a) Se quiere calentar una determinada masa desde una temperatura t_1 hasta una temperatura t_2 , en un cierto tiempo - (referido a una hora).

Para este caso se trata de calor sensible y se puede determinar con la siguiente fórmula.

$$Q_s = W C_p (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(1)$$

Q_s - calor sensible

W - peso de la masa a calentar

C_p - calor específico de la masa a calentar

t_2 - temperatura final

t_1 - temperatura inicial.

El resultado de calor sensible obtenido en la ecuación (1), según el sistema empleado pueden ser: Kcal/hr, o ETU/hr y estas unidades indican la cantidad de calor necesario en una hora.

Esto es muy importante, ya que si queremos calentar la misma masa en media hora, la cantidad de vapor W debe multiplicarse por dos, pero si deseamos calentar la masa W en dos horas entonces se divide entre dos, de aquí se puede observar que por requerir calentar la masa dada en media hora implica el doble de calor sensible y por lo tanto una capacidad de caldera muy grande.

Para determinar la cantidad de vapor.

$$\dot{m} = \frac{Q_s}{h_{fg}} \dots\dots\dots(2)$$

donde; \dot{m} .- cantidad de vapor necesario

Q_s .- calor sensible

h_{fg} .- entalpia del vapor o calor latente a usar.

La obtención de la presión de operación de la caldera se hace de la siguiente manera.

Se determina la presión del vapor en el equipo, se puede ayudar con las tablas de vapor, después se calculan las pérdidas a través de la tubería desde la caldera hasta el equipo, lo cual entrega la presión.

b).- Se necesita calentar y evaporar una masa determinada en un cierto tiempo (una hora).

El proceso requiere de calor sensible y latente. El Q_B se determina con la ecuación (1), pero la temperatura t_2 se considera como la temperatura de saturación a la presión absoluta a que se encuentra dicha masa

El Q_1 implica cambio de estado físico es decir eliminar humedad y es la mayor cantidad de calor, para obtenerlo se utiliza la ecuación

$$Q_1 = W \cdot h \quad \dots\dots(3)$$

donde; Q_1 - calor latente

W - peso de la masa que se desea evaporar

h - calor latente de vaporización o h_g .

Para determinar la cantidad de vapor

$$Q_t = Q_B + Q_1$$

$$\dot{m} = \frac{Q_t}{h_g} \quad \dots\dots(4)$$

donde; \dot{m} - flujo de vapor

Q_t - calor total

h_g - calor de evaporación

La presión de operación de la caldera se obtiene de la misma forma del caso "a".

Cuando se realiza el censo de cargas térmicas, también deben considerarse las pérdidas por transmisión de calor que se tiene en las máquinas, estas pérdidas no son fácil de obtener y en la práctica es común considerarlos como un 10% de la carga de vapor del equipo si este se encuentra aislado correctamente y de un 20% para equipos sin aislamiento.

Para necesidades de agua caliente se tiene dos opciones:

I.- Comprar una caldera de agua caliente y recircular el agua por el sistema, siendo este del tipo cerrado, es decir, no necesita agua de repuesto y además el agua caliente no sufre contaminación.

II.- Adquirir una caldera de vapor y usarlo para calentar el agua de servicio.

El criterio de selección de estas opciones, dependen básicamente del tipo de proceso.

TABLA 3.1

METODO PARA EL CALCULO POR NUMERO DE PERSONAS *

	Agua caliente requerida por persona lts/día a 60°C	Máxima demanda por hora	Duración de la máxima demanda	Capacidad de almacenamiento	Capacidad de calentamiento
Casas, Aptos.	100	1/7	4 Hr.	1/5	1/7
Hoteles	38	1/5	2	1/5	1/6
Oficinas	180	1/3	1	2/5	1/8
Fábricas				1/10	1/10
Restaurantes					
Rest. 3 comidas/día		1/10	8	1/5	1/10
Rest. 1 comida/día		1/5	2	2/5	1/6

* Del "Manual de Calderas Selmecc". Selmecc Equipos Industriales. 2a ed. 1981

Plantas de Asfalto.—

Normalmente se usa una presión de vapor de 8.8 a 10.5 Kg/cm², para calentar el asfalto de 149 a 155°C.

En general se requiere 2.0 CC cada 4000 lts. de asfalto y 5 CC por cada 30 mts. de tubo de 3" de diámetro con chaqueta de vapor.

Papeleras.—

El proceso implica secar el papel en tambores rotativos calientes. La presión de vapor en máquinas antiguas, es de 3.5 Kg/cm² y de 12.5 Kg/cm² en modernas.

Se tiene una serie de tambores a los cuales se les va aumentando la presión y temperatura paulatinamente para tener un buen secado.

Los cálculos se hacen en bases a que por cada kilo producido de papel, se necesitan 8 Kg. de vapor.

Vulcanizadoras.—

Tamaño de la llanta	Caballos
600—16, 650—15, 700—15	1
600—20, 700—20, 900—16	1.5
750—20, 1000—20	2.0
1200—24, 1400—20	2.5
Equipo pesado	10.0

Hornos por radiación.—

Se calculan en base al diámetro interno y la superficie de radiación, o sea por cada m² se requieren 1.5 Kg. de vapor.

Enlatadoras.—

Equipos de 1.83 a 6.2 mts. de largo por 1.22 a 1.83 mts. de ancho requieren de 15 a 25 C.C. las retortas de cocimiento están en el mismo rango, los otros equipos son menores.

Fábricas de alimentos.—

Los alimentos se cocen por lo general en peroles de cobre, con chaquetas de vapor con una presión de 3.9 Kg/cm², el tiempo de cocido se requiere que sea rápido, unos 7 minutos para alcanzar la temperatura de 106°C., y evaporar un 20% de agua.

Para cálculos rápidos se pueden tomar los siguientes datos:

(Caballos Caldera).

Peso del Alimento	Minutos de cocimiento			
	7	15	20	30 60
11.2 Kg.	3	1.5	1	.75 .5
22.7 "	6	3	2	1.5 .75
45.3 "	12	6	4	3 1.5
68.0 "	17	8	6	4 2
91.0 "	23	11	8	6 3
112.0 "	28	13	10	7 3.5
136.0 "	34	16	12	8 4.0

Hospitales.—

Utilizan vapor a una presión de 3.2 a 7 Kg/cm². A continuación, se dan algunos datos de los equipos más usuales.

Esterilizadoras cilíndricas para ropas.

Tamaño en pulg.	Caballos Caldera
12 X 20	.5
14 X 22	.6
16 X 24	.6
16 X 30	.7
16 X 36	.8
16 X 48	1.0
16 X 60	1.3
20 X 28	1.0
20 X 36	1.2
20 X 48	1.3

Esterilizador de utensilios	Caballos caldera
20 X 16 X 16 pulg.	1.6
24 X 20 X 20 pulg.	2.5

Esterilizador de instrumental	Caballos caldera
18 X 9 X 7	1.3
20 X 10 X 8	1.6
22 X 17 X 10	2.0
24 X 16 X 10	2.2

Cremerfas.—

Las bateas con chaquetas de vapor para la fabricación de crema y quesos requieren una presión de vapor de: 7 Kg/cm² 100 lbs./pulg.², y de 15.6 a 40.5°C., de calentamiento.

Datos prácticos son para:

630 Kg de crema se requieren	3.2 Caballos Caldera.
1820 " " " " "	6.3 " "
3400 " " " " "	10 " "
4220 " " " " "	14.5 " "
6350 " " " " "	21.0 " "

2).- AGUA DE ALIMENTACION

Cuando se determina la caldera, es importante conocer la temperatura del agua de alimentación, tanto para el cálculo como para la operación de la caldera, ya que de aquí se obtiene el factor de evaporación.

Es muy importante hacer un análisis químico del agua de alimentación, pues la "vida" de caldera, es el tratamiento de agua.

Ver sección "Tratamiento de agua a calderas".

3).- TIPO DE CALDERA A UTILIZAR

Considerando la clasificación de calderas, se tienen dos opciones.

Tubos de fuego.- Recomendadas para capacidades hasta de 800 caballos caldera (12,520 kg/hr. desde y a 100°C).

Tubos de agua.- Capacidades mayores a 800 c.c. Pero se pueden tener combinaciones del tipo de caldera entre 800 c.c. y el crítico que se debe considerar son los referentes a las características de cada tipo de caldera.

También en base a la demanda de vapor se debe considerar el número de calderas. Por ejemplo, si la demanda es muy grande en determinadas horas y menor en otras, es aconsejable tener más de una caldera, permitiendo con esto una operación y mantenimiento más confiable, ya que se puede tener fuera de funcionamiento alguna caldera y la (s) otra (s) trabajando.

4).- TIPO DE COMBUSTIBLE A QUEMAR

Este factor depende del tiempo de operación de la caldera y la capacidad.

Los combustibles usados en calderas son:

Diesel (No. 2).— Requiere de poco mantenimiento y cuidado, pero el costo del diesel es relativamente caro \$32.00 litro. Se recomienda en calderas de pequeña capacidad o tiempo de funcionamiento corto.

Combustóleo (No.6).— Conocido como chapopote o petróleo pesado, se necesita de equipos especiales y mantenimiento más riguroso, el costo es de \$10.00 litro. Por su economía se utiliza en calderas de gran capacidad o tiempo de operación continua.

Gas natural.— Es el combustible ideal para las calderas, mantenimiento casi nulo, operación muy limpia, pero se debe tener cuidado con las fugas de gas. Otra limitante es que no todos los lugares tienen gasoductos. Su precio es de \$14.00 el m³.

Gas L. P.— No se utiliza en quemadores principales por su alto precio y el problema de almacenamiento. En pilotos de ignición sí se utiliza.

Se pueden tener otros combustibles: Petróleo diáfano, tractomex carbón, bagazo de caña, etc. pero son contadas las calderas que lo queman.

De la adecuada selección de combustible y el tipo de caldera se obtendrán los costos de producción de vapor.

5).— Espacio disponible

No debe ser ningún límite el espacio disponible pues el ahorro de espacio puede implicar la adquisición de un equipo de bajo rendimiento térmico y por lo tanto, altos costos de vapor por combustible usado.

Ejemplo:

En una fábrica de tabiques se necesita cocer al producto en el horno durante 4 horas, a una temp. - de 197°C ., cada horno tiene una capacidad de 2000 tabi- ques y en la fábrica existen 10 hornos, cada tabique - pesa 1 Kg. y la temperatura del agua de alimentación será de 25°C . Determinar la capacidad de la caldera y presión de operación de la caldera.

Solución:

El proceso requiere de calentamiento y evapo- ración, por lo tanto deben calcularse calor sensible y calor latente, de la fórmula (1) tenemos;

$$Q_s = W C_p (t_2 - t_1)$$

$$\frac{(2000 \text{ Kgs.}) (0.22 \text{ Kcal/Kg } ^{\circ}\text{C}) (197^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})}{4 \text{ hrs.}}$$

$$Q_s = 18,920 \text{ Kcal/hr.}$$

para el calor latente, de la fórmula (3),

$$Q_l = W \cdot h_{fg}$$

$$\frac{(2000 \text{ Kg.}) (469 \text{ Kcal/kg.})}{4 \text{ hrs.}}$$

$$Q_l = 234,500 \text{ Kcal/hr.}$$

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

$$18,920 + 234,500$$

$$Q_t = 253,420 \text{ Kcal/hr.}$$

con la ayuda de la fórmula (4), para determinar el flu

jo de vapor se tiene;

40

$$\dot{m} = \frac{Q_t}{h_g}$$
$$= \frac{253,420 \text{ Kcal/hr.}}{670 \text{ Kcal/Kg.}}$$

$$\dot{m} = 378.23 \text{ Kg/hr.}$$

considerando los diez hornos

$$\dot{m} = 3782.3 \text{ Kg/hr.} = \text{Cap. real}$$

$$FE = \frac{\text{Capacidad nominal}}{\text{Capacidad real}}$$

De la tabla de Factor de Evaporación (E.T. 2.1)

tenemos F.E. = 1.18

despejando para la capacidad nominal,

$$\text{Cap. nominal} = (\text{F.E.}) (\text{Cap. real})$$

$$= 1.18 \times 3,782.3$$

$$\text{Cap. nominal} = 4,463.1 \text{ Kg/hr}$$

dividiendo entre 15.65 Kg/hr = 1 C.C. (Caballo Caldera)

$$\text{Cap. nominal} = 285.18 \text{ C.C.}$$

La capacidad es de 300 Caballos Caldera.

Para obtener la presión de operación, con el dato de 197°C. de la tabla de vapor, se tiene 15 Kg/cm²

$$P_{\text{ABS.}} = P_{\text{MAN.}} + P_{\text{ATM.}} = 15 \text{ Kg/cm}^2$$

la presión atmosférica del lugar es de 0.788 Kg/cm², -

despejando para para la presión manométrica,

$$P_{\text{MAN.}} = 15 - 0.788 = 14.21 \text{ Kg/cm}^2$$

esta presión sería la necesaria en cada horno, sumando

las pérdidas que se tendrán en la tubería se obtiene -
la presión de operación.

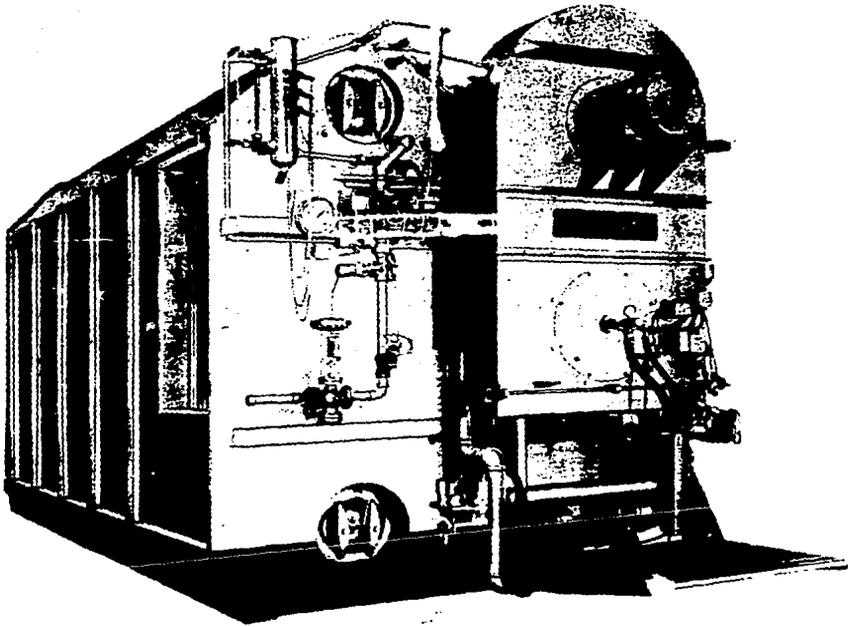


FIG. 4.1 CALDERA PAQUETE TUBOS DE AGUA

SECCION IVDESCRIPCION DE LA CALDERA TUBOS DE AGUA

La siguiente descripción corresponde a una caldera paquete del tipo tubos de agua.

Capacidad máxima evaporativas

desde y a 100°C	19,182 kg/hr.
desde y a 212°F	42,200 lb/hr

Modelos: DELTA 68

Quemador: CB - CN/5

Marcas: CLEAVER BROOKS

Presión de diseños:

17.5 kg/cm ²
250 lb/pulg ²

Combustible a usar: Gas natural-combustoleo

Requerimientos: FIA (Factory Insurance Association)

IV.I.- DOMO DE VAPOR

También recibe el nombre de domo superior, $36\frac{1}{2}$ esta construido con placa de acero de 5/8", SA-515 grado 70. El domo esta soldado de acuerdo al código ASME para calderas, además toda la soldadura es radiografiada. El domo recibe un tratamiento térmico para relevar los esfuerzos que adquiere el metal por el proceso de soldadura, dicho tratamiento consiste en calentar el domo en un horno a 593°C (1100°F) durante una hora como mínimo, dejandose enfriar lentamente.

El domo cuenta con registros pasa-hombre de 12" x 16" uno en cada extremo.

Conexión bridada para la salida de vapor con un diámetro de 8" conexión roscada de 2" diámetro, para el suministro de agua.

Preparación para la conexión de tres válvulas de seguridad.

Conexión roscada de 1" diámetro para la purga de superficie.

Conexión roscada para el deshollinador 2" de diámetro

Conexiones roscadas para la columna de nivel de agua 1" diámetro

Conexión roscada, para el sistema termo-hidráulico de alimentación de agua 1" diámetro

Conexión roscada para la dosificación de productos químicos — 1/2" diámetro

Conexión roscada para la válvula de venteo 1" diámetro.

También cuenta con dos "orejas" para maniobras de la caldera.

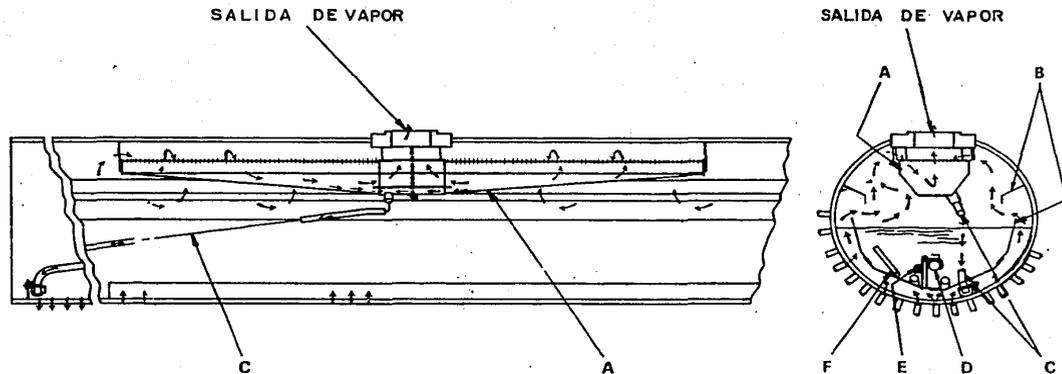
Internamente el domo tiene unos baffles que evitan la mezcla del vapor, con el agua de alimentación, esto evita el fenómeno de "espumeo" en el nivel de agua en el domo.

Además un separador de vapor localizado en la parte alta del domo, sirve para eliminar humedad del vapor producido y obtener una cantidad de vapor de 98 - 99.5 %.

La humedad que se va acumulando se elimina por un tubo de escape. (VER FIG. 4.2)

El domo es soportado por los mismos tubos, sin necesidad de soportes extras.

FIG. 4.2 COMPONENTES DEL DOMO DE VAPOR



A. Separador de vapor.

B. Bafles de control.

C. Dren del separador de vapor.

D. Alimentación de agua.

E. Alimentación productos químicos.

F. Conexión de la purga continua.

DOMO INFERIOR .

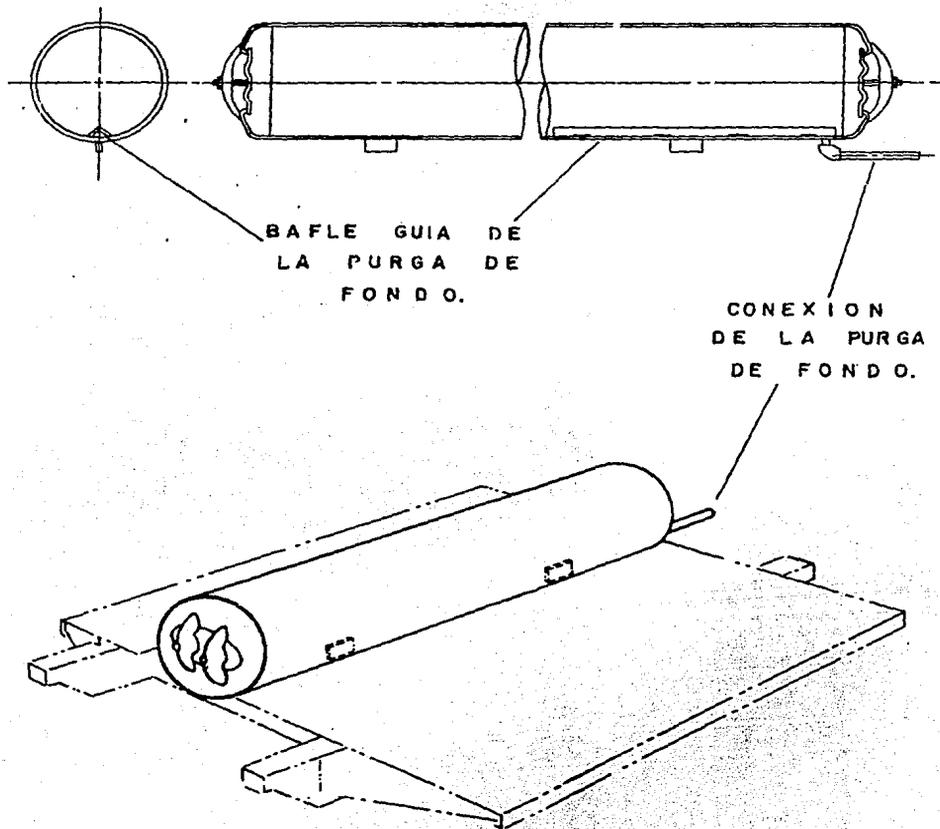


FIG. 4.3

IV.II.- DOMO INFERIOR

Algunas veces llamado domo de agua, esta construido con placa de acero de 0.687", SA-53 grado B, el diámetro externo es de 24".

La soldadura del domo es conforme el código ASME por lo tanto su proceso de fabricación es similar al domo superior.

Internamente el domo tiene un bafle guía, para asegurar una - purga de fondo efectiva.

La conexión es roscada de 1 1/4" diámetro, cuenta con dos registros pasa-hombre de 12"x 16" en cada extremo.

El domo es soportado por una placa de "acero pesado", capaz - de resistir el peso de la caldera.

IV.III.- COLOCACION DE LOS TUBOS

Todos los tubos son de 2" diámetro, tubo flux sin costura - soldado con resistencia eléctrica tipo SA-178.

Son expandidos en los orificios o palacios de cada domo.

Se tiene una zona de tubos colocados tangencialmente con la finalidad de disminuir considerablemente el aislamiento y, la colocación de baffles para la circulación de gases de combustión.

En la región más poblada de tubos, estos son colocados quedando las filas con espacios, con la ventaja de poder retirar el menor número de tubos, cuando sea necesaria una reparación.

Existe una separación entre tubos para la instalación del des-hollinador. También se tienen unos baffles colocados verticalmente para mantener la velocidad de los gases y aprovechar más la transferencia de calor. (ver fig. 4.4. y 4.7)

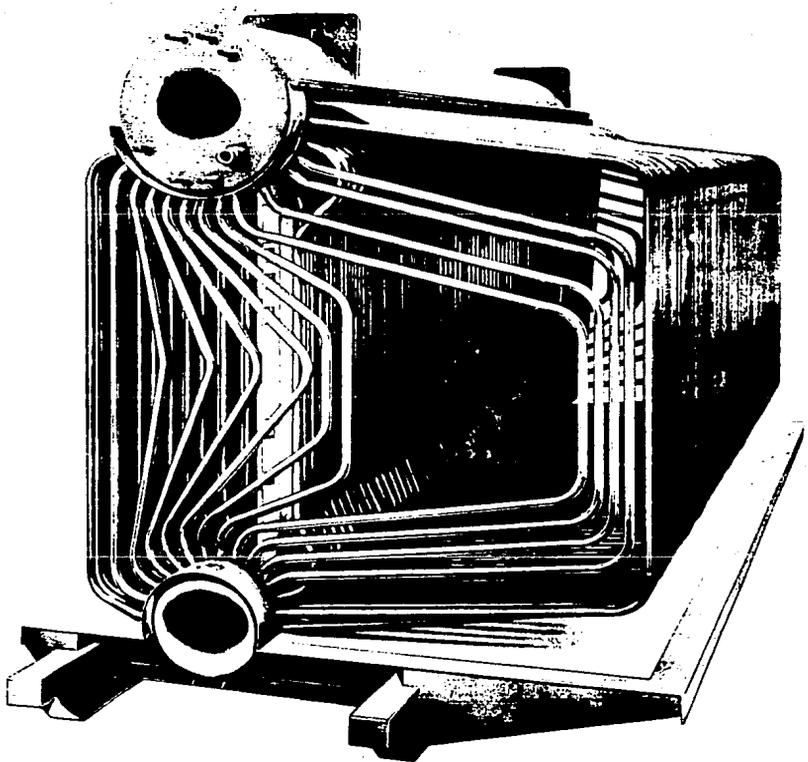


FIG. 4.4

IV.IV.- ARREGLO DEL MATERIAL AISLANTE Y ENVOLVENTE

La caldera cuenta con un doble sello, el primero sirve para mantener los gases de combustión completamente aislados y el segundo disminuye al mínimo las pérdidas de transmisión de calor al medio ambiente. (Ver fig. 1.5)

Disposición del aislante

-Pared frontal

Area del hogar

- Pared de block refractario de 3" de espesor.
- Block aislante alta temperatura 2" de espesor.
- Block aislante alta temperatura 2 1/2" de espesor.
- Lamina calibre 10 para sello interno de la envolvente .
- Fibra de vidrio 2 1/2" de espesor cubierta frontal de la envolvente y plato del quemador, con lamina de 1/4."

-Pared trasera

- Pared de block refractario de 3" de espesor.
- Block aislante alta temperatura 2" de espesor.
- Block aislante alta temperatura 2 1/2" de espesor lamina calibre 10 para sello interno de la envolvente.

ARREGLO DEL MATERIAL AISLANTE Y ENVOLVENTE

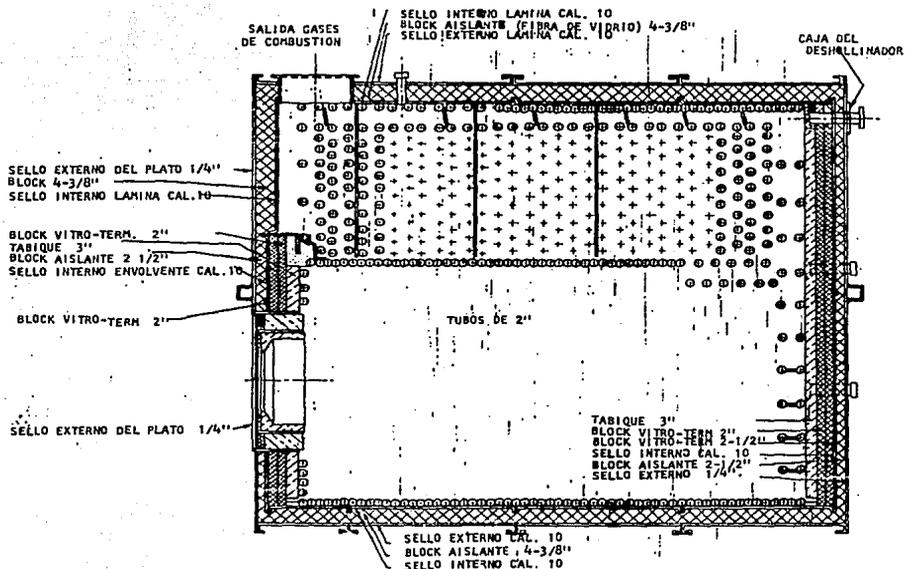


FIG. 4.5

-Fibra de vidrio 2 1/2" de espesor

-Cubierta trasera de la envolvente con lamina de 1/4".

- Pared de agua y banco de tubos:

-Lamina calibre 10 de acero al carbono para sello interno.

-Fibra de vidrio 4 3/8" de espesor.

-Cubierta externa con lamina calibre 10 .

-Piso del hogar

- Los tubos en el piso del hogar son cubiertos con tabiques refractarios de 1 1/2" x 1 1/2".

-Cubierta de los domos

- Los domos son cubiertos con fibra de vidrio y después con una lamina calibre 10 para la envolvente.

La caldera cuenta con tres mirillas y la preparación de estas, lleva una piedra refractaria circular en cada mirilla.

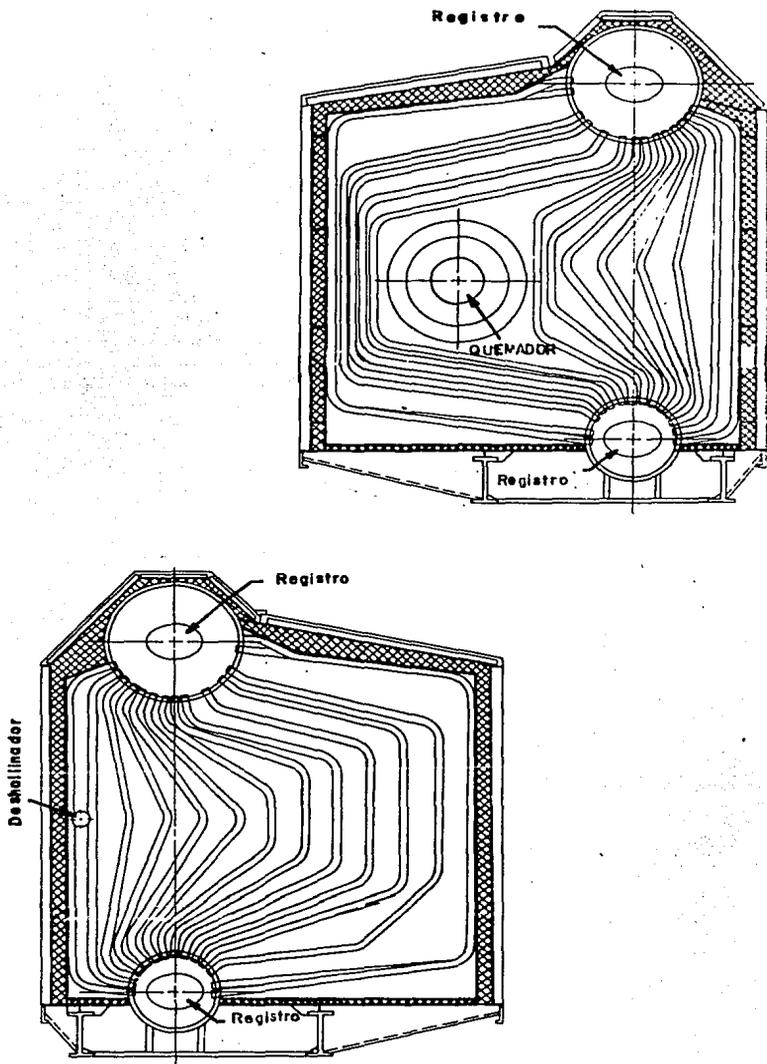


FIG. 4.6 DISPOSICION DE LOS TUBOS EN LA PARTE FRONTAL Y TRASERA.

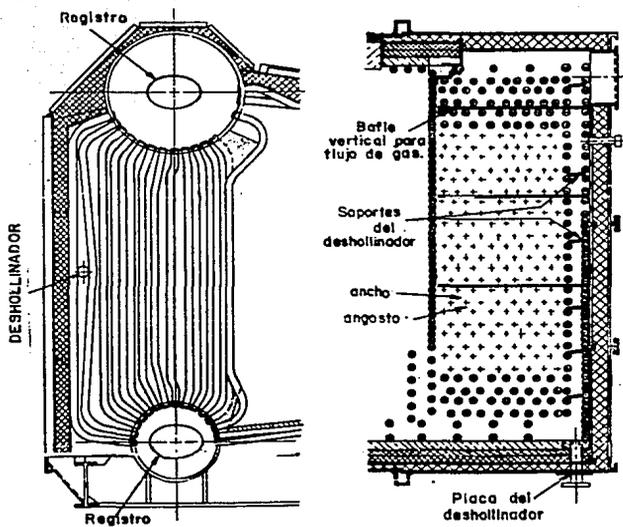


FIG. 4.7 DISTRIBUCION DE TUBOS

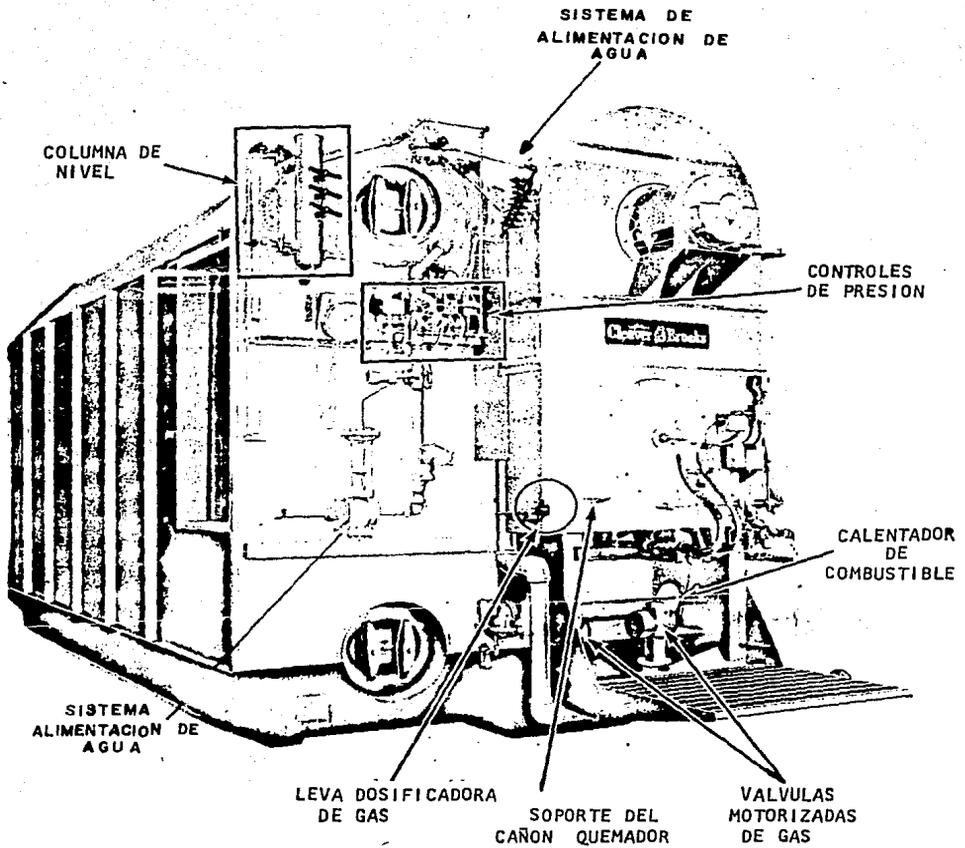


FIG. 4.8 ACCESORIOS DE LA CALDERA TUBOS DE AGUA

IV.V UBICACION Y DESCRIPCION DE LOS ACCESORIOS

IV.V.I COLUMNA DE AGUA

Se conecta al domo de vapor, por lo tanto se localiza en la parte superior de la caldera.

Internamente tiene cinco electrodos, que controlan el cierre de las válvulas de combustible en caso de un bajo nivel de agua y el sistema de alarma por alto y bajo nivel.

Por fuera tiene un vidrio indicador del nivel de agua existente en la caldera.

También se cuenta con tres válvulas de prueba llamados comúnmente "grifos de prueba", los cuales son accionados desde el piso con cadenas. (Ver fig. 4.8)

IV.V.II SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA

La caldera cuenta con un sistema de alimentación continuo, pero la entrada de agua se controla con un sistema termo-hidráulico que opera una válvula reguladora de suministro de agua.

El sistema térmico se conecta al domo de vapor y su característica es la de estar inclinado, además de verse cubierto con un tubo con aletas disipadoras de calor.

La conexión al sistema hidráulico se realiza con un tubo de cobre a la válvula reguladora, la identificación de esta válvula es un resorte en el vástago de la válvula. (Ver fig. 4.8)

IV.V.III CONTROLES DE PRESION

Instalados en la línea del manómetro y está se conecta a la cámara de vapor de la caldera. (Ver fig. 4.8)

Por ser la caldera para especificaciones FIA la caldera tiene cuatro controles de presión:

Dos interruptores de presión que apagan a la caldera cuando la presión de vapor alcanza el valor ajustado en cada interruptor y también encienden al quemador cuando la presión de vapor, baja a un valor seleccionado, obviamente, un interruptor es el encargado de esta operación y el otro es la seguridad extra, en caso de fallar el primero. (GPLO y GPLMO)

Un control de presión que, detectando la presión de vapor, modula la flama en la caldera automáticamente. (CPM)

Un interruptor de presión el cual evita el encendido de la caldera en fuego alto, en tanto no se alcance el valor calibrado en dicho interruptor, es decir la caldera enciende en fuego bajo. (IAFB)

IV.V.IV SISTEMA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO

Los combustibles líquidos para poder quemarse deben ser pulverizados, para lo cual la caldera tiene un quemador tipo a dos fluidos, es decir con aire de un compresor se pulveriza al combustible líquido, por lo tanto se puede usar combustóleo (No. 6) o diesel (No. 2)

Pero cuando se desea utilizar combustóleo éste se debe calentar para disminuir su viscosidad y se pueda manejar por tuberías, bombas de combustible y orificios de la esprea.

La temperatura mínima del combustóleo para su "bombeo" es de 49°C aprox. , pero esta temperatura ocasiona problemas de pulverización, por lo tanto, en la caldera se incrementa la temperatura hasta -

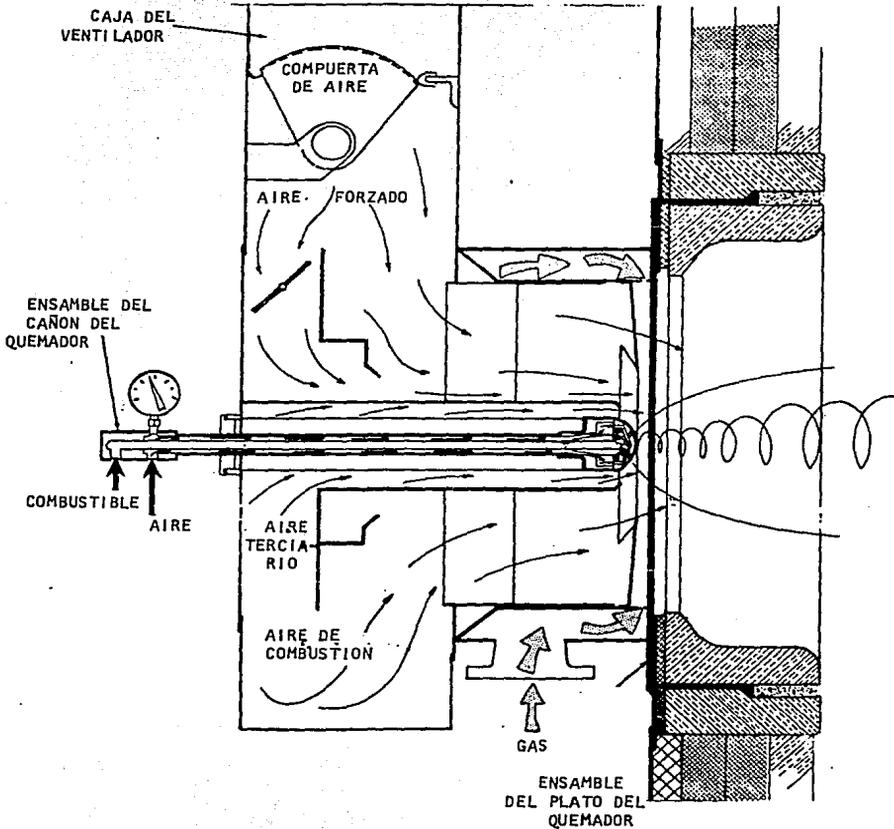


FIG. 4.9 REPRESENTACION DEL QUEMADOR PARA GAS Y COMBUSTOLEO.

85°C. como mínimo y 115°C como máximo. El calentamiento se realiza en el calentador de combustible con la ayuda de tres resistencias eléctricas y un calentador de vapor.

Para la automatización se tienen dos termostatos, uno controla al sistema eléctrico (TGE) y el otro a la válvula solenoide de vapor al calentador (TCV).

Dos interruptores de temperatura del combustible el primero abre un circuito si la temperatura es baja y el segundo, cuando la temperatura es alta abre el circuito (IBTC y IATC), estos son dispositivos de seguridad de la caldera.

Un interruptor de baja presión de combustible que también interrumpe un circuito eléctrico al presentarse la condición de baja presión de combustible. (IBPC).

El block múltiple de combustible es una pieza de hierro vaciado que alberga a las válvulas reguladoras de presión, válvula de retorno y válvula de by-pass, además de la válvula dosificadora de combustible.

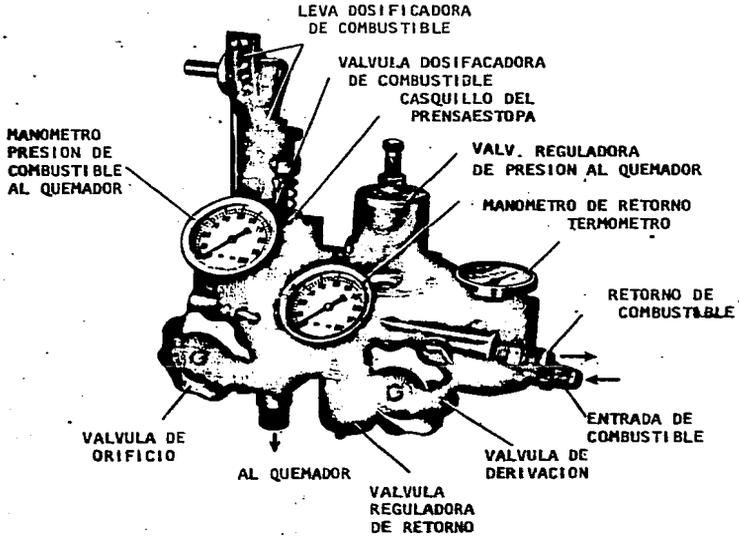
La descarga de esta válvula es hacia la solenoide de combustible (para el quemador) y el sobrante al retorno.

La caldera cuenta con un sistema de purga del combustible que llega a quedar entre la válvula solenoide de combustible y la esprea del quemador, dicho sistema esta formado por una bomba de combustible (BPC) y una válvula solenoide de purga de combustible (VSPC).

IV.V.V. SISTEMA DE COMBUSTIBLE CASEOSO

La tubería de alimentación de gas es de 4" de diámetro y tiene los siguientes accesorios:

S I S T E M A D E C O M B U S T O L E O



S I S T E M A D E G A S

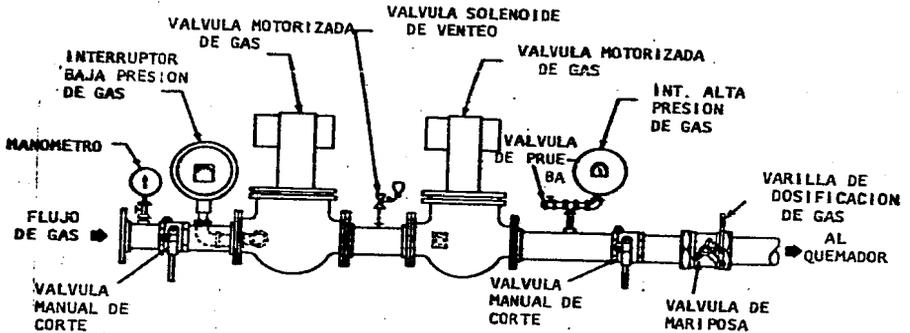


FIG. 4.10 ARRIBA BLOCA DE COMBUSTOLEO. ABAJO TREN

DE GAS

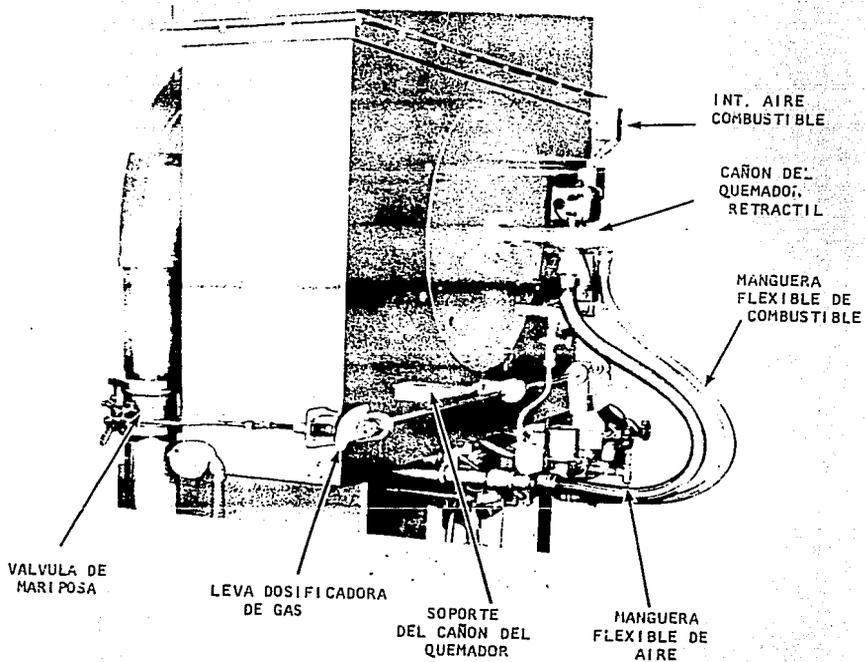


FIG. 4.1. SUMINISTRO DE GAS Y COMBUSTIBLE.

Dos válvulas principales de gas. -- De operación eléctrica (VNG).

Dos válvulas de acción manual.

Un manómetro para medir la presión de entrada de gas

Una válvula solenóide de venteo (VVG) colocada entre las dos válvulas y se encuentra normalmente abierta cuando las principales están cerradas y cierra cuando abren las principales.

Un interruptor de baja presión de gas (IBPG), cuando la presión de gas es menor de lo requerido este interruptor abre el circuito del quemador.

Un interruptor de alta presión de gas, (IAPG), cuando la presión de gas es mayor de lo necesario se interrumpe el circuito al quemador. Los dos interruptores de presión son de restablecimiento manual.

"Tec" de prueba para medir la salida de gas a través de -- válvulas principales de gas.

Válvula de mariposa, es la encargada de dosificar la cantidad de combustible para la modulación de flama, el disco de la válvula es operado por una varilla que esta conectada al sistema de modulación.

El quemador de gas principal, es del tipo anular de mezcla en boquilla.

El sistema del piloto a gas se compone de:

Válvula "macho" de accionamiento manual.

Válvula solenóide de operación eléctrica (VSPG)

Válvula "macho" para ajuste del piloto a gas

Manómetro en la tubería del piloto, para detectar la presión adecuada. (Ver fig. 4.10).

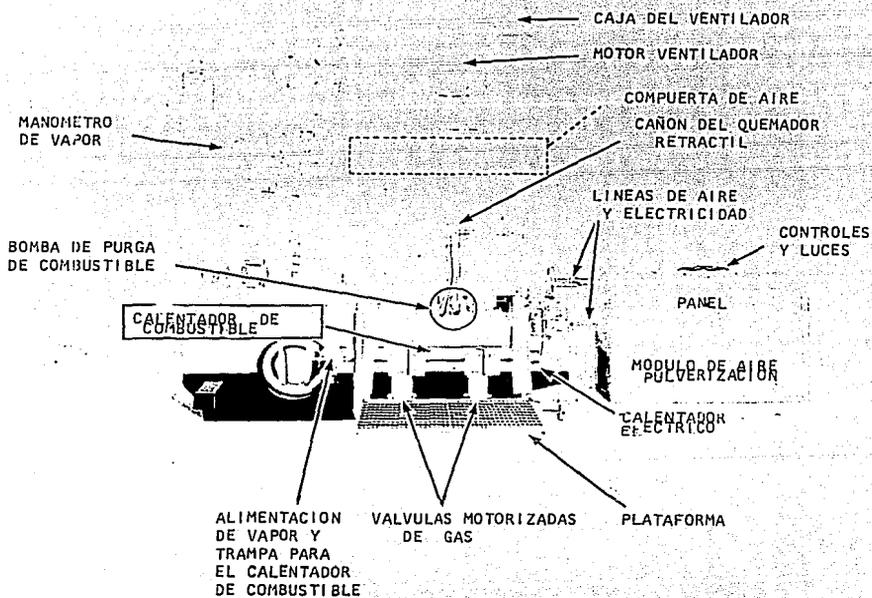


FIG. 4.12 ACCESORIOS DE LA CALDERA TUBOS DE AGUA

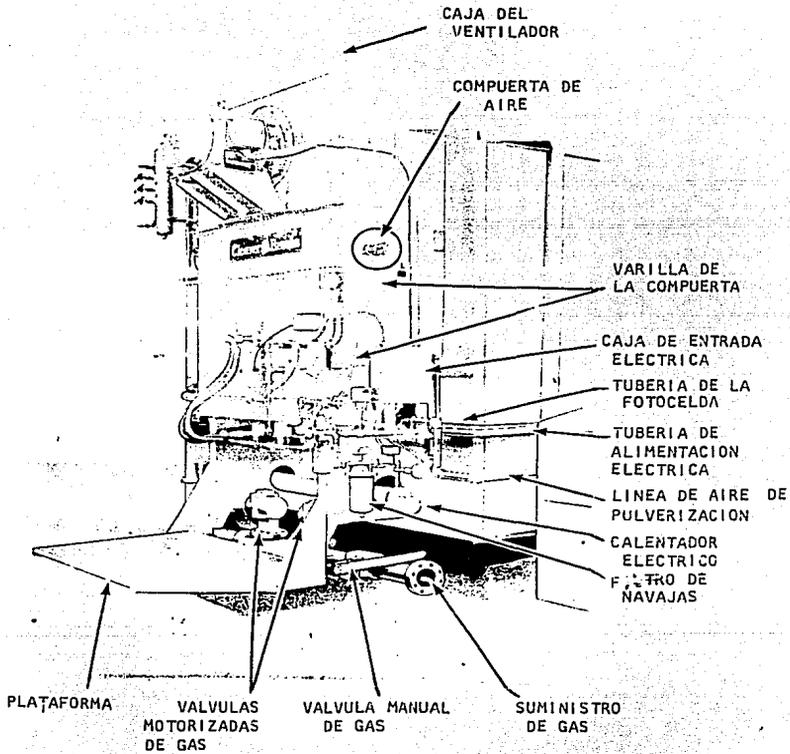


FIG. 4.15 ACCESORIOS DE LA CALDERA TUBOS DE AGUA

IV.V.VI.- SISTEMA DE AIRE PRIMARIO

El aire que se necesita para pulverizar al combustible líquido se le llama aire primario y es proporcionado por un compresor centrífugo accionado por un motor eléctrico.

En el módulo del compresor de aire se tiene lo siguiente:

Un filtro de aire, una válvula check, el compresor centrífugo, la tubería de descarga del compresor que conduce aire y aceite, un tanque de almacenamiento y filtrado de aire-aceite, un interruptor de presión (IAA), la conexión de salida de aire, la tubería de aceite hacia un filtro de aceite y el núcleo de enfriamiento de aceite y el retorno al compresor.

El aire del compresor llega al block del cañón del quemador y se registra la presión en el manómetro del cañón. La pulverización se realiza en la caprea del cañón del quemador.

Un empaque de neopreno tipo "O-ring", evita la mezcla de aire con el combustible en el block del cañón.

IV.V.VII.- SISTEMA DE AIRE SECUNDARIO

Se le llama también aire de combustión y lo entrega un ventilador para obtener el tiro forzado, que está colocado en la parte superior de la caldera. (Ver fig. 4.9)

El aire se succiona del medio ambiente y es forzado a la caja del ventilador y de ahí a través de la compuerta de modulación de flama y sigue al plato del difusor para mezclarse con el combustible y obtener una combustión correcta.

Cuando se tiene fuego bajo en la caldera una pequeña cantidad de aire se dirige a una zona alrededor del cañón del quemador -

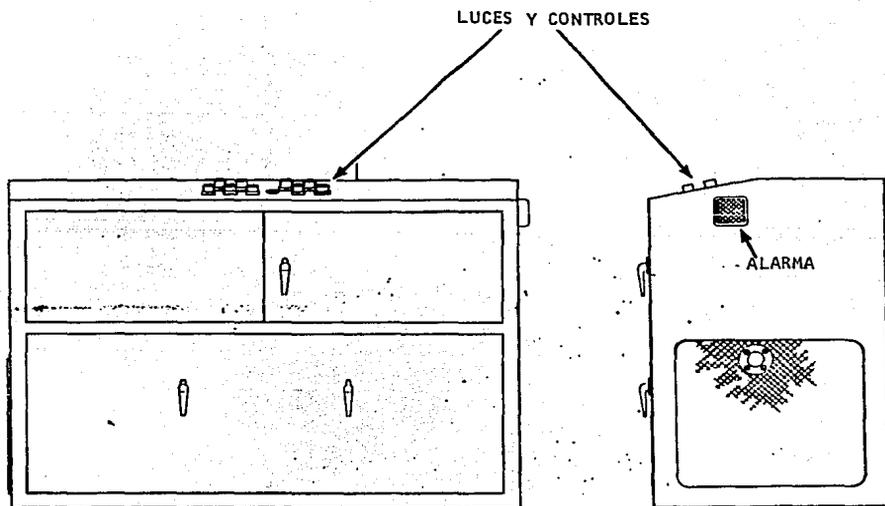
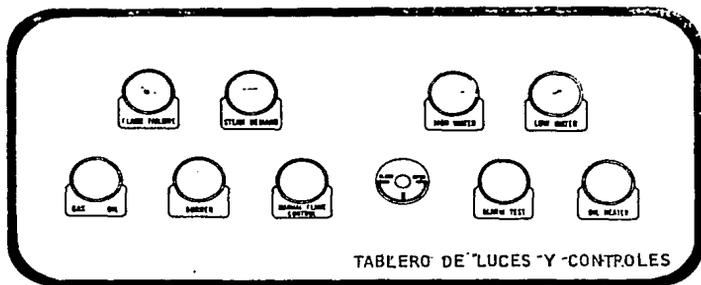


FIG. 4.14 PANEL DE CONTROL.

IV.V.VIII.- SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA

Un motor monofásico reversible se encarga de modular la flama desde la posición de fuego bajo hasta fuego alto.

Con la ayuda de un sistema de varillas y levas se accionan las válvulas dosificadoras de combustible para combustión de gas y la compuerta de aire secundario.

La operación del motor se puede hacer en forma manual o automáticamente considerando la demanda de vapor.

IV.V.IX .- ACCESORIOS Y PANEL DE CONTROL

Transformador de ignición (TI).- Entrega el arco eléctrico para la ignición del piloto.

Fotocelda (FC).- Detecta la flama y mantiene un sistema eléctrico que controla la operación de las válvulas principales de combustible.

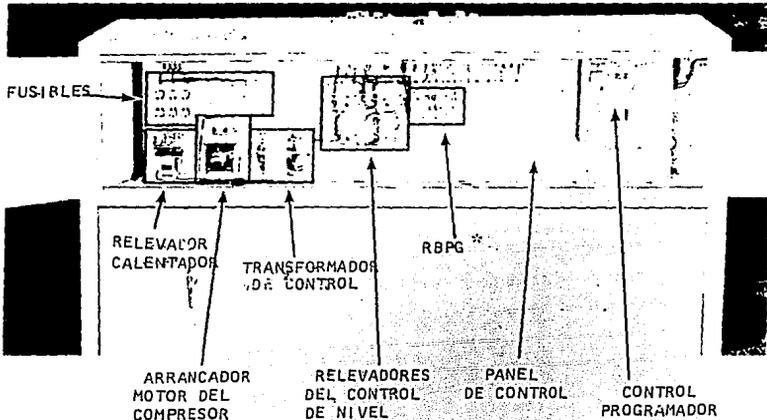
Micro-interruptor del quemador (MQC).- Cuando el cañón del quemador se encuentra en su posición correcta, este interruptor cierra un circuito del quemador.

Interruptor aire combustible (IAC).- Es un interruptor de presión que cierra cuando hay suficiente presión de aire secundario.

En el panel de control se tienen los siguientes interruptores de control y luces indicadoras.

Luz roja (LFF).- Se enciende cuando sucede una falla de flama.

Luz verde (LDV).- Indica que hay demanda de vapor y solo -



* RBPA - RELEVADOR BAJA PRESION DE ACEITE

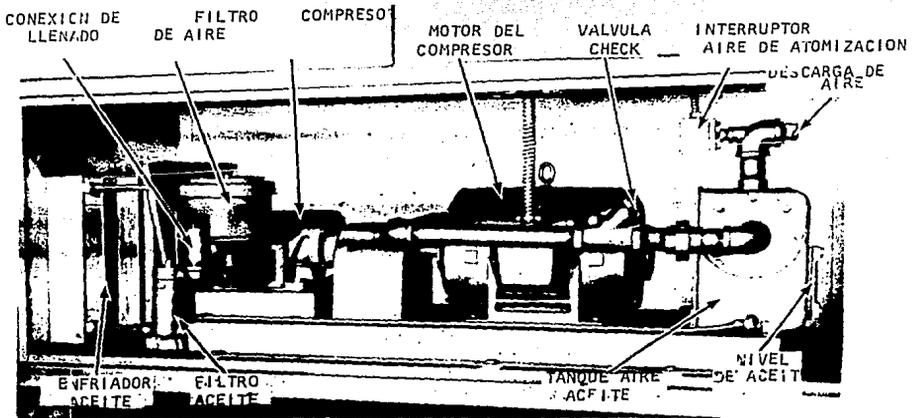


FIG. 4.11 COMPONENTES DEL PANEL DE CONTROL

FIG. 4.12

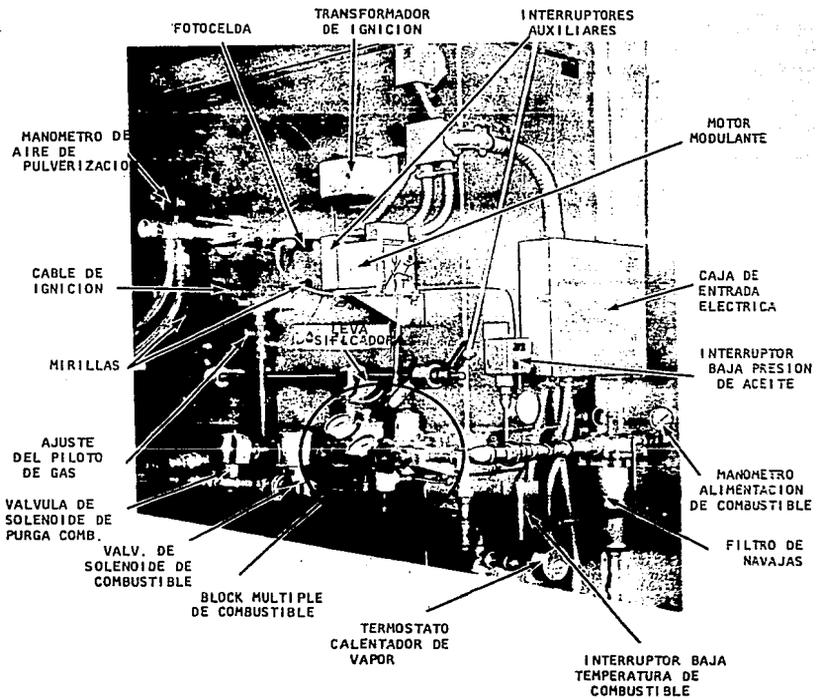


FIG. 4.16 ACCESORIOS DE LA CAMERA TUBOS DE AGUA

se apaga cuando la caldera ha cubierto la demanda de vapor.

Luz blanca (LAN).-- Se enciende cuando hay un alto nivel de agua.

Luz ambar (LEN).-- Indica un bajo nivel de agua.

Selector "Gas-Combustible" (SCG).-- Para colocarlo en la posición del combustible a usar.

Interruptor del quemador (IQ).-- Sirve para prender o apagar el funcionamiento de la caldera en forma manual.

Interruptor "MAN-AUTO" (IMA).-- Selecciona la operación de modulación de flama en forma manual o automática.

Control de flama (CMP).-- Para controlar el fuego en la caldera en forma manual, siempre y cuando el interruptor "MAN-AUTO" se encuentra en posición "MANUAL".

Control programador.-- Programa la secuencia de prepurga, encendido del piloto y válvula principal de combustible, así como la supervisión de señal luminosa proveniente de la fotocelda y la post-purga.

El programador es modelo CB-40 con sistema de detección de flama ultravioleta.

IV.V.X.- DESHOLLINADOR

Sirve para eliminar el hollin que se acumula en los tubos estando la caldera en operación.

El deshollinador está instalado por la parte trasera de la caldera y dispuesto por el lado exterior de los tubos y sopla en un ángulo de aproximadamente 180° usando vapor del mismo domo de vapor.

SECCION: V
SISTEMAS DE CONTROL Y EQUIPOS AUXILIARES

V.1 FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR DE AGUA

Se tiene un sistema termo-hidráulico para controlar la alimentación de agua a la caldera, dicho sistema consta de; una válvula reguladora de agua y el generador de presión.

El domo superior tiene una conexión para detectar el nivel del domo (A) y envolviendo una parte de este tubo inclinado, se encuentra otro tubo "aletado" (B) el cual contiene agua destilada. (Ver figura 5.1).

Considerando que el nivel en el domo es el mismo que en (A). Cuando el nivel de agua disminuye en el domo debido a la evaporación, el nivel en el tubo (A) también baja, entonces una mayor cantidad de vapor entra en (A) y transmite su calor al tubo (B) a través de la pared de (A). Parte del agua en (B) se evapora y fuerza al resto del agua en el tubo (C) hacia el interior de la cámara del diafragma (D), para abrir más la válvula reguladora de agua, permitiendo una mayor cantidad de agua a la caldera.

Cuando el nivel se recupera en el domo de vapor lo mismo sucede en (A) y el vapor que se formó en (B) se condensa, por lo tanto la presión ejercida en (D) desaparece y la válvula recupera su apertura mínima.

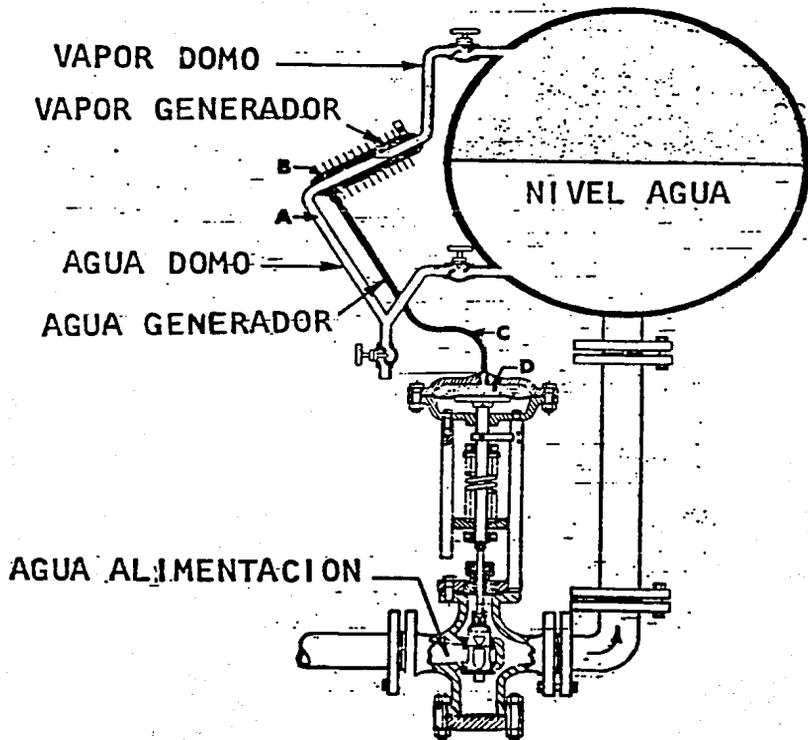


FIG. 5 REGULADOR DE AGUA TIPO TERMO-HIDRAULICO

V.11 FUNCIONAMIENTO COLUMNA DE NIVEL DE AGUA

La columna de nivel de agua esta conectada al domo superior y detecta la cantidad de agua en el domo de vapor.

El nivel de agua normal dentro del domo es de 4" abajo del centro del domo, esto coincide con la mitad del vidrio indicador de nivel.

Internamente se encuentran alojados cinco electrodos;

Tres de 20" de longitud: El "C" es el electrodo común. Y los numerados como "1" y "4" son los encargados de controlar al quemador por nivel de agua.

Uno de 17 1/4" de longitud: Con el número "2" se encarga de la alarma por bajo nivel y luz indicadora de bajo nivel.

El último de 7 1/4" de longitud: El número "3" y opera la alarma por alto nivel de agua y la luz indicadora de alto nivel.

Estos electrodos controlan el funcionamiento de cuatro relevadores, dos de corte del quemador por bajo nivel de agua (RCBN 1 y 2) , Uno de alarma por alto nivel de agua (RAAN) y otro de alarma por bajo nivel de agua (BAEN).

Considerando que si los electrodos están cubiertos de agua permiten el paso de señal eléctrica, el funcionamiento es el siguiente.

Cada relevador recibe 120 V por el primario de su transformador y eleva el voltaje a 400 V aprox. la señal positiva se conecta inmediatamente a la bobina de cada relevador, la señal negativa se manda al electrodo común.

Si el agua se encuentra a su nivel normal, la señal circula a través del agua a los electrodos 4, 1 y 2 energizándose la bobina del relevador correspondiente, es decir, RCEN-1 RCEN-2 y RAEN, accionando sus contactos cada relevador:

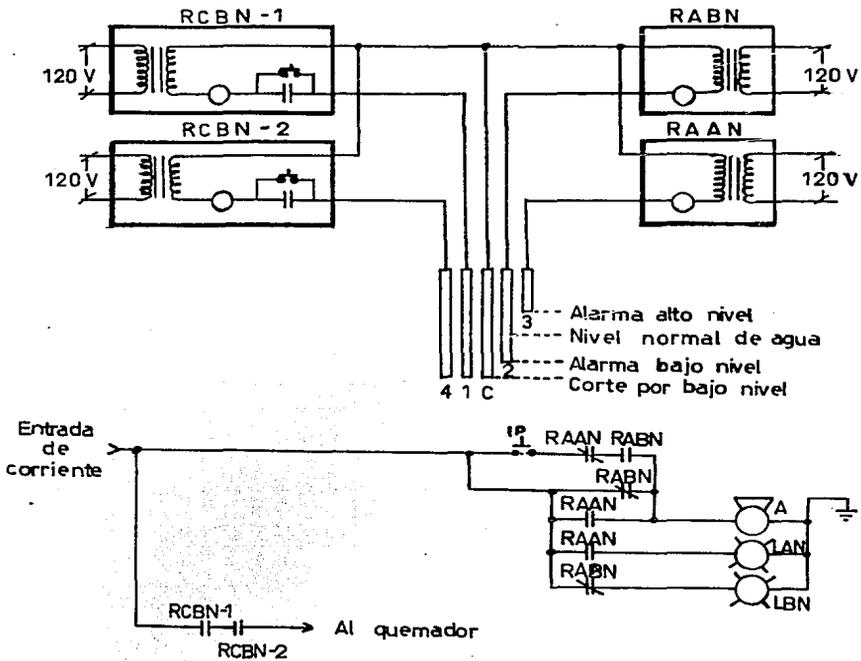
RCEN-1 y RCEN-2 cierran sus contactos, el circuito al quemador esta cerrado, también operan sus contactos en serie con su bobina.

RAEN abren los contactos localizados; uno en serie con la luz de bajo nivel y el otro bloquea a la alarma sonora. También cierra el contacto ubicado después del interruptor de prueba.

Si el nivel de agua disminuye de tal manera que descubre al electrodo "2", el relevador RAEN se desenergiza operando sus contactos.

Cierra los contactos para energizar a la luz de bajo nivel y la alarma sonora.

Si el nivel sigue bajando se desenergizan los relevadores RCEN-1 y RCEN-2, operando sus contactos; se abren los que alimenta al quemador y también abren los contactos en serie con la bobina de cada relevador, siendo necesario el restablecimiento manual en cada relevador para un nuevo encendido.



- RCBN-1.- Relevador de corte por bajo nivel 1
 RCBN-2.- Relevador de corte por bajo nivel 2
 RAAN.- Relevador de alarma por bajo nivel
 RAAN.- Relevador de alarma por alto nivel
 IP.- Interruptor de prueba
 A.- Alarma sonora
 LAN.- Luz de alarma por alto nivel
 LBN.- Luz de alarma por bajo nivel.

FIG. 5.1 COMPONENTES DEL CONTROL DE NIVEL Y DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

Cuando el nivel de agua aumenta y cubre al electrodo "3" se energiza el relevador RAAN operando sus contactos; cierran los dos contactos permitiendo la operación de la luz de alarma por alto nivel y la alarma sonora.

También se tiene un Interruptor de Prueba, que cuando se acciona momentaneamente funcionan las luces indicadoras de alto y bajo nivel y la alarma sonora, la finalidad de esta operación es comprobar la operación de los relevadores RABN y RAAN así como las alarmas.

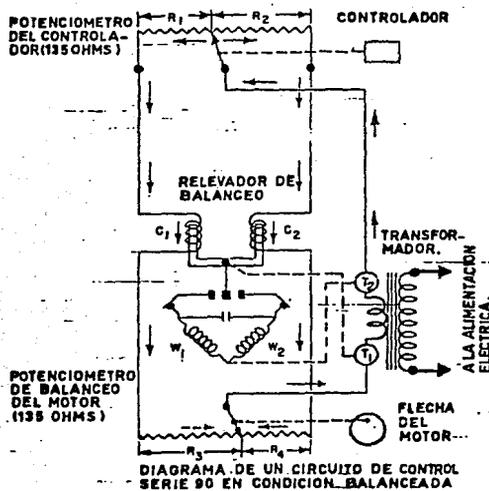
V.III.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA

El motor de compuerta modulante es controlado de 0 a 100 seg. en el ciclo de encendido por el programador y despues 100 seg. hasta - 116 seg. (Ver Sistema Eléctrico) por el "Control de Presión Modulante" o por el "Control Manual de Flama" según la posición de "Interruptor - Manual Automatico", los dos controles tienen una resistencia variable (potenciómetro) de 135 ohms y el motor modulante también. Internamente el motor cuenta con un relevador de balacín, el cual permitirá la alimentación de alguno de los dos embobinados del motor. El funcionamiento es el siguiente:

V.III-I Posición de equilibrio

La señal negativa de 'T₂' se conecta al punto común de los embobinados del motor 'W₁' y 'W₂', también alimenta al cursor del controlador, de aquí el camino más fácil es por 'R₁', llegando a un extremo de 'C₁'.

La señal positiva de 'T₁' se conecta a la parte central del relevador de balancín y también llega al cursor del motor modulante, por ser 'R₄' menor que 'R₃', la mayor cantidad de corriente fluye al extremo inferior de 'C₂'. Por lo tanto la alimentación a cada embobinado del relevador de balancín es igual en cada pierna, el relevador se encuentra en equilibrio.

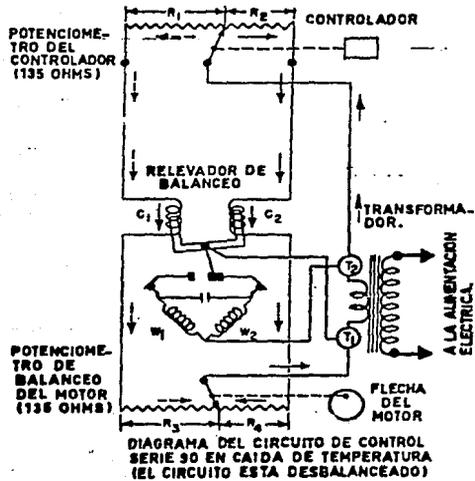


$$R1+R3 = R2+R4$$

FIG. 5.2 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA. (EN EQUILIBRIO)

V.III-II Posición desequilibrada.

Quando se acciona el cursor del controlador, la resistencia 'R₂' disminuye, por lo tanto permite el flujo de mayor señal eléctrica, lo cual ocasiona un mayor flujo eléctrico a la bobina 'C₂' inclinandose el relevador, haciendo contacto con el lado derecho, permitiendo el paso de corriente de 'T₁' para energizar al embobinado 'W₂', funcionando el motor modulante en el sentido de las manecillas del reloj.

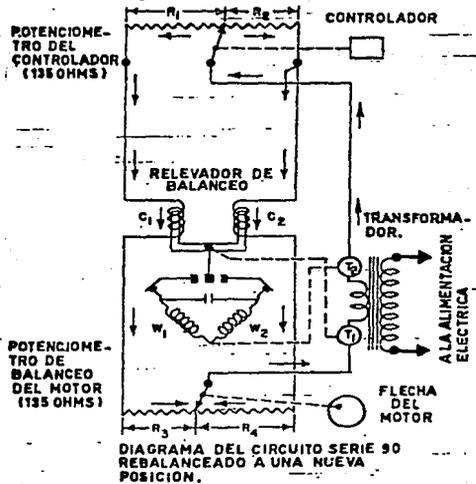


2 - $R1+R3 > R2+R4$

FIG. 5.3 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA. (DESEQUILIBRADO)

V. III-III Posición de reposo

Cuando el motor gira en sentido de las manecillas del reloj, el cursor del motor se mueve hacia la izquierda, por lo tanto ' R_3 ' — disminuye lo cual permite un mayor paso de corriente a ' C_1 '. La señal de ' T_2 ' al controlador a través del cursor, fluye la mayor cantidad por ' R_2 ' y el relevador de balancín se encuentra en equilibrio — otra vez, su contacto se abre y el motor se detiene.



$$3.- R_1 + R_3 = R_2 + R_4$$

FIG. 5.4 DIGRAMA DEL SISTEMA DE MODULACION DE FLAMA. (EN EQUILIBRIO)

V.IV SISTEMA ELECTRICO

V.IV.I DIAGRAMA EXTERNO

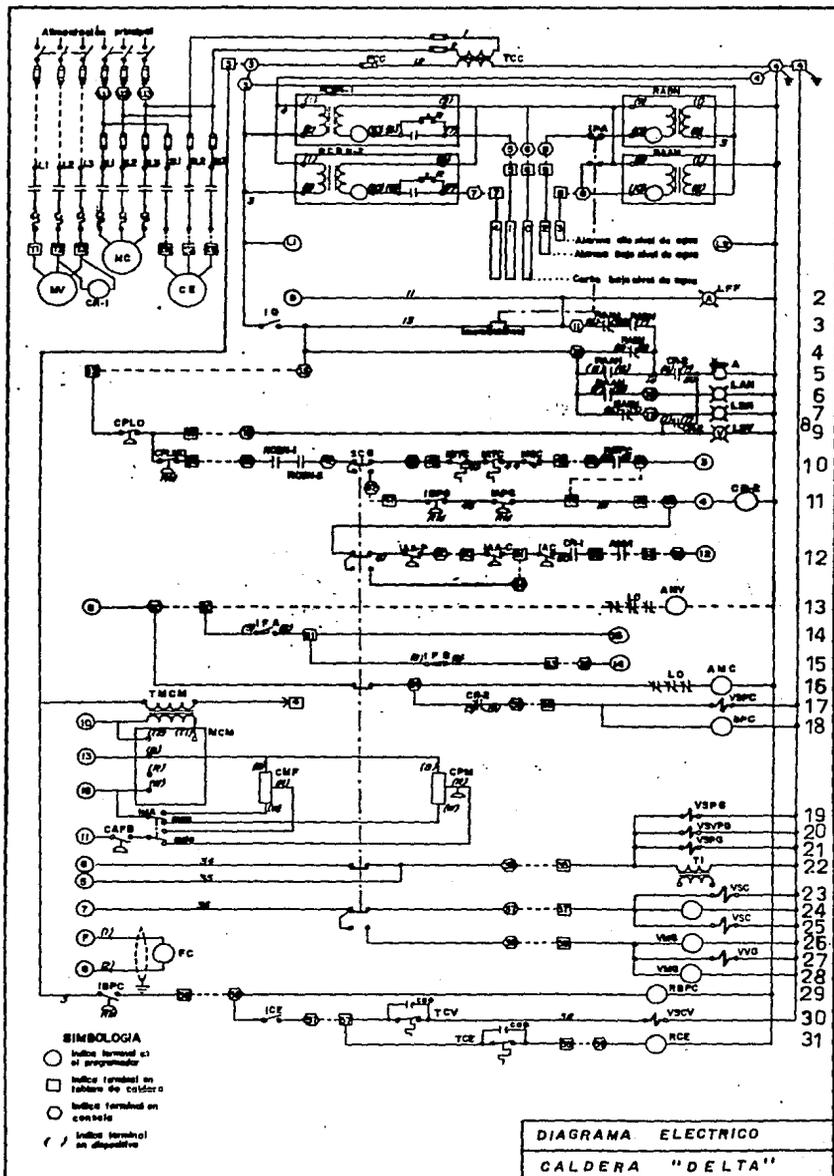


FIG. 5.5 DIAGRAMA EXTERNO DE LA CALDERA

A	ALARMA
AMC	ARRANCADOR MOTOR COMPRESOR
ANV	ARRANCADOR MOTOR VENTILADOR
ANVI	4 PLATINO DEL ARRANCADOR MOTOR VENTILADOR
BPC	BOMBA PURGA DE COMBUSTIBLE
CAPB	CONTROL PARA ARRANQUE A FUEGO BAJO
CE	CALENTADOR ELECTRICO
CMF	CONTROL MANUAL DE FLAMA
CPLO	CONTROL DE PRESION LIMITE DE OPERACION
CPLMO	CONTROL DE PRESION LIMITE MAXIMO DE OPERACION
CPM	CONTROL DE PRESION MODULANTE
CR-1	RELEVADOR DE CONTROL 1
CR-2	RELEVADOR DE CONTROL 2
FC	FOTOCELDA
FCC	FUSIBLE DEL CIRCUITO DE CONTROL
IAA-C	INTERRUPTOR AIRE DE ATOMIZACION EN PANEL
IAA-P	INTERRUPTOR AIRE DE ATOMIZACION EN CALDERA
IAC	INTERRUPTOR AIRE COMBUSTIBLE
IAPG	INTERRUPTOR ALTA PRESION DE GAS
IATG	INTERRUPTOR ALTA TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE
IBPC	INTERRUPTOR BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE
IBPG	INTERRUPTOR BAJA PRESION DE GAS
IBTG	INTERRUPTOR BAJA TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE
IGE	INTERRUPTOR CALENTADOR ELECTRICO
IFA	INTERRUPTOR FUEGO ALTO
IFB	INTERRUPTOR FUEGO BAJO
IMA	INTERRUPTOR MANUAL AUTOMATICO
IPA	INTERRUPTOR PRUEBA DE ALARMA
IQ	INTERRUPTOR DEL QUEMADOR
LAN	LUZ ALTO NIVEL
LEN	LUZ BAJO NIVEL
LDN	LUZ DEMANDA DE VAPOR
LEF	LUZ FALLA DE FLAMA
LO	INTERRUPTORES DE SOBRE CARGA
MC	MOTOR DEL COMPRESOR
MCM	MOTOR DE COMPUERTA MODULANTE
MQC	MICRO SWITCH DEL QUEMADOR
MV	MOTOR DEL VENTILADOR
RAAN	RELEVADOR DE ALARMA POR ALTO NIVEL
RAIN	RELEVADOR DE ALARMA POR BAJO NIVEL
RIPC	RELEVADOR BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE
RCHN-1	RELEVADOR DE CORTE POR BAJO NIVEL 1
RCHN-2	RELEVADOR DE CORTE POR BAJO NIVEL 2
SCG	SELECTOR COMBUSTOLEO GAS
TCC	TRANSFORMADOR DEL CIRCUITO DE CONTROL
TCE	TERMOSTATO DEL CALENTADOR ELECTRICO
TCV	TERMOSTATO DEL CALENTADOR DE VAPOR
TI	TRANSFORMADOR DE IGNICION
TMCN	TRANSFORMADOR DEL MOTOR DE COMPUERTA MODULANTE

REGLAS DE ENCENDIDO DE UNA CALDERA

- 1.- Revisar el nivel correcto de agua.
- 2.- Comprobar que las válvulas de alimentación de agua están abiertas.
- 3.- Cerrar los interruptores eléctricos.
- 4.- Abrir las válvulas de combustible.
- 5.- Cuando se utiliza combustóleo, encender el sistema de combustible (bomba de combustible) y cerrar el interruptor del calentador de combustible. Esperar hasta alcanzar una temperatura de combustóleo de 85°C , como mínimo .
- 6.- Colocar el selector "MANUAL - AUTO" en "MANUAL" y el control de fuego manual en posición de fuego bajo. (Solo calderas de modulación de flama).
- 7.- Cerrar el interruptor del quemador.

Se considera a la válvula general de vapor cerrada y la - - válvula de venteo abierta, ésta debe cerrarse cuando empieza a salir vapor.

Quando se alcance una presión de $2 \text{ ó } 3 \text{ kg/cm}^2$ se puede cambiar el selector "MANUAL - AUTO" a la posición "AUTOMÁTICA".

La válvula general, de vapor se abrirá cuando se llegó a la presión de operación de la instalación . La apertura debe ser lenta.

V.IV.I.I Considerando las reglas de encendido.

Para combustoleo se tiene:

Asegurar el cañon del quemador hasta la segunda muesca, con la ayuda del seguro.

Colocar el selector "GAS-COMBUSTOLEO" en posición COMBUSTOLEO.

Cuando se conecta el sistema de bombeo de combustible y en la tubería se tiene la presión correcta, cierra el interruptor de presión "IBPC", lo cual permite la alimentación de la bobina "RBPC" -29- (indica colocación en el diagrama eléctrico de la caldera), éste relevador acciona su contacto normalmente abierto en -10-.

Al cerrar el "ICE" -30- empieza a trabajar el sistema de calentamiento de combustible, ya sea con las resistencias eléctricas o vapor si se tiene.

Alcanzando la temperatura de operación del combustoleo - - (85°C a 110°C.) el "IBTC" y el "IATC" deben estar cerrados -10-.

Considerando que la caldera tiene su nivel normal de agua, los contactos "RCEN-1" y "RCEN-2" están cerrados -10- .

Cuando se acciona el interruptor del quemador "IQ", la corriente proveniente del transformador del circuito de control, fluye al "CPLO" y la luz verde "LDV" enciende, también pasa la corriente por "CPLMO", "RCEN-1", "RCEN-2", "SCG", "IBTC", "IATC", "MQC", "RBPC" y - - terminales "3" y "4" del programador, de esto último se energiza al relevador "CR-2", abriendo sus contactos; en -8- para bloquear a la alarma y en -17- para evitar el funcionamiento del sistema de purga de - - combustible.

Cuando se alimenta la terminal 4 del programador, internamente se energiza la terminal 8 del programador. (Ver diagrama interno), lo cual permite la operación del "AMV" -13- el ventilador empieza a funcionar, -- también se alimenta el "AMC" -15- el compresor trabaja.

Si el compresor funciona normalmente, los interruptores de presión "IAA-P" y "IAA-C" cierran -12-.

La presión del aire del ventilador cierra al "IAC". También cuando se alimentó al ventilador se energiza el relevador "CR-1" corriendo su contacto y la bobina del "AMV" cierra a su contacto "AMVI". Todo esto -- ocurre en la posición -12-, llega la corriente a la terminal 12 del programador.

La prepurga empieza con el funcionamiento del ventilador y tarda 72 seg. (Ver secuencia del programador).

Al terminar la prepurga se alimentan las terminales 5 y 6 del programador, energizándose el "TI", "VSPG", lo cual establece el piloto de encendido. La presencia de flama piloto es detectada por la fotocelda y 10 seg. después se alimenta la terminal 7 del programador, permitiendo que la(s) válvulas(s) de combustible principal abran.

15 Seg. después se desenergizan el "TI" y "VSPG" y 7 seg. más tarde, el programador se detiene, la caldera queda en operación.

Si algún control llega a abrir desde el "Iq" hasta la terminal 12 del programador inmediatamente cierra la válvula principal de combustible, es decir el quemador se apaga, pero el ventilador realiza la postpurga durante 16 seg. más y enseguida se detiene. La caldera está fuera de operación.

Cuando se desenergiza CR-2, por la apertura de algún interruptor anterior a él, opera su contacto -17- permitiendo el funcionamiento de la bomba de purga de combustible y la válvula solenoidal de purga de combustible. El ventilador realiza su postpurga de 15 seg. y después se apaga.

En caso de falla de flama, la protección es controlada por el programador y este bloquea el paso de corriente a la terminal 7 del programador, ocasionando el cierre de las válvulas de combustible. El tiempo de postpurga es mayor que los casos anteriores, — ahora se prolonga 30 seg. más y la luz de falla de flama encenderá.

Para volver a prender la caldera es necesario esperar 1 minuto y después restablecer el botón de falla de flama, claro se deben establecer las causas del problema antes de intentar un encendido.

V.IV.I.II.- Para gas

Sacar el cañón del quemador y asegurarlo en la primera muesca del tubo guía.

Colocar el selector "GAS-COMBUSTOLEO" en posición GAS.

Abrir las válvulas de corte manual.

Al cerrar el interruptor del quemador "IQ" y estando cerrados todos los interruptores eléctricos, la corriente fluye por el "CPLO" (la luz verde "LDV" enciende), "CPLMO" los contactos "RCEN-1" y "RCEN-2" (considerando que se tiene el nivel normal de agua, estos contactos estarán cerrados), la energía eléctrica sigue por "SCG" y pasa por "IEFG" y el "IAPG" hasta llegar a la terminal "3" y "4" del programador, se energiza el relevador "CR-2" -11- operando sus contactos:

Cierra CR-2 en -5-

Abre CR-2 en -8-

Abre CR-2 en -17-

Al energizarse la terminal 4 del programador internamente -- se alimenta la terminal 8 (Ver diagrama interno), la bobina del "AMV"-16- se energiza, el motor del ventilador comienza el barrido de gases (pre-purga), habiendo flujo de aire cierra el "IMC" también al energizarse -- CR-I este relevador cierra su contacto CR-I y cuando se alimentó "AMV" -- el contacto "AMVI" cerró -12-, la terminal 12 del programador se energiza

Cuando el motor programador llega a la marca de "IGN PILOT" - (72 Seg.) se alimenta la terminal 5 del programador para energizar al "TI" y la "VSPG", la flama piloto se establece.

Si la fotocelda detecta luz, 10 segundos después se energiza la terminal 7 del programador y las válvulas de gas accionan "VMG" abre y "VVG" cierra. El quemador entra en operación.

Transcurriendo 15 segundos la terminal 5 se desenergiza para desconectar al piloto de ignición y 12 segundos mas tarde el motor programador se detiene, quedando la caldera en funcionamiento.

El motor modulante esta en posición de "FUEGO BAJO" la terminal 11 del programador se encuentra energizada y cuando el "IAFB" cierra el circuito -21-, la modulación de flama se controlara por el "IMA".

V.IV.II.- DIAGRAMA INTERNO

CONTROL PROGRAMADOR	CP-40
SISTEMA DE DETECCION DE FLAMA	ULTRAVIOLETA
EXTENSOR DE PURGA.	NO SE UTILIZA

El control lo integran cuatro relevadores; tres de corriente alterna y uno de corriente directa.

Un motor programador cuya flecha mueve a unas levas y cada - leva puede abrir o cerrar a dos contactos, según el arreglo. Estos contactos se denotan como M9A Q-72, O-111 y se puede leer como el contacto A de la novena leva, cierra a los 72 seg. y abre a los 111 seg. la letra 'C' u 'O' subrayada indica operación inmediata.

Debe entenderse que, para que estos tiempos se cumplan debe estar trabajando el motor programador.

El control recibe 120V, 60 Hz. A.C. por "L1" y "L2".

Los números entre comillas indican terminal en el programador, es decir, el número encerrado en un círculo para el diagrama externo.

SECUENCIA DE PROGRAMACION

0 Seg.- Para el encendido de la caldera todos los interruptores límites y de operación deben estar cerrados, la corriente llega a "3" y pasa a "4" (el interruptor de seguridad de preignición no se utiliza), sigue por M9B, LS2, 3K2 y LS HTR (elemento calefactor) para energizar a IK operando sus contactos.

Cierra IK1 se alimenta a 4K. El elemento calefactor se empieza a calentar.

- Abre 1K2

- Cierra 1K3.

Cuando se energiza 4K está acciona sus contactos.

Cierra 4KI -8-, la corriente circula por M3A, por el puente del interruptor de fuego alto, el puente de 2 a 7 del extensor de purga enchufable y M5B para energizar al motor programador.

También se alimenta la terminal "8", el motor ventilador -- arranca. Empieza la prepurga.

Cierra 4K2 -3-

Cierra 4K3 -II-, por no usar el extensor el dispositivo que lo substituye deja abierto el circuito de 5 a 4 de la clavija.

4 Seg.- Cierra M7B -5-, la corriente de "4" pasa a través -- del interruptor de flujo de aire, "12", M7B, 2KI y IK3 para energizar a 3K accionando sus contactos.

Abre 3K2 -4- el elemento calefactor deja de calentarse.

Cierra 3KI -7- para autosostén de 3K.

Cierra MIB para ayuda del 4KI.

En las conexiones del modulante cierra M10A y abre M10B, el motor modulante va a fuego alto (para un barrido de gases más intenso)

10 Seg.- Abre M9B -4-, los relevadores IK y 4K son alimentados por 4K2 -3- .

Abre M3A -9-, el programador se alimenta por el contacto -- del 2 al 7 de la clavija que substituye al extensor de purga y el contacto M5B.

14 Seg.- Abre M7B -5-, el relevador 3K debe permanecer energizado desde "12" por 3KI, M2B, 2KI y IK3, ya que de no hacerlo el -- quemador no encendera.

29 Seg.- Cierra M3B -10- carece de importancia por el puente del interruptor de fuego alto.

35 Seg.- Abre M10A, conexión de fuego alto.

39 Seg.- Cierra M10B, el motor modulante se conecta a fuego bajo "10" al "16".

50 Seg.- Cierra M6B -8- se prepara a "5".

60 Seg.- Abre M5B -10-, el programador es alimentado desde "15", interruptor de fuego bajo, "14", interruptor del programador en NORM y M5A que también cierra a los 60 segundos.

69 Seg.- Cierra M7A -7- puede haber ignición sin que ocurra un paro de seguridad.

69.5 Seg.- Cierra M11A -3-, la corriente pasa por 2K3 y LS M11, se empieza a calentar el calefactor.

72 Seg.- Cierra M4A, la corriente de "12" fluye por 3K1, M2B y M6A para alimentar a la terminal "6" y "5", debe haber piloto de ignición.

Si la fotocelda detecta luz envía su señal al amplificador enchufable y este energiza al relevador 2K, operando sus contactos.

-Abre 2K1, el relevador 3K sigue alimentado por M7A y 1K3.

-Cierra 2K2 -7- para ayuda de M2B

-Abre 2K3, el elemento calefactor deja de calentarse. También - cierra M9A.

78 Seg.- Cierra M3A -9- para alimentar también al programador por este contacto.

Abre M3B -10-

82 Seg.- Abre M2B -6-, el relevador 3K y las terminales "5", "6" y "7" son alimentadas a través de un contacto del relevador de flama 2K, es decir 2K2 .

Cierra M2A -12- se energiza la terminal 7, la válvula principal de combustible debe abrir, el quemador está prendido.

92 Seg.- Abre M6B -8- se desenergiza "5".

Abre M5A -13- el programador es alimentado por M3A -9-.

97. Seg.— Abre M4A -8- fin del piloto de encendido.

100 Seg.— Abre M8B y cierra M8A, el motor modulante será controlado por el control manual o automático, "10" al "11" .

104 Seg.— Abre M3A -9- el programador se detiene, fin del ciclo de encendido, el quemador de la caldera queda en operación.

Los 16 segundos restantes, son para el barrido final de gases (postpurga) y se cumplen en caso de abrirse el circuito de "LI" a "3".

En caso de falla de flama el barrido de gases es más grande— 46 segundos aproximadamente.

Para mayor información ver capítulo de "RESUMEN DE FALLAS".

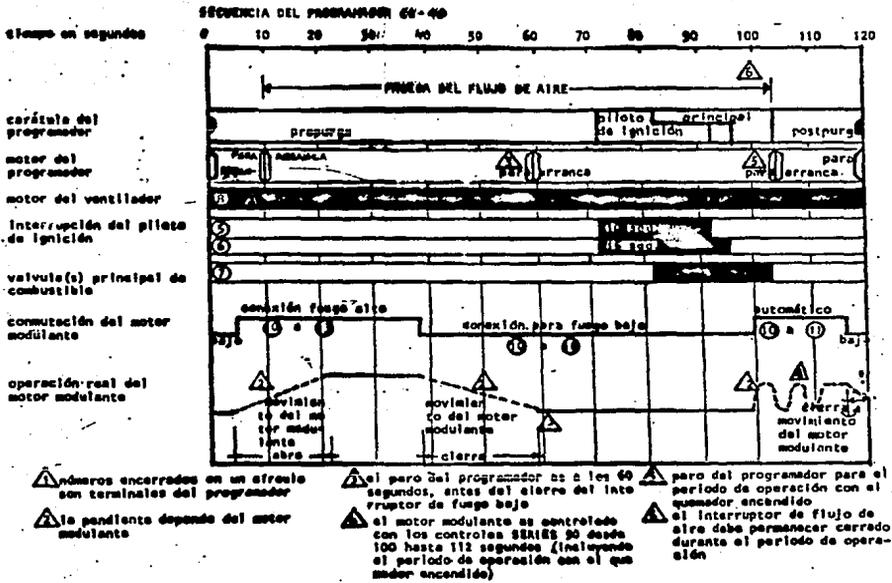


FIG. 5.8 SECUENCIA DEL PROGRAMADOR CB-40

V.V.- FUNCIONAMIENTO DEL SUAVIZADOR

El equipo de suavización está constituido por un tanque de ablandamiento en cuyo interior se tiene la zeolita (resina sintética), la válvula multipuertos y el tanque de salmuera.

El agua dura llega a la válvula multipuertos y de aquí se envía al tanque ablandador, por la conexión, superior. Internamente se realiza la suavización y el agua suave, sale por la conexión inferior del tanque y pasa por la válvula multipuertos, abandonando el agua suavizada al equipo.

El tanque de salmuera se utiliza solo para el retrolavado de la resina (VER TRATAMIENTO DE AGUA A CALDERAS).

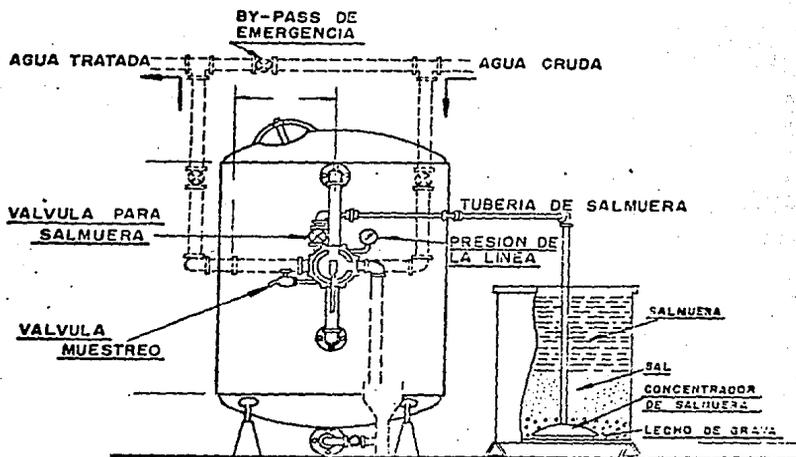
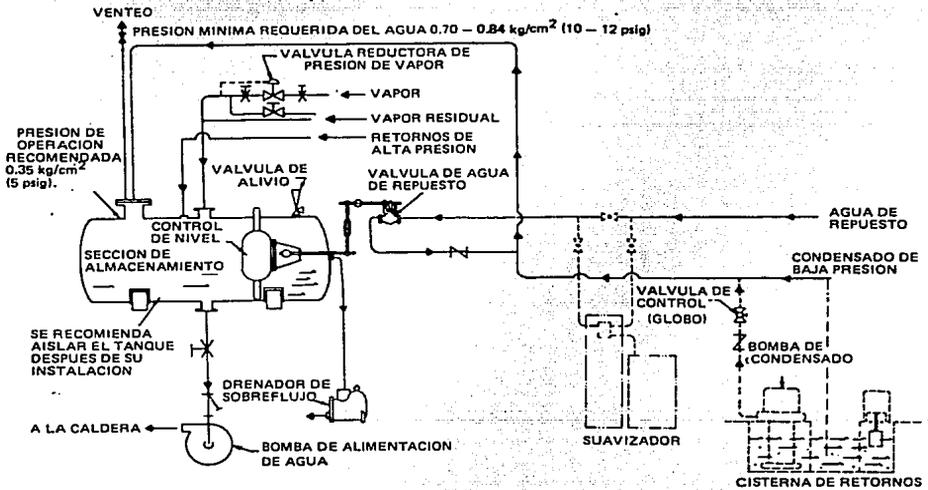


FIG. 5.9 SUAVIZADOR DE AGUA

FIG. 5.10
 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA



V. VI- FUNCIONAMIENTO DEL DEAREADOR7. VI. I- DESCRIPCION

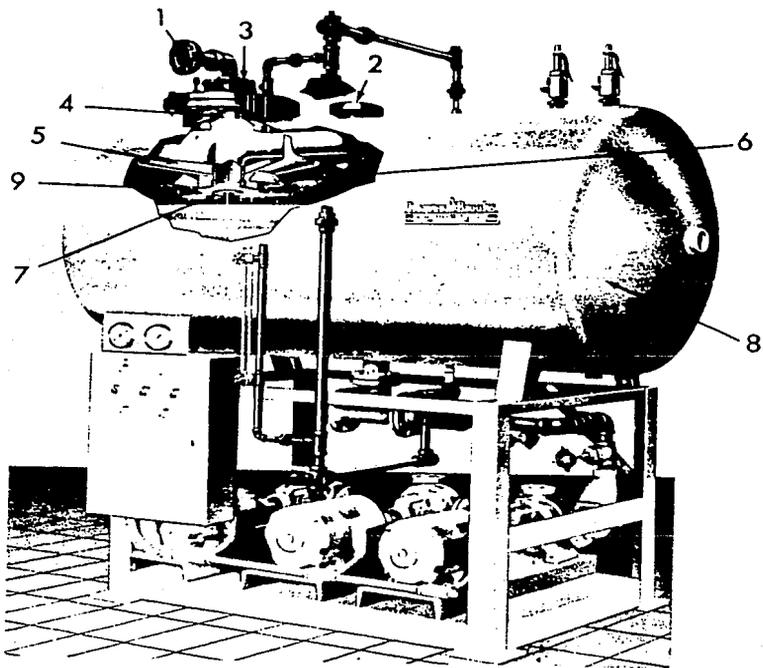
Es un recipiente hermeticamente cerrado, fabricado según el código ASME, para una presión de diseño de 3.5 Kg/cm^2 (50 lb/pulg^2), tiene un registro de hombre de $280 \text{ mm.} \times 380 \text{ mm.}$ ($11" \times 15"$), un manómetro de $0-4 \text{ Kg/cm}^2$ ($0-60 \text{ lb/pulg}^2$), un termómetro, indicadores de nivel y tubería interna de sobreflujo.

V. VI. II- OPERACION

La alimentación del agua tratada (suavizada) entra por (1) y pasa por la boquilla de atomización (4), el agua en gotitas se calienta en la sección de calentamiento primario llena de vapor (aquí se concentran los gases eliminados del agua). La temperatura del agua se incrementa hasta $1^\circ \text{ ó } 2^\circ \text{C}$ abajo de la temperatura del vapor, la mayor parte de los gases se desprenden en esta sección.

El agua pulverizada es dirigida para que caiga alrededor del ducto de vapor. (Ver fig. 5.11).

Por la parte superior entra el vapor (2) y es dirigido hacia la válvula de atomización (7) y esta válvula contrarrestada por la acción del contrapeso, es forzada a abrirse por la presión del vapor.



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrada de agua. 2. Entrada de vapor. 3. Venteo. 4. Boquilla de atomización. 5. Colector de agua. | <ol style="list-style-type: none"> 6. Mampara deflectora. 7. Válvula de atomización. 8. Tanque de almacenamiento. 9. Gotas de agua libres de gases cayendo a la sección de almacenamiento. |
|--|--|

FIG. 5.11 DESNEBADOR DE AGUA

El vapor de alta velocidad saliendo por esta válvula -- golpea el agua que está cayendo alrededor de dicha válvula, rompiendo las gotas y formando una brisa que alcanza la misma temperatura del vapor. La mezcla agua-vapor choca con la mampara deflectora (6), la cual separa el agua y el vapor, el agua libre de gases cae a la sección de almacenamiento. El vapor llega a la sección de calentamiento primario y cuando se condensa se recolecta en (5) para un ciclo continuo.

El oxígeno y otros gases libres son descargados a la atmósfera a través de la salida de venteo (3).

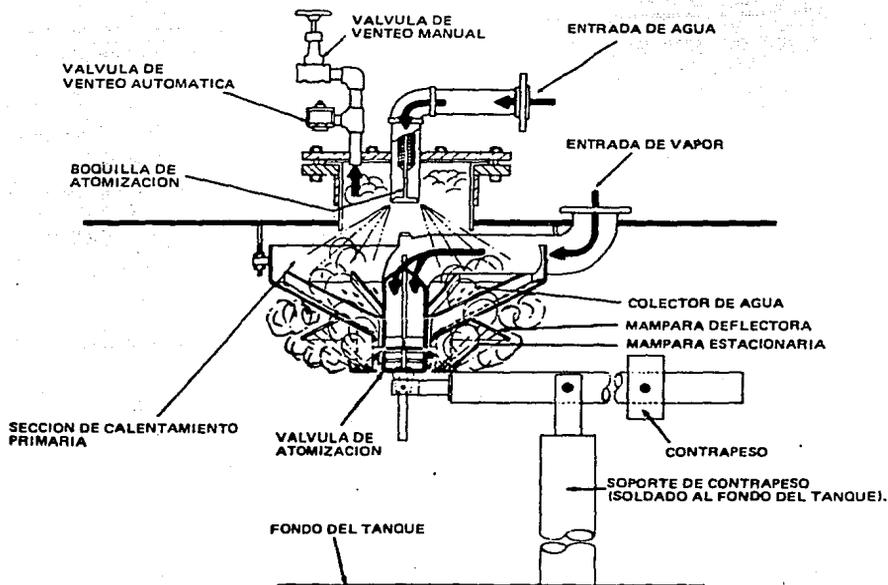


FIG. 5.12 DETALLE PARA LA DEAREACION DE AGUA

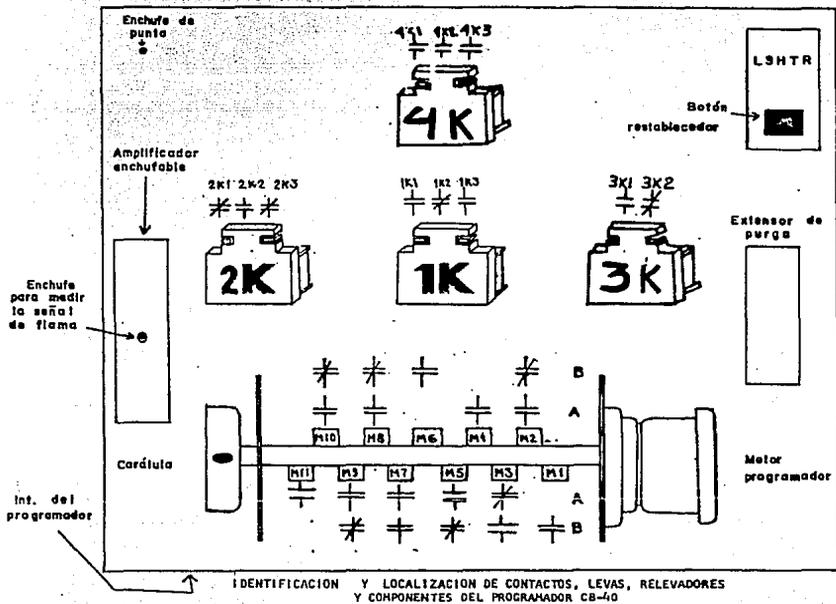
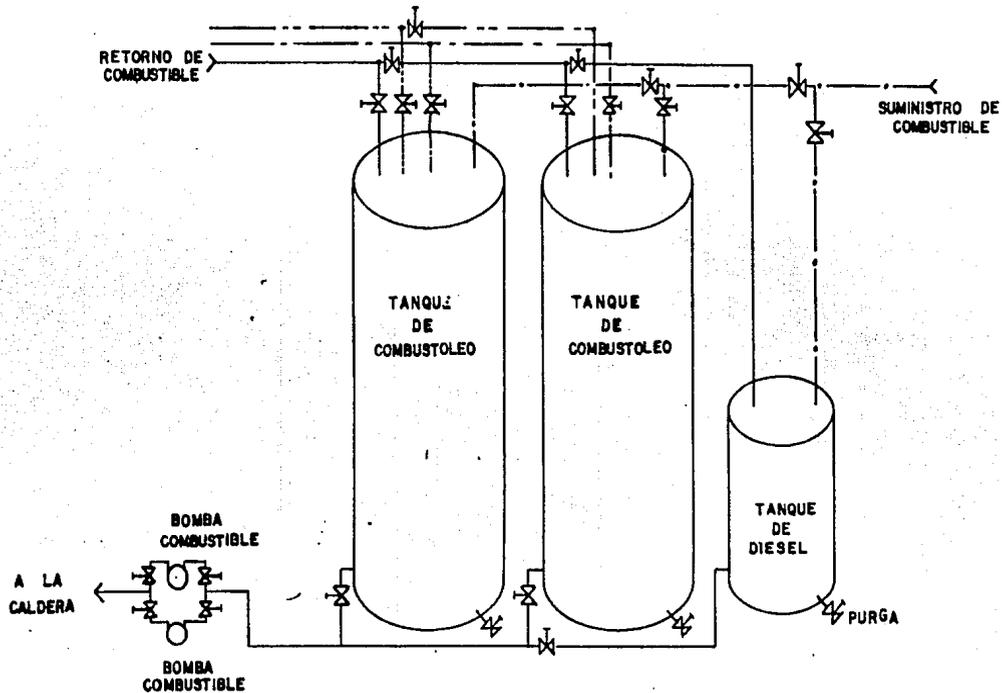


FIG. 5.7 IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL PROGRAMADOR CB-40 .

FIG. 5.13 SISTEMA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO



- TUBERIA DE COMBUSTIBLE.
- - - TUBERIA DE VAPOR.
- · - · TUBERIA DE CONDENSADO.
- · - · TUBERIA DE ABASTECIMIENTO.

V.VIII SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE
(Solo combustible)

Las tuberías de combustible tendrán una vena de vapor y estarán aisladas, hasta la conexión de la caldera.

La necesidad del tanque de diesel es para cuando la caldera use combustóleo y se tenga que apagar, se recomienda recircular diesel por las tuberías evitando así que el combustóleo al enfriarse se endurezca en las tuberías.

La conexión de vapor a los tanques de combustóleo es a un intercambiador de calor para mantener una temperatura adecuada de bombeo (50°C. como mínimo).

SECCION VI.-PREPARATIVOS PARA EL ENCENDIDO INICIALVI.I- LLENADO INICIAL DE LA CALDERA .

Cuando el montaje, instalación y conexión de la caldera esta terminada. Debe realizarse una prueba hidrostática, de la siguiente manera.

La válvula general de vapor, las válvulas de purgas deben estar cerradas.

La válvula de venteo y las válvulas de bypass del sistema de alimentación de agua se mantienen abiertas.

Se retiran los controles de presión y las válvulas de seguridad, colocando tapones en dichas conexiones.

Suministrarle agua a la caldera y cuando empiece a salir agua por la válvula de venteo está debe cerrarse, en este momento la caldera se encuentra totalmente inundada.

Seguir inyectandole agua, para incrementar la presión lentamente hasta alcanzar la presión de prueba 25 kg/cm^2 .

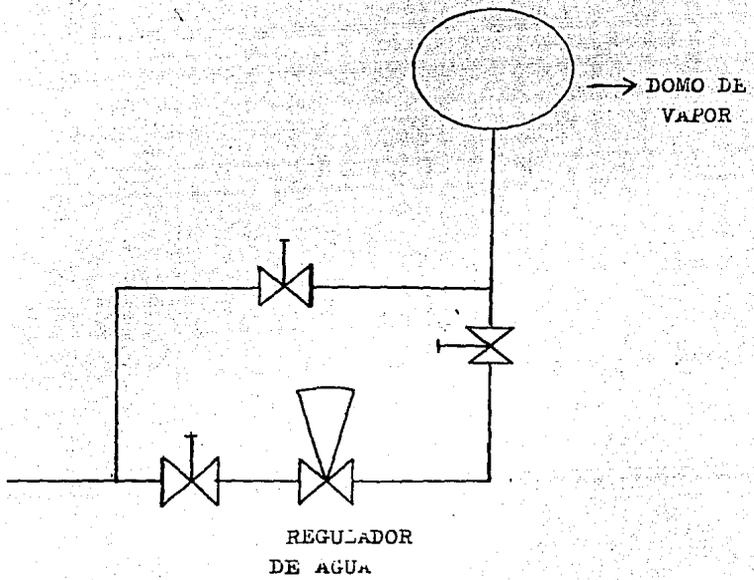
Observar que no existe abatimiento de presión, mientras se revisan los tubos por el lado del fuego.

Si la prueba es satisfactoria, se empieza a disminuir la presión paulatinamente y cuando el manómetro marca cero, la válvula de venteo debe abrirse para evitar vacíos en el interior de la caldera.

Se vuelven a colocar los controles de presión y las válvulas de seguridad.

Una vez finalizada la prueba hidrostática se tendrá que mantener el nivel normal de agua en forma manual con la ayuda del BY-PASS del regulador de agua, (y este entrará en operación hasta que la caldera produzca vapor).

FIG. 6.1 BY-PASS DEL
REGULADOR DE AGUA.



VI.II.- SECUENCIA DE ENCENDIDO PARA GAS

La presión mínima requerida a la entrada del tren de gas, según las normas FIA es de 114.4 pulg. H₂O (4.12 lb/pulg²) y el consumo de gas promedio es 64,407 pies³/hr (1824 m³/hr).

NOTAS Estos datos pueden cambiar ligeramente con la operación del quemador y según las condiciones de combustión.

La válvula reguladora de gas, por lo tanto, debe cubrir estas condiciones de operación.

El interruptor de baja presión de gas "IBPG", se calibrará, para que abra cuando la presión en la tubería disminuya en un 10% de la presión mínima requerida.

El interruptor de alta presión de gas "IAPG" se ajustara para que abra cuando la presión en la entrada de gas aumente de un 8 a 10 % de la presión mínima requerida.

VI.II.I.- PRUEBA DE PILOTO MINIMO

Mantener las válvulas de corte manual CERRADAS del tren de gas y la válvula del piloto ABIERTA.

Cerrar los interruptores eléctricos.

Comprobar el sentido de giro del motor ventilador. Contrario a las manecillas del reloj visto por el lado del motor.

Cerrar el interruptor del quemador "IQ". El ventilador empieza el barrido inicial (prepurga).

Quando en la caratula del programador aparezca el área de IGN. PILOT, la flama piloto deberá establecerse. En este momento cam—

bien al int. del programador a la posición de "TEST", el motor programador se detendrá.

Si la flama del piloto es correcta, el relevador "2K" en el control programador se energizará. Empezar a disminuir la presión del piloto de gas y cuando el relevador "2K" se desenergice - observar la presión del piloto de gas.

Esta será la presión mínima necesaria en la tubería del piloto de gas y para una mejor operación es conveniente que la calibración sea mayor a la presión mínima.

Al no detectar flama la fotocelda el elemento térmico del programador se calentará y el programador continuara su ciclo hasta cero y la luz de falla flama encenderá. Para un nuevo intento de encendido es necesario dejar enfriar al elemento térmico (un minuto) y después oprimir el botón rojo del elemento encapsulado, ubicado en la parte superior derecha del control programador.

VI.II.II QUEMADOR PRINCIPAL

Considerando que las reglas de encendido se han cumplido hasta el inciso 4 tenemos:

- 1 .- Abrir las válvulas de corte manual de gas del tren principal.
- 2 .- Sacar el cañon del quemador hasta la ranura externa de la guía y asegurar con el "gancho".

3.- Colocar el selector "GAS-COMBUSTIBLE" en posición de GAS.

Continuar con los procedimientos de encendido y al cerrar el interruptor del quemador "IQ", principia la secuencia de encendido:

0 Seg.- Prepurga.

72 Seg.- Piloto de ignición.

82 Seg.- Apertura de las válvulas motorizadas de gas.

97 Seg.- Fin del piloto de ignición

104 Seg.- El motor programador se detiene en operación, la caldera queda funcionando.

Cuando la caldera produzca vapor se pondra en operación al regulador de agua y el sistema de by-pass se desconectará. Al entrar en funcionamiento el regulador de agua se abrirá la válvula para la purga de superficie.

Verificar las condiciones de combustión con la ayuda de un — analizador de gases.

VI.III.- SECUENCIA DE ENCENDIDO PARA COMBUSTOLEO

VI.III.1.- DIAGRAMA DE FLUJO DE COMBUSTIBLE

La entrada de combustible al calentador eléctrico-vapor se ajusta con la válvula de alivio 612 y la lectura se obtiene en el manómetro - 613, se recomiendan 60 lb/pulg² (4.22 kg/cm²).

En la válvula 614 se calibrará a 45 lb/pulg² (3.12 kg/m²) y se detecta en 615. La válvula reguladora de retorno 616 se tiene que ajustar a 35 lb/pulg² (2.43 kg/cm²).

El interruptor de baja presión de combustible "IRPC" se ajustará para accionar a 40 lb/pulg² (2.81 kg/cm²).

El sistema de calentamiento para combustoleo se realiza por medio del termostato del calentador eléctrico "TCE" y este se calibrará para que abra cuando la temperatura llegue a 125°F (85°C). El termostato del calentador de vapor "TCV" se ajustará para que abra al llegar a la temperatura de 194°F (90°C).

NOTA. Algunas veces por la condición del combustoleo es necesario incrementar la temperatura del combustible, lo más recomendable, es utilizar al "TCV" considerando que la caldera ya produce vapor.

La válvula reguladora de vapor 512 se ajustará a 20 lb/pulg² (1.41 kg/cm²) y se obtendrá esta presión en el manómetro 513.

El ajuste del aire de atomización se detecta en el manómetro - 12 y sera de 10 lb/pulg² (0.70 kg/cm²).

El interruptor de aire de atomización "IAA" se ajusta para que cierre al tener una presión de 8 lb/pulg² (0.56 kg/cm²).

Las válvulas 637 y 635 se mantendrán cerradas en la operación de la caldera.

El interruptor baja temperatura de combustible se ajusta a 158°F (70°C).

El interruptor alta temperatura de combustible se calibra para que abra si la temperatura alcanza 248°F (120°C).

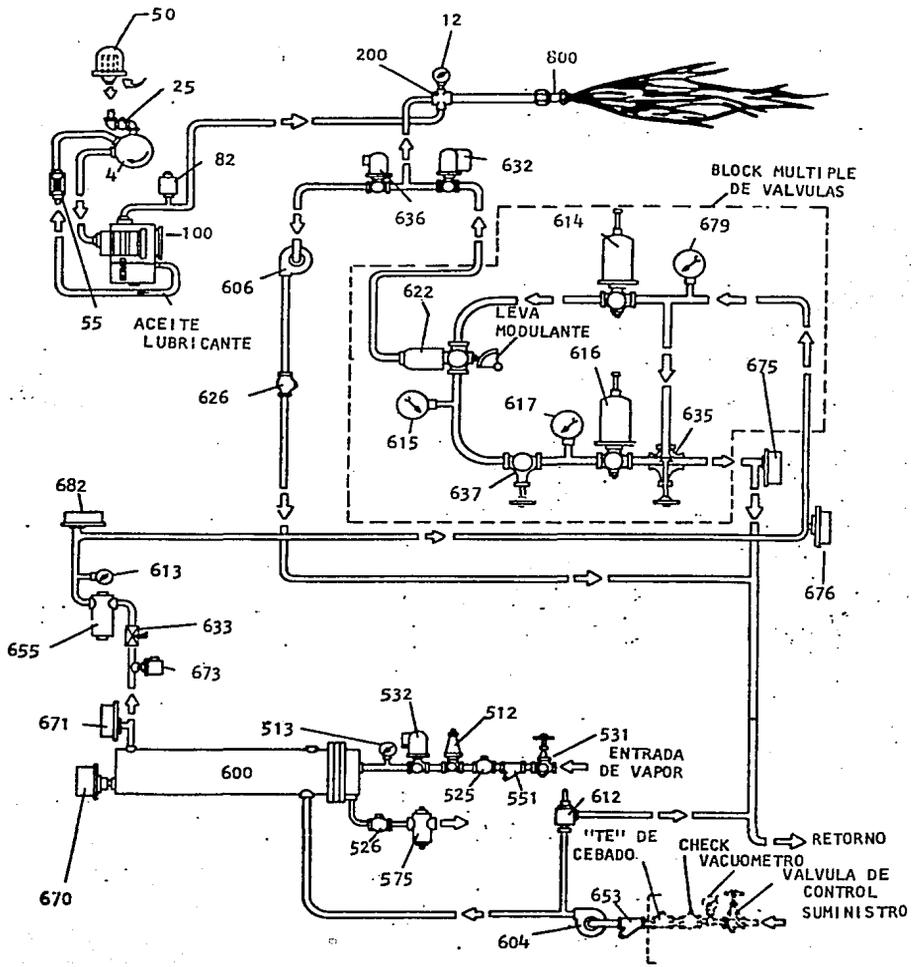


FIG. 6.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA COMBUSTOLEO

IDENTIFICACION DE
COMPONENTES
FLUIDO DE
COMBUSTIBLE

- 4.- Compresor de aire
- 12.- Manómetro presión aire primario
- 25.- Válvula de retención
- 50.- Filtro de aire
- 55.- Filtro de aceite
- 82.- Interruptor aire de atomización
- 100.- Tanque aire - aceite
- 200.- Block multiple de aire
- 512.- Válvula reguladora de vapor
- 513.- Manómetro para presión de vapor
- 525.- Válvula de retención vapor
- 526.- Válvula de retención condensado
- 531.- Válvula manual de corte para vapor
- 532.- Válvula solenoide de vapor
- 551.- Colador
- 575.- Trampa de vapor
- 600.- Calentador eléctrico - vapor
- 604.- Bomba de combustible suministro
- 606.- Bomba purga de combustible
- 612.- Válvula de alivio
- 613.- Manómetro para la presión de suministro
- 614.- Válvula reguladora de presión al quemador
- 615.- Manómetro presión de combustible al quemador
- 616.- Válvula reguladora de presión de retorno
- 617.- Manómetro de la presión de retorno
- 622.- Válvula dosificadora de combustible
- 626.- Válvula de retención
- 632.- Válvula solenoide de combustible
- 633.- Válvula manual de corte combustible
- 635.- Válvula de derivación
- 636.- Válvula solenoide purga de combustible
- 637.- Válvula de orificio
- 655.- Filtro de combustible
- 670.- Calentador eléctrico
- 671.- Termostato del calentador eléctrico
- 673.- Termostato del calentador de vapor
- 675.- Interruptor baja temperatura de combustible
- 676.- Interruptor alta temperatura de combustible
- 679.- Termómetro
- 682.- Interruptor baja presión de combustible
- 800.- Esprea del quemador.

Para el arranque inicial de la caldera con combustible líquido, probablemente el combustóleo no tiene la temperatura adecuada para ser manejado por la bomba de combustible, por lo tanto se puede utilizar el diesel para el encendido, todos los ajustes de presión mencionados son válidos también para diesel. PERO EL DIESEL NO DEBE CALENTARSE.

Considerando que las reglas de encendido se han realizado hasta el inciso 5, tenemos:

- 1.- Meter el cañón del quemador hasta el tope, el gancho se asegura en la segunda ranura del tubo guía.
- 2.- Colocar el selector "GAS-COMBUSTOLEO" en la posición COMBUSTOLEO.

Comprobar la correcta rotación del compresor de aire y la bomba de purga de combustible

Verificar las presiones de combustible recomendadas.

Al cerrar el interruptor del quemador, el ventilador empieza la prepurga. Observar la presión del aire de atomización

Cuando el programador llega a la marca de IGN PILOT, el piloto de gas debe establecerse (72 Seg.) .

Si el piloto es detectado por la fotocelda a los 82 seg., la válvula principal de combustible abre.

A los 97 seg. el piloto se apaga, pero el quemador principal sigue trabajando.

Cuando el programador llega a 104 seg. se detiene, la caldera queda en operación.

Al llegar a la temperatura adecuada para bombear el combustóleo, se puede hacer el cambio de combustible.

VII.- PROCEDIMIENTOS DE OPERACION Y PARO

VII.I.- Todas las revisiones a realizar durante el funcionamiento, se pueden resumir en las siguientes.

"HOJAS DE RUTINA"

RESPONSABLES:

Fogonero	Turno	Fecha

NIVEL DE AGUA EN CALDERA

PRESION DE VAPOR

NIVEL DE AGUA EN DEAREADOR

TEMP. AGUA EN DEAREADOR

PRESION EN DEAREADOR

PRESION EN SUAVIZADOR

CONDICIONES DE COMBUSTION

COLOR DE FLAMA	
TAMAÑO DE FLAMA	
TEMP. GASES ESCAPE	
COLOR GASES ESCAPE	
GRADO HOLLINAMIENTO	

	COMBUSTOLEO	DIESEL	GAS
P. ALIMENTACION			
P. AL QUEMADOR			
P. DE RETORNO			
P. AIRE PRIMARIO			
TEMP. COMB.			
P. VAPOR AL CALENTADOR			

VII.II.- OPERACION DEL DESHOLLINADOR

Cuando la temperatura de los gases de escape es 83°C mayor que la temperatura del vapor, es necesario hacer un deshollinado. También se puede observar el grado de hollinamiento de los tubos.

El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Colocar el selector "MAN-AUTO" en posición MANUAL y el control manual de flama "CARGA" en FUEGO ALTO.
- 2.- La caldera debe tener presión 5 kg/cm^2 como mínimo.
- 3.- Abrir la válvula de alimentación de vapor al deshollinador, también la válvula de purga. Están localizadas ambas en la parte trasera de la caldera. Deben permanecer abiertas las dos válvulas 5 minutos al cabo de los cuales se cerrará la válvula de purga.
- 4.- La presión de vapor en el desbollinador para su operación debe, ser de 5 a 7 kg/cm^2 . Al observar esta presión, gire el mecanismo con la ayuda de la cadena. El deshollinado terminará cuando se observen los tubos sin hollín y la temperatura de los gases de escape disminuye.
- 5.- La válvula de vapor al deshollinador se cerrará. La válvula de purga es una válvula del tipo de orificio, por lo tanto el vapor que se queda en el deshollinador escapa por dicha válvula. Si la válvula no es de orificio debe abrirse y se cerrará hasta que deje de escapar vapor.

El descollinado debe realizarse siempre en FUEGO ALTO, ya que de no hacerlo así, cuando entra vapor se puede apagar el quemador.

Es conveniente que el descollinado se efectue antes de sacar a la caldera de operación o cuando la demanda de vapor sea nula.

VII.III.- PURGAS A LA CALDERA

Cada ocho horas se deben realizar las siguientes purgas:

1.- De fondo.- Abrir la válvula de apertura rápida y después la válvula de apertura lenta. Cuando acciona la alarma de bajo nivel, cerrar la válvula de apertura lenta y enseguida la de operación rápida, después abrir la válvula de apertura lenta para eliminar alguna pequeña cantidad de agua sobrante y volver a cerrarla.

2.- De la columna.- Abrir la válvula de purga respectiva y cerrarla cuando funcione la alarma de bajo nivel.

3.- Del vidrio indicador.- accionar la válvula de purga.

El nivel de agua desaparece y al cerrar la válvula debe recuperarse rápidamente, de no ser así, es indicio de que el conducto de la columna al vidrio está sucio.

VII.IV OPERACION DEL SUAVIZADOR

Quando el fogonero realiza el análisis de agua y uno de los resultados, indica que el agua tiene dureza (5 ppm de CaCO_3 , o mayor). Es necesario hacer un regenerado del suavizador que estaba en operación. El sistema por ser duplex cuenta con otro suavizador de reserva (ver figura 7.1).

Por lo tanto se pondra en operación el suavizador de reserva, es decir se abren las válvulas de alimentación y descarga. Para el suavizador a regenerar se cerrará la válvula de descarga.

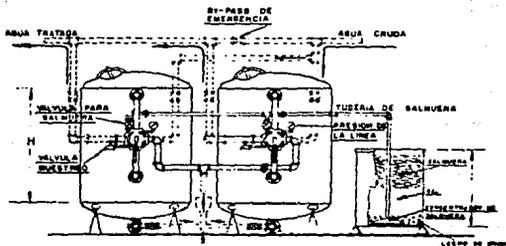


FIG. 7.1 INSTALACION PARA SUAVIZADOR DUPLEX

- 1.- Mover la palanca de la válvula multipuertos al número 1. Por la conexión de purga del suavizador empezará a salir agua "sucia", se debe esperar hasta que empieza a salir agua limpia.
- 2.- Cambiar la palanca al número 2 y abrir la válvula de alimentación del tanque de salmuera, se deben succionar 30 cms. aprox. , después cerrarla. Por la conexión de purga saldrá agua con sabor a sal y cuando se pierda dicho sabor, la resina ha sido regenerada.
- 3.- Pasar la palanca a la posición 3, el suavizador puede entrar en operación. Abrir la válvula de alimentación de salmuera, para que recupere su nivel y suministrarle 30 kg. de sal.

Se puede comprobar la dureza del agua al terminar el regenerado.

VII.V.- PROCEDIMIENTO DE UN PARO PROGRAMADO

La operación normal de la caldera se realiza con el selector "MANUAL-AUTO" en posición "AUTOMÁTICA" por lo tanto, el quemador puede modular flama según la demanda de vapor, con la ayuda del Control de Presión Modulante y se puede apagar el quemador por la apertura de algún control límites:

- 1) El interruptor del quemador se abra
- 2) Por alcanzar la presión de corte por demanda de vapor.
- 3) Un bajo nivel de agua
- 4) Según el tipo de combustible que se utiliza:
 - a) Por alta o baja temperatura de combustible (solo combustóleo). También por baja presión.
 - b) Por alta o baja presión de gas.
- 5) Apertura de los interruptores, de flujo de aire
- 6) Interrupción de la alimentación eléctrica
- 7) Falla de flama.

Para corregir estas fallas ver sección IX.

El paro programado de la caldera es de una vez por semana, es decir se apaga la caldera el sábado por la tarde y se enciende el domingo en la noche.

Antes de retirar a la caldera de operación es conveniente realizar el deshollinado, (las condiciones de los tubos y la temperatura de los gases de chimenea indican la necesidad de realizar esta operación)

Realizar las purgas del fondo, columna de nivel, vidrio indicador, generador de presión y de la línea del manómetro.

Colocar el selector "MANUAL-AUTO" en posición MANUAL y la perilla de CARGA "Control Manual de Flama" en fuego bajo, dejar que la caldera trabaje así durante 30 minutos aproximadamente y después apagarla.

Se debe sacar todo el vapor, para que la presión disminuya - y cuando el manómetro indique 0.25 kg/cm^2 , abra la válvula de venteo - y cierre la válvula general de vapor.

Cierre la válvula de purga de superficie, permita que el nivel de agua aumente 4 pulgadas arriba de lo normal, después apague la bomba de agua.

Abra los interruptores eléctricos.

Si la caldera estaba operando con combustóleo se debe cambiar a Diesel los 30 minutos antes de apagarla, esto es, con la finalidad de que las tuberías de combustible queden con diesel y cuando se encienda la caldera no se tengan problemas de tuberías tapadas.

RECUERDE CUANDO SE QUEMA DIESEL, ESTE NO SE CALIENTA.

Si la operación de la caldera era con gas no hay necesidad de cambiar de combustible.

VII.VI.- PROCEDIMIENTO DE UN PARO DE EMERGENCIA

VII.VI.I.- UN BAJO NIVEL DE AGUA

Si el nivel de agua desaparece del vidrio indicador y el quemador esta en operación..

Compruebe el nivel con la ayuda de el grifo de prueba inferior de la columna.

Si no sale agua apague inmediatamente la caldera.

Desconecte la alimentación de agua

Cierre la válvula general de vapor

Cierre la válvula de purga de superficie

Espere a que la caldera se enfrie

Revise si hubo daños antes de encender nuevamente.

NOTA: Se recomienda no suministrarle agua a la caldera, cuando hay un bajo nivel, ya que la superficie de calefacción se encuentra expuesta solamente a fuego por un lado y no tiene agua por el otro lado. si se le llegase a inyectar agua, ocurriría un choque térmico acarrearía una deformación y abolamiento de tubos, hasta una probable explosión.

También revise el sistema de corte por bajo nivel, tanto en la columna de nivel como los relevadores de corte por bajo nivel localizados en el panel de control.

VII.VI.II.- UNA SOBRE PRESION DE VAPOR

Si el manómetro indica una presión mayor a la de diseño de la caldera y el quemador esta funcionando.

Apague de inmediato la caldera

Permita que la presión disminuya o tire vapor

Revise el Control de Presión Límite de Operación

"CPLO" y el Control de Presión Límite Máximo de Operación - -

"CPLMO", estos controles deben apagar a la caldera por presión de vapor.

También se deben revisar las válvulas de seguridad.

Es probable que la lectura del manómetro sea falsa, para comprobarlo se puede ayudar del manómetro en el cabezal de vapor.

SECCION VIII.-MANTENIMIENTO Y AJUSTESVIII.1.- AJUSTES COMBUSTIBLE LIQUIDOVALVULA DE ALIVIO (612)

Para el ajuste de la presión de entrada al calentador eléctrico-vapor, se realiza con el tornillo de ajuste, retirando previamente la cubierta (ver figura 8-1).

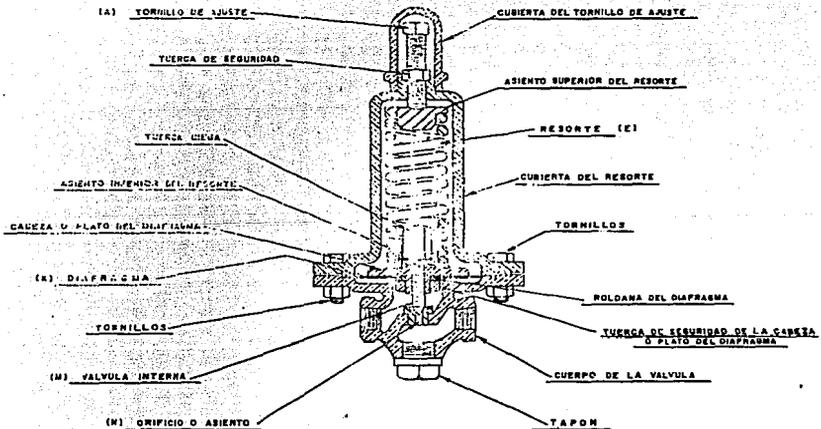
VALVULA DE ALIVIO

FIG. 8.1 COMPONENTES DE UNA VALVULA DE ALIVIO

VIII.I.I- TERMOSTATO CALENTADOR ELECTRICO (671)

El ajuste del interruptor se hace, introduciendo un desarmador en la ranura del disco de calibración. Lo ajustado en ésta carátula serf. la apertura del interruptor.

El ajuste diferencial se realizá en fabrica, pero si se necesita calibrár en campo;

Retire la tapa del termostato.

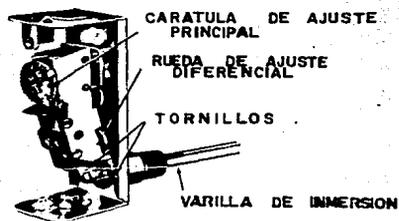
Internamente existe una rueda y una marca en " v ", ésta rueda da el ajuste diferencial de 2.8°C a 17°C (5°F a 30°F).

VIII.I.II- TERMOSTATO CALENTADOR DE VAPOR (673)

El procedimiento de calibración es igual al termostato del calentador eléctrico.



MONTAJE VERTICAL



MONTAJE HORIZONTAL

FIG. 8.2 TERMOSTATO

VIII.I.III.- BLOCK MULTIPLE

En este block se encuentran las válvulas reguladoras de presión 614 y 616, válvula dosificadora de combustible 622, válvula de orificio 637, válvula de derivación 635, los manómetros 615 y 617, así como el termómetro 679.

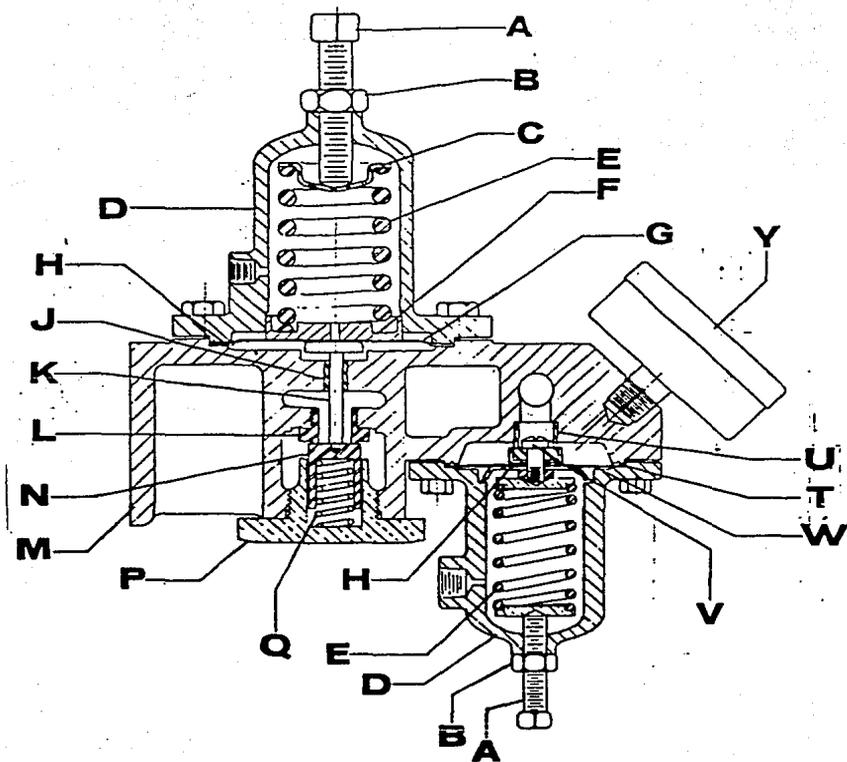
Los ajustes de las válvulas reguladoras se realizan con los tornillos indicados con la letra A, en la (fig. 8.3).

La válvula de orificio y la derivación, en operación de la caldera se mantienen cerradas.

Para la válvula dosificadora los ajustes se realizan con la leva dosificadora moviendo los prisioneros. En esta válvula se controla la cantidad de combustible al quemador. (fig. 8.4).

Es muy importante que la curvatura del resorte sea uniforme, es decir, no deben existir cambios bruscos en el camino de la válvula.

FIG. 8.3 VALVULAS REGULADORAS DEL BLOCK MULTIPLE



A Tornillo de ajuste

B Contratuerca

C Soporte superior del resorte

D Cubierta del resorte

E Resorte

F Soporte inferior del resorte

G Diafragma

H Empaque del diafragma

J Guña del vástago

K Vástago

L Orificio

M Base de la válvula

N Válvula interna

P Guía de la válvula interna

Q Resorte de la válvula interna

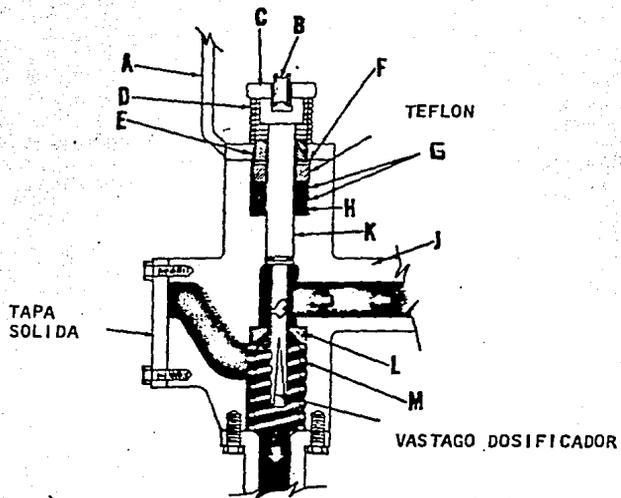
T Empaque

U Buje de sello

V Tornillo de la válvula de disco

W Diafragma

Y Manómetro



- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------------|
| A | Soporte | G | Empaque (Teflón) |
| B | Rodillo | H | Anillo de empaque |
| C | Perno | J | Cuerpo de la válvula |
| D | Resorte | K | Vástago de la válvula |
| E | Preñseestopa | L | Orificio |
| F | Roldana | M | Resorte |

FIG. 8.4 VALVULA DOSIFICADORA

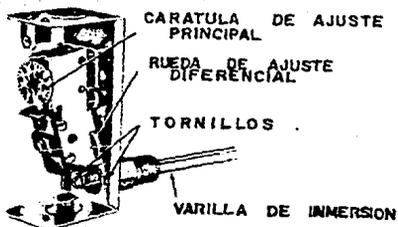
VIII.I.IV.- INTERRUPTOR BAJA TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE

Es un interruptor que abre el circuito al llegar a la temperatura ajustada en la carátula principal.

Para calibrar el interruptor con un desarmador lento de la carátula se realiza la operación.

VIII.I.V.- INTERRUPTOR ALTA TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE

El procedimiento de ajuste es similar al interruptor baja - temperatura de combustible.



MONTAJE HORIZONTAL



MONTAJE VERTICAL

FIG. 8.5 COMPONENTES DE UN TERMOSTATO

VIII.II.- AJUSTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GASEOSO

Considerando los requerimientos del quemador de gas, según la sección VI.2 , la calibración se realiza con el tornillo de ajuste del regulador de gas, retirando el capuchón protector.

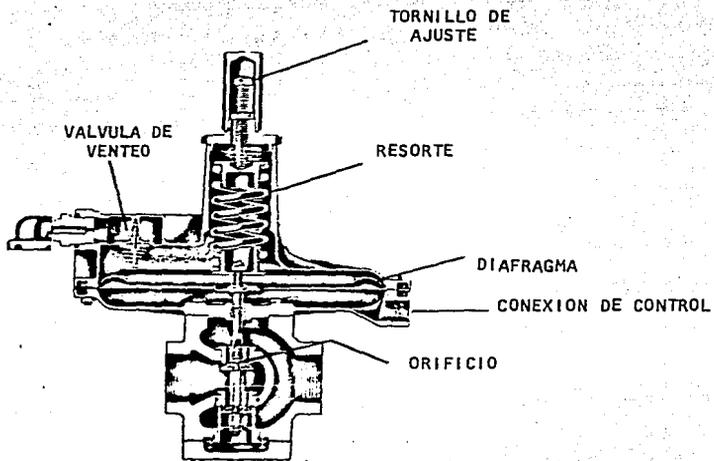


FIG. 8.6 REGULADOR DE GAS MCA. FISHER

VIII.II.I.- INTERRUPTOR BAJA PRESION DE GAS

Gire el tornillo de ajuste hasta obtener en la escala un valor de 10% más abajo que la presión necesaria en el quemador.

Quando el interruptor llega a operar es necesario el restablecimiento manual.

VIII.II.II.- INTERRUPTOR ALTA PRESION DE GAS

Gire el tornillo de ajuste, para obtener en la escala un valor de 8 a 10% más alto de la presión de gas requerida.

En caso de llegar a operar el interruptor (abrir el circuito) es necesario el botón restablecedor.

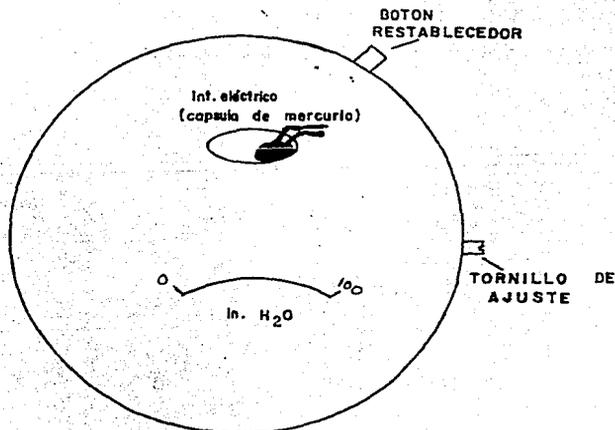


FIG. 8.7 INTERRUPTOR DE PRESION PARA GAS MCA.MERCOLD.

VIII.III.-- AJUSTES DEL SISTEMA DE AIRE PRIMARIO

Después del filtro de aire en la succión del compresor se lo caliza una válvula tipo macho, con ella, se controla la presión de aire de pulverización.

VIII.III.I.-- INTERRUPTOR AIRE DE ATOMIZACION

Se utiliza un interruptor de presión normalmente abierto -- (mca. Honeywell), dicho interruptor en la parte superior tiene dos tornillos, el más grande indica la presión de cierre, según la colocación del cursor en la escala principal. El tornillo pequeño no se utiliza, se puede dejar en cero.

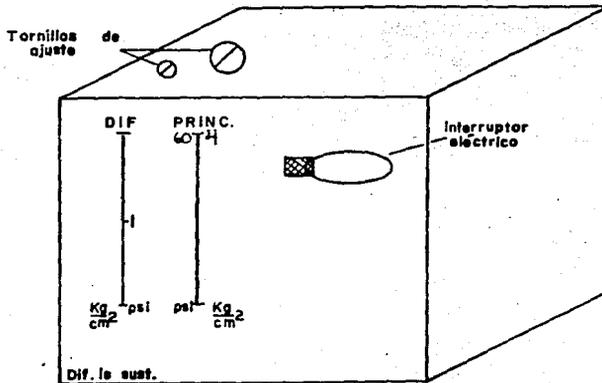


FIG. 8.8 INTERRUPTOR DE PRESION PARA AIRE

VIII.IV.- AJUSTES DEL SISTEMA DE AIRE SECUNDARIO

VIII.IV.I.- INTERRUPTOR AIRE COMBUSTIBLE

Este interruptor no requiere calibración, ya que su ajuste se realiza en fabrica.

VIII.IV.II.- MOTOR MODULANTE

Considerando que el motor modulante se encarga, de controlar el fuego en la caldera (relación aire - combustible, según la demanda de vapor), los ajustes de aire secundario se realizan, cuando se "carbura" la caldera.

Esto consiste en hacer un análisis de gases de combustión y - poder tener la relación correcta aire-combustible.

TABLA 8.1 PORCENTAJE DE BIOXIDO DE CARBONO EN LOS GASES DE COMBUSTION.

RANGO	% DE BIOXIDO DE CARBONO (CO ₂)		
	GAS NATURAL	DIESEL	COMBUSTOLEO
EXCELENTE	10 %	12.8 %	13.8 %
BUENO	9 %	11.5 %	13 %
REGULAR	8.5 %	10 %	12.5 %
POBRE	8 % ó menos	9 % ó menos	12 % ó menos

El porcentaje de oxígeno debe ser de 1 a 2 % como máximo y - no debe existir CO.

La relación aire/combustible A/C es de 15/1 aprox.

Como la carburación es distinta para cada tipo de combustible, lo más conveniente es primero ajustar la presión de combustible a lo

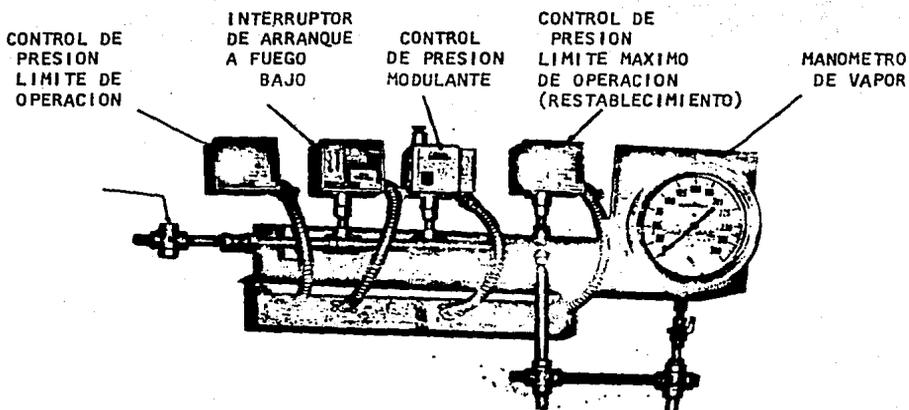


FIG. 8.9 CONTROLES DE PRESION Y MANOMETRO

recomendado en el capítulo VI, la cantidad de aire se controla según los gases de escape de la chimenea. El humo negro indica exceso de combustible poco aire y el humo blanco representa mayor cantidad de aire que combustible. Para estas regulaciones de aire se tiene el sistema de varillas del motor modulante.

Los ajustes finales de combustible se realizan con la leva de la válvula dosificadora de combustible líquido o con la leva de la válvula de mariposa para gas.

VIII.V.- AJUSTES CONTROLES DE PRESION DE VAPOR

Teniendo en cuenta que la presión de operación de la caldera - debe ser de 12 kg/cm^2 (180 lb/pulg^2) el ajuste de los controles de presión es como sigue:

VIII.V.I.- CONTROL DE PRESION LIMITE DE OPERACION

Este interruptor es el que se encarga de apagar y encender a la caldera por presión de vapor.

La escala principal indica la presión de apagado y restádo la escala diferencial, se tiene la presión de encendido.

Los tornillos de ajuste están en la parte superior del interruptor. (Ver Fig. 8.10)

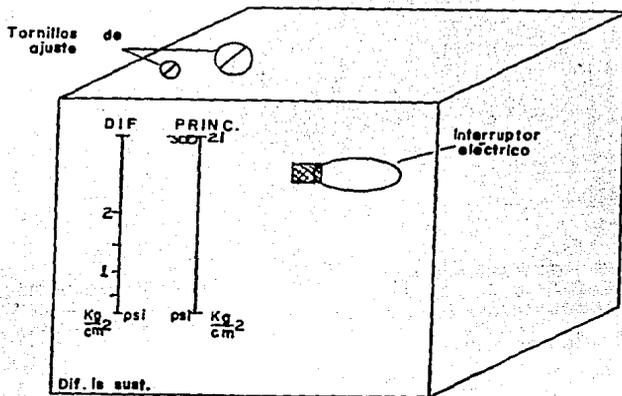


FIG. 8.10 INTERRUPTOR DE PRESION PARA VAPOR

VIII.V.II.- CONTROL DE PRESION LIMITE MAXIMO DE OPERACION

Tiene las mismas características que el interruptor anterior, pero su ajuste de la escala principal es a 1 kg/cm^2 más arriba del CPIO y cuando llega a operar el control es necesario restablecer manualmente.

Es una seguridad extra, en caso de que el primer interruptor no abra el circuito.

VIII.V.III.- CONTROL DE ARRANQUE A FUEGO BAJO

Similar a los interruptores de presión anteriores pero su ajuste es a 3 kg/cm^2 y la finalidad, es que la caldera siempre encienda en fuego bajo y al llegar a esa presión pueda pasar a fuego alto.

La escala diferencial no importa y puede quedar en 0.

VIII.V.IV.- CONTROL DE PRESION MODULANTE

La función de este control es modular la flama "automáticamente" según la demanda de vapor.

La escala principal indica que cualquier presión menor o igual a la ajustada, el fuego en la caldera será fuego alto.

La escala diferencial se suma a la escala principal y el resultado representa la presión a la cual empezará el regreso a la posición de — fuego bajo.

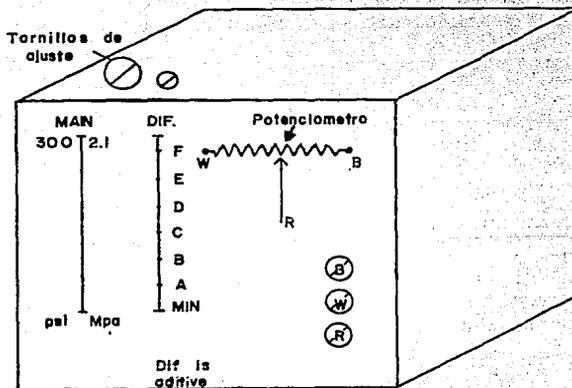


FIG.8.11 CONTROL DE PRESION MODULANTE

Para este control en la escala diferencial de MIN. a la letra A se tiene un valor de 15 lb/pulg^2 (1 kg/cm^2).

VIII. VI. - MANTENIMIENTOCADA OCHO HORAS

- 1.- Sacar el cañon del quemador para limpiar la espesa de combustible. Solo combustoleo. Ver fig. 8.12.
- 2.- Realizar las purgas a la caldera, según el capítulo VII.
- 3.- Llenar los datos de la "Hoja de Rutina", ver sección VII.
- 4.- Girar la perilla del filtro de navajas (655) y abrir la válvula de purga del filtro. Solo combustoleo.

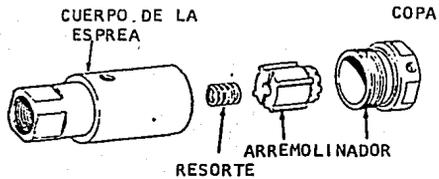
DIARIO

- 1.- Comprobar que la malla del filtro de aire (50) está limpia y se tiene de un centímetro y medio de aceite.
- 2.- Limpiar los filtros de combustoleo en la succión de cada bomba de combustible.
- 3.- Revisar que el nivel de aceite en el tanque aire-aceite (100), se encuentra a la mitad del vidrio como mínimo, el nivel máximo es de tres cuartas partes del vidrio. El tipo de aceite es "Mobil DTE-OIL 25" o similar al "SAE 10".
- 4.- Comprobar la dureza del agua en el suavizador y de ser necesario, - realizar el regenerado.

CADA TERCER DIA

- 1.- Comprobar el funcionamiento de la trampa de vapor (575), retirando el tapón de registro en la parte superior de la trampa, lo único que debe escapar es condensado, si sale vapor, la trampa debe ser revisada básicamente el orificio de la válvula. (Ver figura 8.12).
- 2.- accionar el "botón de prueba", para observar la correcta operación de las luces de alarma por alto y bajo nivel, así como la "chicharra".
- 3.- Observar el goteo en los puntos estopos de la(s) bomba(s) de agua.

DETALLE
ESPREA DE
COMBUSTIBLE.



TRAMPA
DE
VAPOR

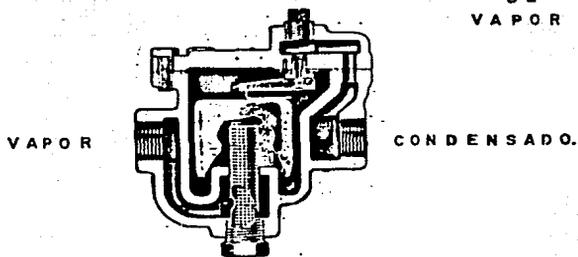


FIG. 8.12 ARRIBA ESPREA DE COMBUSTOLEO.
ABAJO TRAMPA DE VAPOR.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A CALDERA

ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Cada 8 hrs. {	Limpia cañon del quemador Purgas a la caldera Limpia filtro de combustible						
Diario {	Limpia filtro de aire en compresor Nivel de aceite en compresor Análisis de agua en suavizador						
Cada 3 ^{er} día {	Revisar trampa de vapor Comprobar luces y alarma Verificar goteo en bomba de agua						
Semanal {	Operar el deshallinador Limpia filtro de aceite en compresor Purga del generador de agua Accionar válvulas de seguridad Realizar pruebas de corte de flama Limpia filtros de agua Limpia el quemador Revisar lubricación de rodamientos Comprobar cierre válvulas de comb.						
Mensual {	Engrasar baleros bomba agua (traseros) Revisar termostatos de combustoleo Comprobar voltaje y carga de motores						
Trimestral {	Engrasar baleros bomba agua (delanteros) Revisar rodamientos de motores Limpieza lado del agua Limpieza lado del fuego Limpia contactos eléctricos						
Semestral {	Limpieza calentador combustoleo Ajustar válvulas reguladoras Cambiar prensa-estopa (empaque) bomba de agua Mantenimiento compresor de aire Limpia tanque aire-aceite Purgar válvula motorizada de gas Limpia columna de nivel Verificar generador de agua Limpia línea del manómetro Prueba hidrostática acoplamiento de motores Revisar deareador						

C A D A O C H O D I A S

- 1.- Operar el deshollinador, si la temperatura de los gases de escape lo ameritan.
- 2.- Limpiar el filtro de aceite al compresor (55). (Ver fig. 8.13)

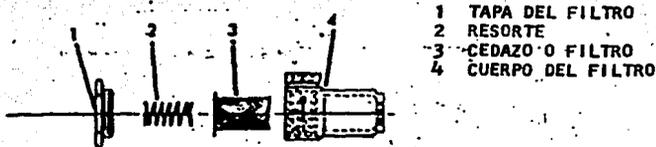


FIG. 8.13 FILTRO DE ACEITE

- 3.- Abrir la válvula de purga del generador de agua.
- 4.- Realizar la purga de la línea del manómetro
- 5.- Accionar manualmente las válvulas de seguridad
- 6.- Efectuar la prueba de falla de flama, es decir, con el quemador prendido sacar la fotocelda y taparla. En dos segundos aprox. el quemador deberá de apagarse, el ventilador realizará la postpurga y al finalizar, la luz de falla de flama y la alarma funcionarán sera necesario el restablecimiento manual.
- 7.- También hacer la prueba de corte por bajo nivel de agua; con el quemador en operación, desconectar el sistema de alimentación de agua - y dejar que el nivel de agua disminuya por la evaporación. La alarma por bajo nivel y luz indicadora deben accionar primero y después el quemador debe apagarse por bajo nivel de agua, de no hacerlo apagar

el quemador inmediatamente. Se le puede suministrar agua, por ser una prueba. Comprobar el sistema de la columna de nivel de agua, electrodos y "relevadores de nivel".

8.- Prueba de corte por presión de vapor.

Con el quemador en operación y la válvula general de vapor cerrada, la presión de vapor aumentará hasta llegar a lo ajustado en el control de presión límite de operación CPL0 y en este momento el quemador deberá apagarse. Si la presión llega a ser mayor, de la calibrada en el control de presión límite máximo de operación CPLMO y el quemador no se apaga - automáticamente, hagalo manualmente.

Descargue la presión de vapor y revise los controles de presión.

9.- Lavar los filtros de agua: En el sistema de alimentación.

Succión de la bomba de agua.

Tanque de condensados.

10.- Antes de encender la caldera, sacar el plato del quemador , para limpieza del difusor, tubo del piloto de gas, orificios de salida para gas , tubo de visión de la fotocelda y compuerta de aire, antes de colocar el quemador revisar el empaque del plato del quemador. (Ver fig. 8.14)

11.- Revisar la condición de lubricación de los rodamientos en la bomba de agua.

12.- Efectuar un análisis completo de agua.

Ver capítulo X.

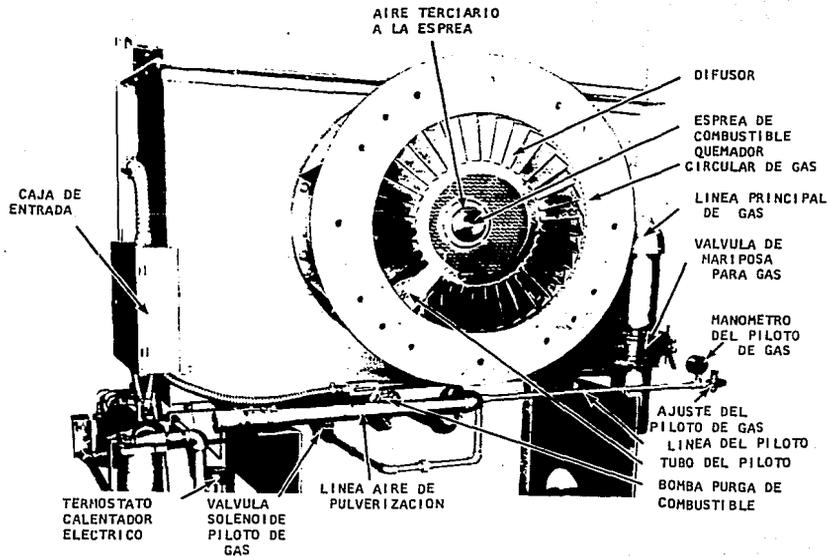


FIG. 8.14 SALIDA DE COMBUSTIBLE EN EL QUEMADOR

IDENTIFICACION DE COMPONENTES BOMBA SULZER

- 11 Elemento de armazón
- 11.1 Barra de tiro con tuercas
- 11.12 Anillo de hule
- 12 Tapa con entrada completa
- 13 Tapa con salida completa
- 20 Rueda directriz (Difusor)
- 20.2 Ultima rueda directriz
- 21.15 Escalón ciego
- 30 Impulsor (Impelente)
- 31 Eje completo (31.11 + 31.12 + 31.15 + 31.24)
- 31.11 Cuñas para los impulsores
- 31.12 Cuña para el acoplamiento
- 31.15 Tuerca del eje.
- 31.2 Buje de protección trasero
- 31.22 Buje de distancia con tope
- 31.24 Buje de protección delantero
- 31.26 Buje de distancia trasero
- 31.27 Buje de distancia delantero
- 31.28 Escalón ciego
- 31.3 Buje para balero
- 31.37 Anillo de hule
- 31.46 Anillo de lanzamiento delantero
- 31.47 Anillo de lanzamiento trasero
- 40 Soporte delantero completo
- 40.1 Tapa de soporte delantero
- 40.12 Anillo de fieltro
- 40.21 Anillo de fieltro
- 41 Soporte trasero
- 41.21 Anillo de fieltro
- 42.3 Balero delantero
- 44.1 Tapa de soporte trasero
- 44.6 Balero trasero
- 51 Estopero delantero
- 51.11 Empaquetadura para el 51
- 53 Estopero trasero
- 53.11 Empaquetadura para el 53
- 90.1 Grasera de copa
- 98.1 Grifo de purga

13.- Con el cañon del quemador fuera de su posición y el sistema de alimentación de combustible trabajando, comprobar que no escurre combustible por la esprea. Si sale combustible -- es necesario revisar la válvula solenoide de combustible, principalmente su asiento. (Ver figura 8.16)

VALVULA DE SOLENOIDE

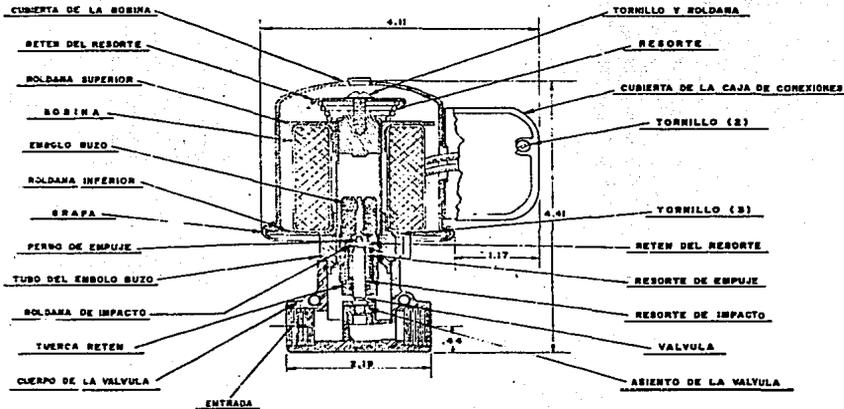


FIG. 8.16 COMPONENTES DE UNA VALVULA SOLENOIDE

C A D A M E S

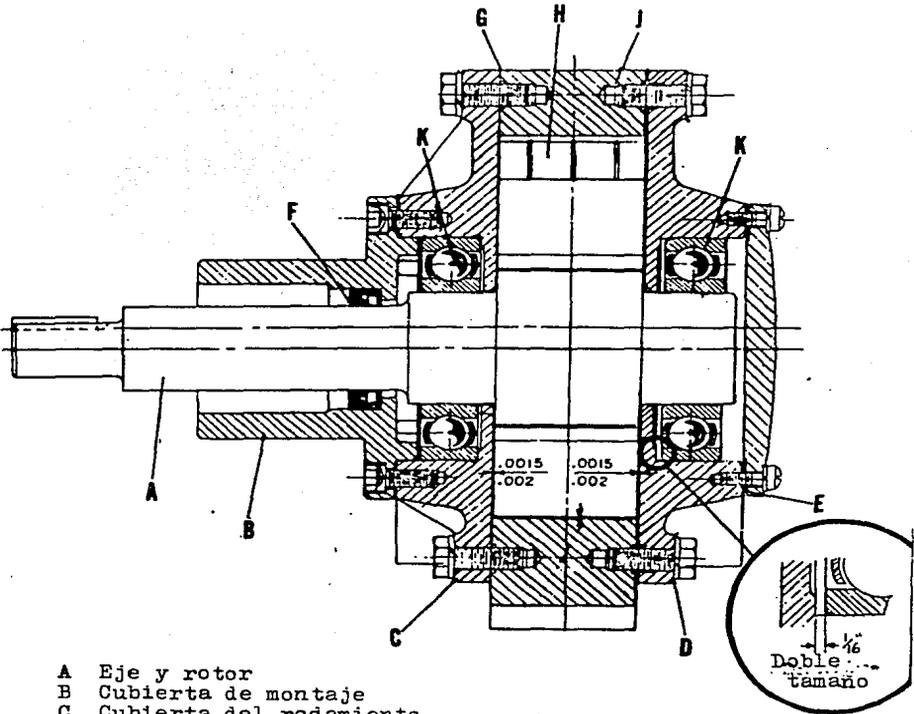
- 1.- Cambiar la grasa de los rodamientos de la parte trasera de las bombas de agua. Un engrasador Stauffer lleno es necesario.
- 2.- Comprobar la operación de los termostatos del sistema de calentamiento de combustóleo.
- 3.- Revisar el voltaje y carga de los motores bombas de agua y combustible, ventilador, compresor de aire.

C A D A T R E S M E S E S

- 1.- Engrasar los rodamientos de la parte delantera de las bombas de agua. Si los prensa estopas se encuentran secos cambiarlos.
- 2.- Cambios de los rodamientos del motor ventilador, compresor de aire, bombas de combustible.
- 3.- Revisar el lado del agua de la caldera.
- 4.- Revisar el lado del fuego y aplicar una lechada con cemento refractario en la zona del quemador.
- 5.- Limpieza de contactos eléctricos con tetracloruro de carbono. Nunca se deben lijar los contactos.

C A D A S E I S M E S E S

- 1.- Limpiar internamente el calentador de combustible con amoníaco.
- 2.- Asentar todas las válvulas reguladoras de presión, de alivio, solenoides.
- 3.- Cambiar los prensa estopas de las bombas de agua.
- 4.- Desmontar el compresor de aire y enviarlo a servicio para el rectificado de sus caras, cambio de paletas, rodamientos, retén y empaques. (ver Fig. 8.17).



- A Eje y rotor
- B Cubierta de montaje
- C Cubierta del rodamiento (extremo trasero)
- D Cubierta del rodamiento (extremo frontal)
- E Empaque de la tapa frontal
- F Reten
- G Empaque
- H Paletas del rotor
- J Carcaza del rotor
- K Rodamientos

FIG. 8.17 COMPONENTES DEL COMPRESOR DE AIRE

- 5.- Limpiar el tanque de aire-aceite interiormente. Cambiar el aceite si es necesario. (Ver fig. 8.12)
- 6.- Abrir el tapón de registro en la parte baja de la válvula motorizada de gas, por si existe algún "cuerpo" extraño a la válvula.
- 7.- Limpiar internamente la columna de nivel y la conexión hacia el domo de vapor. Extraer los electrodos para su limpieza. Si la porcelana está rota o presenta agrietamiento, cambiar el electrodo.
- 8.- Revisar que la conexión del generador de agua al domo de vapor, - está limpia.
- 9.- Comprobar la limpieza de la tubería de vapor en el manómetro, desmontar los controles de presión para revisar la conexión.
- 10.- Al revisar el lado del agua y el lado del fuego, antes de encender la caldera, realizar la prueba hidrostática, para comprobar el hermetismo del recipiente a presión.
- 11.- Verificar el correcto acoplamiento para las bombas de agua, compresor de aire y bombas de combustible.

NOTAS: Todas las piezas metálicas (tornillos, tuercas, cuerdas, -- etc.) que estén sujetas a temperaturas altas por contacto con el vapor, se deben bañar con grafito y aceite. También algunos empaques necesitan este tratamiento.

- 12.- En el tanque deareador, el control de nivel de agua y válvula de agua de repuesto requieren una revisión para su correcto funcionamiento.

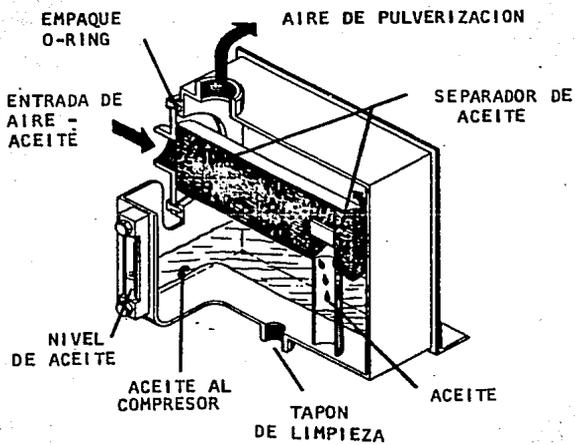


FIG. 8.18 TANQUE SEPERADOR AIRE-ACEITE

SECCION IXRESUMEN DE FALLAS ELECTROMECHANICASIX.I.-- FALLAS EN EL ENCENDIDOA.-- EL VENTILADOR NO ARRANCA

- 1.-- Interruptor principal abierto.
- 2.-- Fusibles del transformador del circuito de control lado primario -- abiertos.
- 3.-- Fusibles del circuito de control abierto, lado secundario del transformador del circuito de control.
- 4.-- Interruptor del quemador abierto o en mal estado.
- 5.-- Control de presión límite de operación abierto.
Si la luz demanda de vapor (foco verde) enciende todo lo anterior -- queda descartado.
- 6.-- Control de presión límite máximo de operación abierto.
- 7.-- Los contactos de bajo nivel de agua abierto.
 - a).-- Falta nivel de agua.
 - b).-- Si ocurrió un bajo nivel de agua, es necesario, oprimir los -- botones restablecedores localizados en los relevadores de corte por bajo nivel de agua.
 - c).-- Bobina abierta en algún relevador de corte por bajo nivel .
- 8.-- Selector "GAS-COMBUSTOLEO" en posición equivocada.
- 9.-- I.-- Para combustuleo.
 - a).-- Por no tener la temperatura adecuada. Mínima de 70°C y máxima 120°C. En cualquiera de estos dos casos alguno de los interruptores de baja o alta temperatura pueden estar abiertos.
 - b).-- El cañon del quemador no está en su posición correcta.

- c) i- Compruebe la presión de combustible, si es menor de 2.81 kg/cm^2 (40 lb/pulg^2) el interruptor de baja presión de combustible estará abierto.

ii- La bobina del relevador de baja presión de combustible, abierta o quemada, por lo tanto su contacto permanecerá abierto.

II.- Para gas.

- a) Por una baja o alta presión de gas alguno de los interruptores de presión de gas pueden estar abiertos.
- b) Si estan abiertos por haber operado cualquiera de los dos interruptores, es necesario oprimir el botón de restablecimiento localizado en cada interruptor.

Si se observa la operación del relevador de carga CR-2, todos los pasos anteriores se pueden omitir.

10.- Si la luz falla de flama enciende, oprimir el botón restablecedor en el control programador.

11.- La señal eléctrica para energizar a la bobina del arrancador del motor ventilador proviene de la terminal 8 en el programador ó 30 en tablilla de terminales. Si no hay señal.

- a) Revisar el contacto 3K2.
- b) Al energizarse el relevador 1K, debe cerrarse su contacto 1K1 para alimentar a 4K, este contacto puede estar sucio o abierto.
- c) Cuando se alimenta 4K éste debe cerrar su contacto 4K1, este contacto energiza a la terminal 8 del programador.

12.- Si existe señal eléctrica en la terminal 8 del programador ó 30 en tablilla de terminales, sera necesario oprimir el restablecedor de la protección contra sobrecargas del tipo sobrecarga mecánica.

(Identificados como "LO" en diagrama externo).

13.- La bobina del arrancador del ventilador puede estar abierta.

- 14.- Los fusibles para el motor ventilador estan en mal estado o -
abiertos.
- 15.- El motor ventilador no sirve.
La rotación del ventilador es en sentido contrario a las manecillas del reloj visto por el frente de la caldera.

B.- EL MOTOR PROGRAMADOR NO EMPIEZA LA SECUENCIA

- 1.- El contacto M3A del control programador esta abierto.
2.- El motor programador no funciona.

C.- EL MOTOR PROGRAMADOR SE DETIENE A LOS 60 SEG.

ANTES DE LLEGAR A LA MARCA DE IGNICION.

- 1.- El interruptor de fuego bajo no cerró.
a) El modulante no regresó a fuego bajo. El contacto M10B no -
cerró.
- 2.- El interruptor del programador se encuentra en la posición de
"TEST", debe estar en "NORM".
- 3.- El contacto M5A no cerró a su tiempo .

D.- EL RELEVADOR 3K SE DESENERGIZA EN EL PERIODO

DE PREPURA (ENCIENDE LA LUZ DE FALLA DE FLAMA)

- 1.- El contacto M7B no cierra a los 4 segundos.
2.- El contacto 2K1 esta abierto por la acción del relevador 2K
a) La fotocelda detecta luz en el hogar de la caldera.
i) Algunos desechos de combustible o escoria acumulada pueden
ser la causa.
ii) El material refractario incandescente, debido a mal ajuste

de la esprea de combustible.

b) El amplificador enchufable no sirve, es necesario cambiarlo.

3.- El contacto 3K2 no abre cuando se energiza 3K

E.- EL PILOTO DE IGNICION NO ENCIENDE

1.- Si a los 72 segundos no hay presencia de señal eléctrica en las terminales 6 y 5 del programador ó terminal 35 en tablilla de terminales, el problema es del programador.

a) El contacto M4A y M6B no cerrarán a su tiempo de operación.

2.- Compruebe que la válvula manual de alimentación al piloto está abierta, también la válvula de ajuste del piloto.

3.- Bobina de la válvula solenoide del piloto en mal estado.

4.- Transformador de ignición en mal estado.

5.- Aislador de porcelana del electrodo de ignición quebrado.

6.- La separación de la punta del electrodo al tubo piloto debe ser de $1/8$ a $5/32$ de pulgada, si esta distancia es mayor, el arco eléctrico no se establece.

7.- Si observa que la flama piloto es muy tenue y se extingue, hay mucho aire.

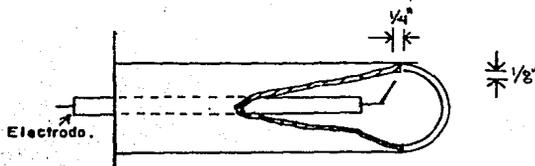


FIG. 9.1 DETALLE PILOTO DE GAS.

F.- SE ESTABLECE LA FLAMA PILOTO PERO NO ENTRA
EL COMBUSTIBLE PRINCIPAL (FUNCIONA SOLO 10 SEG.)

- 1.- Al haber flama piloto el relevador 2K debe energizarse, de no hacerlo
 - a) La fotocelda no detecta luz.
 - i- El lente de la fotocelda esta sucio.
 - ii- El tubo de visión de la fotocelda esta obstruido.
 - iii- La flama piloto es muy pequeña y no alcanza a ser vista. Aumente - la presión del gas para el piloto.
 - b) El amplificador enchufable no sirve, para comprobarlo en el orificio para medir la señal de flama se puede introducir un conector - para verificar la corriente que envia la fotocelda (3.5 a 7.5 micro amperes de C.D.).
 - c) El relevador 2K no funciona, la bobina puede estar abierta.
- 2.- El contacto 2K2 no cierra.

G.- SE ESTABLECE LA FLAMA PILOTO PERO NO ENTRA EL COMBUSTIBLE
PRINCIPAL (FUNCIONA 25 SEG. EL PILOTO)

- 1.- A los 82 segundos debe cerrar el contacto M2A para alimentar a la terminal 7 del programador, obviamente también las terminales 37 ó 38 en tablilla de terminales, según el tipo de combustible.
- 2.- Válvulas de alimentación de combustible cerradas.
- 3.- Bobinas de las válvulas automáticas (del tipo solenoides o motorizadas) en mal estado.

H.- EL PILOTO DE GAS PERMANECE TRABAJANDO CON EL QUEMADOR
EN OPERACION

- 1.- El contacto M4A no abríó.
- 2.- La válvula piloto sigue abierta, alguna basura puede obstruir su cierre.

I.- EL MOTOR PROGRAMADOR NO SE DETIENE EN LA MARCA DE
"OPERACION". EL QUEMADOR SE APAGA

- 1.- El contacto M3A no abre.
- 2.- El contacto M5A permanece cerrado.
- 3.- El contacto 1K2 no abríó.

NOTA: En los casos D, E, F y G encenderá la luz de falla de flama, para un nuevo intento de encendido sera necesario esperar un minuto, para oprimir el botón restablecedor en el control programador.

IX.II.- FALLAS EN OPERACION

A- AUSENCIA DE ENERGIA ELECTRICA

- 1.- Operación de fusibles, pueden ser los de alimentación principal, en el lado primario del transformador del circuito de control o el fusible del circuito de control.
- 2.- El voltaje nominal del control programador es de 120V. de A.C. y los voltajes límites son de 102 V. y 132 V.

B- POR PRESION DE VAPOR

Se tienen interruptores de corte del quemador por presión de vapor, además de las válvulas de seguridad.

C- POR NIVEL DE AGUA

1.- Por bajo nivel de agua.

- a) Falla en el sistema del generador y regulador de alimentación de agua.
- i) Revise que las válvulas de alimentación de agua y vapor provenientes del domo hacia el tubo generador están abiertas.
- ii) La válvula de purga del tubo generador debe estar cerrada.
- iii) Tubo de cobre al regulador de agua tapado por contener agua inconveniente (debe tener agua destilada).
Diafragma del regulador de agua en mal estado.
- b) Mal funcionamiento de las bombas de agua.

2.- Por alto nivel de agua.

- a) Falla del regulador de agua
Diafragma en mal estado.
- b) Válvula de la purga de superficie cerrada.

Para estos dos casos del inciso C, se considera que existen luces y alarma para prevenir cualquier situación de alto y bajo nivel. También una falta de limpieza en la columna de nivel de agua, básicamente en los electrodos puede ocasionar algún problema.

D- EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE LIQUIDO

1.- Por baja temperatura de combustible

- a) Revise la operación del termostato eléctrico.
- b) Relevador del calentador eléctrico.
- c) Resistencias del calentador eléctrico en mal estado.
- d) Revise el termostato del calentador de vapor .

- e) Válvula solenoide de vapor.
- f) Válvula de alimentación de vapor en mal estado.

2.- Por alta temperatura de combustible.

- a) Mal ajuste del termostato del calentador de vapor.
- b) Válvula solenoide de vapor no cierra.

3.- Baja presión de combustible.

- a) Válvula reguladora (614) requiere "asentarse", es decir cambiar los diafragmas. Solo si la baja presión es hacia el quemador.
- b) En la alimentación de combustible al calentador, la válvula de alivio (612) necesita asentarse.
- c) Bomba de combustible fallando.

i- Válvula de descarga de la bomba cerrada.

ii- Colador tapado.

iii- Revise la presión de vacío en el lado de succión de la bomba. Debe ser menor de 15 pulgadas de mercurio.

iv- Tubería de succión vacía. Requiere cebarse la bomba. También puede ser que la válvula de salida del tanque de almacenamiento esta cerrada.

d) Bobina del relevador de carga "CR-2" abierta, por lo tanto su contacto CR-2 permanecerá cerrado y funcionara el sistema de purga de combustible.

4.- Alta presión de combustible.

- a) Válvula de alivio (612) mal ajustada.
- b) Válvula reguladora de presión (614) mal ajustada.

NOTA: Una alta presión de combustible ocasiona flama muy grande. El tamaño de flama debe ser de tres cuartas partes la longitud del tamaño de la caldera.

5.- Fuga de combustible en el block de combustible.

- a) En válvula dosificadora de combustible.
 - i- Cambiar el juego de empaques. Ver fig. 8.4
- b) En válvulas reguladoras de presión.
 - i- Limpieza del diafragma en mal estado. Ver fig. 8.3

6.- Problemas de pulverización de combustible.

- a) Esprea de combustible en mal estado.
 - i- arremolinador desgastado o tapados los orificios.
 - ii- Carencia de resorte en la esprea.
 - iii- Copa de la esprea demasiado desgastada.
- b) Baja presión de aire del compresor.
 - i- Mal ajuste de la presión de descarga.
 - ii- Compresor de aire requiere mantenimiento.

E- EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GASEOSO

1.- Baja presión de gas.

- a) Por baja presión de gas a la entrada del regulador.
- b) Regulador de gas en mal estado.
 - i- Ajuste del regulador equivocado.
 - ii- Orificio del regulador obstruido.
 - iii- Diafragma del regulador o válvula inoperantes.
- c) Válvula solenoide de venteo en mal estado. Esta válvula es una solenoide inversa. NO DEBE DE CAMBIARSE POR UNA VALVULA NORMAL, PUES — OCUERRIRIA UNA FUGA DE GAS MUY PELIGROSA.
Revise la colocación correcta de la válvula.

2.- Alta presión de gas

- a) Una alta presión de gas a la entrada del regulador.
- b) Regulador de gas fallando.
 - i- Mala calibración.
 - ii- Diafragma en mal estado.

F- M A L A C O M B U S T I O N

- 1.- La caldera emite humo negro.
 - a) Excesiva cantidad de combustible.
 - b) Entrada de aire muy restringida.

Con esta condición los tubos se hollinaran muy rápido, por lo tanto, la eficiencia de la caldera baja.

- 2.- La caldera arroja humo blanco.
 - a) La relación aire-combustible, tiene más cantidad de aire.
 - b) Suministro de combustible deficiente.

Los dos casos anteriores son problemáticos, considerando la eficiencia de la caldera.

Los gases de escape, deben ser invisibles y para obtener una combustión óptima, es necesario hacer un análisis de gases.

G- AUTOMATICAMENTE LA MODULACION DE FLAMA NO FUNCIONA

- 1.- Compruebe la presencia de voltaje en la terminal 11 del control -- programador.
- 2.- El control de arranque a fuego bajo "IAFB" no cerró al llegar a la presión ajustada.
- 3.- Selector "MANUAL-AUTOMATICO" en posición manual.
- 4.- Control de presión modulante no sirve.
 - a) Potenciometro abierto.
 - b) Revise el cableado.

5.- Motor modulante en mal estado.

a) Conecte un cable de la terminal R a la terminal B en el motor modulante. Si el modulante no va a la posición de fuego alto, el motor no sirve. Si el puente lo realiza de R a W el modulante girará a fuego bajo.

H- MANUALMENTE LA MODULACION DE FLAMA NO TRABAJA

- 1.- El selector "MANUAL-AUTO" en posición Automática.
- 2.- El control manual de flama CMF está abierto.
- 3.- El motor modulante no funciona. Compruebe con lo indicado en el inciso G-5.

IX.III.- FALLAS EN EL APAGADO DEL QUEMADORA- AL ABRIR EL INTERRUPTOR DEL QUEMADOR, LA FLAMA SIGUE PRESENTE

- 1.- Las válvulas eléctricas de combustible no cierran.
 - a) Algún objeto extraño impide el cierre.
 - b) La alimentación eléctrica no se ha cortado.
 - 1- Verifique la ausencia de voltaje en la terminal 13 en la consola de control. Si existe voltaje el interruptor del quemador no sirve ó el control programador tiene un mal cableado.
- De la terminal L1 a la terminal 3 en el control programador se conectan todos los interruptores límites y de operación y cuando alguno de estos interruptores se abre el quemador debe apagarse.

B- LA VALVULA DE SEGURIDAD DISPARA Y EL QUEMADOR PERMANECE FUNCIONANDO

- 1.- Mala calibración de disparo de la válvula de seguridad.
- 2.- Los controles de presión no abrierón. Tanto el control de presión - límite de operación "CPLO" y el control de presión límite máximo de operación "CPLMO".
- 3.- Control programador mal cableado.
- 4.- Válvula de combustible no cierrán.

C- EXISTE UNA CONDICION DE CORTE POR BAJO NIVEL DE AGUA Y EL QUEMADOR NO SE APAGA

- 1.- Electrodo de corte por bajo nivel sucios.
- 2.- Control programador mal alumbrado.
- 3.- Válvulas eléctricas de combustible no cierrán.

D- HAY UNA ALTA O BAJA TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE

- 1.- Interruptor de alta temperatura de combustible "IATC" o interruptor baja temperatura de combustible "IBTC" mal ajustados. Según la condición comprobar el dispositivo respectivo.
- 2.- Control programador mal cableado.
- 3.- Válvulas de combustible no cierrán.

E- AL SACAR EL CAÑÓN DEL QUEMADOR, ESTE SIGUE TRABAJANDO (SOLO COMBUSTOLEO)

- 1.- Micro interruptor del quemador de combustible "MQC" no abre.
- 2.- Control programador mal cableado.
- 3.- Válvulas de combustible no cierrán.

NOTA: Esta es una condición peligrosa si llega a suceder, desconecta la bomba de combustible y abra la válvula de derivación (635).

F- POR UNA BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE

- 1.- Mala calibración del interruptor baja presión de combustible -- "IBPC".
- 2.- El contacto del relevador baja presión de combustible "RBPC" no abre.
- 3.- Control programador mal cableado.
- 4.- Válvulas de combustible no cierrán.

G- POR UNA ALTA O BAJA PRESION DE GAS

- 1.- Interruptor baja presión de gas "IBPG" o interruptor alta presión de gas "IAPG" mal ajustados o no abren. Según la condición revise el — dispositivo correspondiente.
- 2.- Control programador mal cableado.
- 3.- Válvulas motorizadas de gas no cierrán.

H- BAJA PRESION DE AIRE DE PULVERIZACION

- 1.- Interruptor de aire de atomización en consola y en caldera "IAA-P" y "IAA-C", mal ajustados o no abren.
- 2.- Control programador mal cableado.
- 3.- Válvulas de combustible no cierrán.

J- CUANDO SE APAGA LA CALDERA OCURRE UNA LIGERA EXPLOSION"T O R I T O"

- 1.- Para combustoleo.
 - a) El contacto del relevador CR-2 no cierrá -17- .
 - b) La válvula solenoide de purga de combustible no abre.
 - c) La bomba de purga de combustible no funciona.
 - d) Combustible acumulado en el hogar.
 - i- Fallas en la esprea de combustible.
 - ii- Válvulas solenoide de combustible dejan pasar combustible, cuando las válvulas deben estar cerradas.
- 2.- Para gas.

a) Válvulas motorizadas de gas no cierrán totalmente cuando están desenergizadas.

i- Algún objeto puede estar obstruyendo la válvula.

b) Válvula de venteo permanece cerrada cuando las válvulas motorizadas de gas están cerradas.

K- AL SIMULAR UNA FALLA DE FLAMA, EL QUEMADOR NO SE APAGA

1.- Amplificador en el control programador en mal estado.

2.- Cuando se realiza la prueba de falla de flama el relevador 2K en el control programador debe desenergizarse en un tiempo de 2 a 4 segundos como máximo, de no hacerlo su contacto 2K2 no abre para desconectar a las válvulas de combustible.

3.- Válvulas de combustible no cierran.

L- EL QUEMADOR SE APAGA EN FUEGO ALTO, CUANDO LLEGA A LA PRESION DE APAGADO.

1.- El control de presión modulante "CPM" no funciona.

a) Mal ajustado.

b) Conexión del control a la línea de vapor tapada.

c) Diafragma en mal estado.

d) Potenciómetro abierto.

SECCION XTRATAMIENTO DE AGUA A CALDERAS

El agua de alimentación a calderas debe ser analizada y tratada para evitar problemas de incrustaciones, corrosión, picaduras, espuma, — etc. ya que cualquiera que sea la procedencia del agua siempre contendrá — substancias en solución o suspensión.

En el análisis de agua se determinan: sólidos totales, dureza, alcalinidad o acidez, sulfatos, oxígeno anhídrido carbónico, sílice, calcio, fosfato, magnesio y PH , entre otros.

Sólidos totales.— Se clasifican en dos grupos

a.- Sólidos disueltos.— Son las sales minerales disueltas en el agua, tales como:

N O M B R E	F O R M U L A
Bicarbonato de magnesio	$Mg(HCO_3)_2$
Bicarbonato de calcio	$Ca(HCO_3)_2$
Sulfato de magnesio	$Mg SO_4$
Sulfato de sodio	$Na_2 SO_4$
Bicarbonato de sodio	$Na (HCO_3)_2$
Nitrato de sodio	$NaNO_3$
Nitrato de potasio	$K NO_3$
Carbonato de calcio	$Ca CO_3$
Carbonato de sodio	$Na_2 CO_3$
Hidróxido de sodio	$NaOH$
Hidróxido de potasio	$K OH$
Silicato de calcio	$Ca SiO_4$

b.- Sólidos en suspensión.- Son partículas que se encuentran precipitados o en suspensión por lo tanto los sólidos totales son iguales a los sólidos en suspensión más los sólidos disueltos.

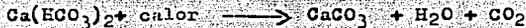
S.T. = S.D. + S.S.

X.I.-

Dureza.- Es la concentración de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua, y son las causas principales de incrustación.

La dureza puede ser clasificada en dos grupos.

Dureza Temporal.- Se debe a los bicarbonatos de calcio y magnesio los cuales al ser calentados se descomponen en carbonatos con una solubilidad muy baja, provocando incrustaciones y lodos en la caldera.



Dureza permanente.- Las producen las sales más fijas como los sulfatos, cloruros, fosfatos, y silicatos de calcio y/o magnesio.

Por ejemplo el sulfato de calcio que es muy poco soluble a altas temperaturas, es común y ocasiona capas incrustantes muy difíciles de retirar del interior de la caldera.

Menos solubles son el silicato de calcio y carbonato de calcio que se precipitan en forma de incrustación.

Determinación de dureza.-

1.- En una probeta de 25 c.c., se mide la muestra y se -

vacía a una cápsula de porcelana.

2.- Se le agrega 1 cc. de solución Buffer y se agita.

3.- Se agrega una "pizca" de polvo indicador Eriocromo Negro T y se agita.

Si la muestra no tiene dureza aparecerá un color azúl.

Se anota O de dureza total.

Si la muestra tiene dureza, aparecerá un color violeta.

4.- Poco a poco y agitando la muestra, agregar la solución - tituladora Versenato de Sodio N/50 hasta que el color cambie del violeta al azúl.

La dureza total expresada en ppm de CaCO_3 :

Será igual a los cc. de solución gastada multiplicada por el factor de la tabla 10.1

T A B L A 10.1
FACTOR DE MULTIPLICACION PARA
LA SOLUCION TITULADORA

CANTIDAD DE LA MUESTRA	FACTOR
10 cc.	100
25 cc.	40
50 cc.	20

NOTA (N/50).- Una solución Normal (1N) contiene el peso equivalente en gramos de la sustancia química disuelto, en un litro de agua destilada. Cuando la concentración es de dos equivalentes-gramo por litro, la solución es 2Normal (2N) y así sucesivamente. Si tiene disuelta una fracción del peso equivalente, las soluciones son décimo-normal (0.1N ó N/10), centésimo normal (0.01 ó N/100), etc. Por ejemplo, la solución de ácido sulfúrico empleada para analizar la alcalinidad del agua, es cincuentavo normal (0.02N ó N/50), de tal modo que 1 ml. de la solución equivale a 1 mg. de alcalinidad expresada en términos de carbonato de calcio CaCO_3 .

X.II Alcalinidad.— Es la concentración de sustancias disueltas en el agua como los hidróxidos de sodio o potasio, los carbonatos y bicarbonatos.

Para su determinación se usan soluciones ácidas en presencia de indicadores como el anaranjado de metilo y fenoltaleína.

Alcalinidad de la fenoltaleína (F).— Sirve para determinar la cantidad de hidróxido y carbonatos.

1.— Utilizando una muestra de 10 cc, en la probeta se mide y se vacía a la cápsula de porcelana.

2.— Se le agregan dos gotas del indicador fenoltaleína y se agita.

Si la muestra no tiene alcalinidad F no aparecerá ningún color. Anotar O de F.

Si la muestra tiene alcalinidad F aparecerá un color violeta. Entonces se procede con el paso 3.

3.— Agitando la muestra, poco a poco se le agrega solución de ácido sulfúrico N/50 hasta el cambio del color violeta al color natural.

F en ppm = c.c. de solución gastada X Factor.

Alcalinidad del anaranjado de metilo (M).— Indica la cantidad de bicarbonatos presentes, mediante el cambio de color de la muestra del color amarillo al canela, el resultado también se obtiene en ppm de CaCO_3 .

La alcalinidad total es F + M.

X.III.— P.H. (potencia de hidrógeno).

Se refiere al logaritmo del inverso de la concentración de iones hidrógeno.

La molécula de agua H_2O contiene por separado a los iones —

hidróxidos (OH^-) y los del grupo hidrógeno (H^+).

El producto de la concentración de iones (H^+) y los iones (OH^-) a la temperatura de 25°C es de 1×10^{-14} .

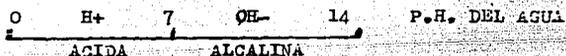
Como el P.H. es una función logarítmica, se tiene por resultado el 0 como límite inferior y el 14 como límite superior de la escala.

Cuando la concentración de iones (OH^-) aumenta, la concentración de iones (H^+) decrece y viceversa pero siempre el producto de las dos concentraciones permanece en la relación de 1×10^{-14} .

Si la cantidad de iones (H^+) es la misma a la cantidad de iones (OH^-) se tiene un P.H. neutro igual a 7.

Si la cantidad de iones (H^+) es mayor que los (OH^-) el P.H. será menor de 7 y la solución se le considera ácida.

Pero si los iones (OH^-) son más que los iones (H^+) el P.H. es mayor de 7 y la solución se le denomina alcalina.



Estos son algunos de los análisis más importantes a realizar en el agua de alimentación a calderas, pero según las condiciones pueden ser más.

La operación segura de una caldera en cuanto al control químico del agua, se obtiene atendiendo los siguientes puntos generales.

X.IV.-

- 1.- Limpieza interna de la Caldera.
- 2.- Depósitos.
- 3.- Corrosión.
- 4.- Contaminación del vapor.
- 5.- Fragilización Química.
- 6.- Almacenamiento de Calderas.

En cada caso se explicará en forma simple, explícita y concisa el problema, las características por las cuales dichos problemas pueden ser reconocidos, los principios por medio de los cuales ellos pueden ser corregidos; sin embargo es de recomendarse que el control químico del agua sea hecho por un técnico especializado en la materia.

1) Limpieza interna de la Caldera.

Una caldera nueva por ejemplo que acaba de ser erigida, debe estar limpia de polvo, productos de corrosión y otras materias indeseables.

Antes de que una caldera nueva sea puesta en servicio, debe ser limpiada enteramente, con el objeto de eliminar grasa y otras materias orgánicas, polvo, virutas y pinturas protectoras aplicadas por el fabricante para prevenir la corrosión atmosférica y algunos otros daños inherentes con su fabricación y erección como lo es el chisporroteo de la soldadura.

El objetivo que se persigue con la limpieza de las calderas, es obtener una superficie de metal limpia en todos los puntos de la caldera que tiene contacto con agua o vapor durante la operación de la misma.

Todoa los materiales solubles en el agua, fáciles adherentes, aceites, grasas, polvo, pintura y materiales similares deben ser removidos con una buena solución química para cada propósito por ejemplo:

Solución Alcalina.

Cuando una caldera va a ser puesta en servicio por primera vez, esta puede limpiarse hirviéndola con una solución detergente alcalina para eliminar materias extrañas, principalmente grasa y aceite, - cuando se lleva a cabo una limpieza de este tipo se recomienda sustituir después de la limpieza los cristales indicadores de nivel o bien efectuar una buena limpieza de los mismos. (No se recomienda el procedimiento en Calderas que teniendo Sobrecalentadores estos no pueden purgarse).

Una solución empleada para llevar a cabo la limpieza anterior es:

0.91 Kgs. de Carbonato de Sodio (Soda-Ash) (Na_2CO_3)

0.91 Kgs. de Fosfato Trisódico ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)

0.91 Kgs. de Sosa Cáustica (Na OH).

Por cada 454 Kgs. de agua contenidas en las partes sujetas a presión y que van a ser limpiadas.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Llenar la Caldera hasta la mitad del cristal de nivel, - preferiblemente con agua caliente.
- b) Preparar y disolver la solución en un recipiente aparte.
- c) Introducir la solución de preferencia por alguna abertura superior y cerrar la caldera.

d) Iniciar el encendido ligero de la Caldera con una intensidad de fuego suficiente únicamente para obtener la circulación del agua dentro de la caldera, continuando este hervido por un tiempo de 8 hrs.

e) Aumentar la intensidad del fuego hasta $1/3$ de la presión normal de trabajo.

f) Purgar medio cristal de nivel dividiendo dicha purga entre la correspondiente a las purgas de fondo y la de las purgas de superficie.

g) Reponer el agua con agua limpia y caliente, repitiendo esta operación las veces que sea necesario hasta que el agua de la purga salga clara.

h) Apagar los fuegos y dejar que la caldera se enfríe y purgar el agua lavando con una manguera todas aquellas partes metálicas interiores de la caldera en donde haya posibilidad de acumulación de suciedad.

2) DEPOSITOS.

Materiales sólidos encontrados en el interior de una caldera después de que esta estuvo operando como incrustación, lodos y productos corrosivos.

La incrustación es un depósito en solución, formado directamente sobre una superficie y puede o no adherirse a la misma, y es usualmente cristalino y denso, frecuentemente con estructura laminar pero puede ser columnar.

La incrustación resulta por el uso de muchas aguas naturales con la ausencia de constituyentes favorables a la formación de lodos bajo ciertas condiciones, las sustancias que normalmente forman lodos, se depositan en forma densa y adherente sobre las superficies.

La incrustación es peligrosa por el hecho de provocar sobrecalentamientos en el metal de la caldera donde esta se forma originando fallas.

La prevención de la incrustación se obtiene por lo tanto — efectuando un tratamiento del agua que puede ser antes de entrar o dentro de la Caldera.

Los lodos son generalmente compuestos suaves y no adherentes formados por precipitación del agua de la caldera pero también se encuentran en suspensión en el agua, al igual que la incrustación, la formación de lodos puede dar lugar a fallas por el sobrecalentamiento de superficies.

3) CORROSION.

La corrosión dentro de una caldera puede tener lugar estando esta en servicio o no, de manera que cuando una caldera va a estar fuera de servicio, llena o vacía, deberán tomarse ciertas precauciones para evitar la corrosión.

Con la ausencia de la incrustación, la vida de una caldera — depende de la profundidad de una picadura.

En general, la reacción de la corrosión es acelerada por el aumento de lo siguiente:

- a) Concentración del oxígeno disuelto.
- b) Temperatura.
- c) Concentración de sales disueltas.
- d) Concentración del "ion" hidrógeno (que corresponde a una disminución del valor Ph).

La práctica más común para evitar la corrosión es la de - eliminar los gases disueltos en el agua de alimentación, eliminación que puede ser química usando sulfito de sodio o bien por el procedimiento de deaeración, hirviendo el agua en un Deaerador".

4) CONTAMINACION DEL VAPOR

Todo el líquido e impurezas sólidas arrastradas fuera de - la caldera por el vapor generado son denominadas contaminaciones y - comúnmente llamados "ARRASTRE".- El líquido impuro es el agua de la caldera no evaporada y las impurezas sólidas comprenden los sólidos disueltos o suspendidos, arrastradas por este líquido.

El "arrastre" no puede ser eliminado completamente por que el vapor lleva algún rocío o espuma, pero se puede eliminar satisfactoriamente con el uso de baffles.

El "arrastre usualmente resulta del "cebado" o del esponjamiento.

El "cebado" es el rápido transporte del agua hervida en - gran volumen a un espacio de vapor, esto puede ser causado por un - rápido cambio en la demanda, dicho "cebado" origina que el lodo pase hacia fuera con el vapor lo que origina rápida bajada del sobrecalentamiento, golpeteo y golpes de ariete así, como rayaduras de las aspas en las turbinas.

5) FRAGILIZACION CAUSTICA

El desarrollo de fracturas en el acero de los espejos ó tubos de las Calderas, es evidencia de una peligrosa condición cu ya causa y condición debe ser determinada por una persona experta en la materia.

Las fracturas pueden deberse a una variedad de causas, pero es usualmente causada por esfuerzos o una combinación de esfuerzos y corrosión y se caracteriza por ser:

- a) Transcristalina (a través del grano).
- b) Intercristalina (a través de los límites entre gra—nos).

Lo "Transcristalina" es debida fundamentalmente a es—fuerzos y se atribuye a uno o más de las siguientes causas:

a) Por el uso de aceros de mala calidad o aceros que no fueron tratados térmicamente bien durante la manufactura de la —caldera y que dejan esfuerzos internos en el metal.

b) Tratamiento exagerado como el re-rolado de tubos que dan al traste con el metal o fallas del tratamiento térmico que —se da a las soldaduras (stress-relieve).

c) Esfuerzos internos producidos por la repetición de —cambios de temperatura, corrosión durante la operación de la caldera.

d) Esfuerzos producidos por expansiones y contracciones producidas por rápidos calentamientos o enfriamientos de la caldera.

La fractura "Intercristalina" normalmente conocida como Fragilización "Cáustica" usualmente ocurre abajo del nivel del agua y precisamente en las uniones, costuras ó hendiduras a través de las cuales el agua de la caldera puede salir.

Es generalmente aceptado que 4 condiciones simultáneas son necesarias para desarrollar la falla y son:

a) Que el agua contenga sustancias y principalmente "hidróxidos" capaces de producir un daño intergranular cuando se concentra en puntos con esfuerzos internos, por ejemplo el hidróxido de sodio.

b) Debe ser una unión, costura ó hendidura en donde se manifiesta la fuga.

c) Que el agua de la caldera debe concentrarse en las uniones, costuras o hendiduras.

d) Que el acero ó parte de este en donde se concentran los químicos haya sido previamente sujeto a esfuerzos.

6) ALMACENAMIENTO DE CALDERAS

Cuando una caldera sale fuera de servicio, esta debe ser enfriada y vaciada totalmente, con el objeto de efectuar una inspección interna de la misma con el objeto de determinar que método se deberá emplear para la limpieza de la misma y que reparaciones se deberán efectuar, después de lo cual, se deberá decidir si se almacenará seca o con agua.

A) ALMACENAMIENTO SECO.-- Este sistema se emplea cuando la caldera, va a estar fuera de servicio algún tiempo largo ó bien que será almacenada en lugares en que las bajas temperaturas pueden perjudicar por la formación de hielo.

Este procedimiento sugiere que después de vaciada la caldera, se sople y seque totalmente, evitando queden gotas de agua que a la larga oxidan, así como evitar que a través de las tuberías que comunican con la caldera, entre humedad.

Para eliminar la humedad del aire se emplea un material absorbente como Cal viva (Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$) en la siguiente preparación:

0.91 Kg. de Cal por cada 4,785 Lts. de capacidad de la Caldera.

Se cierran todas las tortugas y se deja la caldera totalmente cerrada; la efectividad de dicho absorbente y la frecuencia que requiere su cambio se deberá obtener mediante inspecciones periódicas.

B) ALMACENAMIENTO HUMEDO.— Este procedimiento se emplea cuando el almacenamiento va ser de corto tiempo o cuando se piensa tener que disponer de ella de un momento a otro.

Una vez limpia y llena de agua, debe cerrarse y llenada hasta el tope con condensado o agua de alimentación acondicionada químicamente para evitar la corrosión como por ejemplo:

Sosa Cáustica + Sulfito de Sodio (eliminador de oxígeno).

Concentración de 450 p.p.m.

de Sosa Cáustica y 200 p.p.m.

de Sulfito de Sodio son aceptables

para este propósito.

X.V.- TRATAMIENTO DE AGUA

Es la preparación y acondicionamiento del agua para fines industriales, los procedimientos son:

Externo: 1) Filtración. 2) Suavización. 3) Desaración.
4) Dealcalinización. 5) Desmineralización.

Interno: 1) Dosificación de productos químicos.

X.V.I.- FILTRACION.- Es el proceso de hacer pasar un líquido que contiene materias insolubles en suspensión a través de un medio poroso apropiado.

Los filtros emplean un material granular como medio filtrante tales como arena fina o "ANTAFILT".

X.V.II.- SUAVIZACION.- Su finalidad es la de reducir al mínimo la formación de incrustaciones y de lodos dentro de las calderas. La suavización o ablandamiento, como también suele llamarse puede realizarse por alguno de los siguientes métodos.

a) Intercambio iónico ciclo sódico

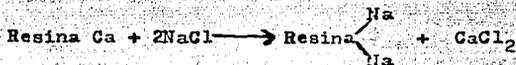
Es el procedimiento más usado y se realiza haciendo pasar el agua a través de substancias llamadas Zeolitas, cuya propiedad es la de intercambiar iones monovalentes positivos por iones divalentes positivos.

En la actualidad las zeolitas de mayor uso son las del tipo orgánico, las cuales son resinas que han sido tratadas químicamente con ácido sulfúrico.

La reacción que ocurre en la resina es la siguiente:



Cuando el suavizador ha agotado sus iones sodicos, el ciclo de intercambio se vé completado. Para re_enerar al intercambiador, se pasa una solución de sal común provocando la reacción contraria, de la siguiente forma.



El suavizador produce de esta manera agua libre de calcio y magnesio que se ha substituido por iones de sodio, los cuales no van a presentar problemas dentro de la caldera, desde el punto de vista de in crustación debido a durezas.

b) Cal carbonato en frío.

Consiste en precipitar todo el calcio y magnesio utilizando cal apagada (hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$) y carbonato de sodio (Na_2CO_3).

Es necesario una filtración para la eliminación de los precipitados formados.

c) Cal carbonato en caliente

Se utilizan los mismos reactivos, pero el agua es calentada casi a punto de ebullición, lo cual provoca que las reacciones sean más rápidas en una proporción de 1 hr. de este método contra 3 hrs. del método en frío

Los dos últimos procedimientos para la suavización del agua casi no se utilizan por requerir de un control muy estricto de la operación y otros tratamientos de agua.

X.V.III.- DEAREACION.- Se utiliza para eliminar o reducir los gases incondensables disueltos en el agua. El proceso físico que se presenta en un deareador es el siguiente.

i) La solubilidad de un gas en un líquido es proporcional a la presión absoluta del gas en el líquido. Por ejemplo el aire en el agua a 26.7°C (80°F), contiene 5.5 veces más oxígeno cuando la presión es de 1.76 kg/cm^2 (25 lb/pulg^2 .) absoluta, que cuando está a 0.35 kg/cm^2 (5 lb/pulg^2 .) absoluta. Para tomar ventaja de este fenómeno el agua que ha de tratarse será rodeada por una atmósfera de vapor con lo cual se reducirá parcialmente la presión de los gases a un valor bajo.

ii) A alta temperatura la solubilidad de los gases en el agua es muy reducida por ejemplo en el aire y a presión atmosférica, un agua de 26.7°C (80°F) puede contener 8 veces más oxígeno que a 93°C (200°F), la deareación se realiza normalmente a temperatura elevada combinando el proceso con agua de alimentación precalentada.

iii) Para que los gases en el agua sean eliminados fácil y rápidamente el agua deberá ser atomizada, en estas condiciones los gases escapan hacia la atmósfera.

X.V.IV.- DEALCALINIZACION.- Este método consiste en disminuir la alcalinidad del agua, utilizando ácido sulfúrico o clorhidrico.

Es un proceso de intercambio catiónico ciclo hidrógeno, los iones ciclo magnesio y sodio son intercambiados por hidrógeno.

La ventaja de este proceso con el de ciclo sódico es que reduce la alcalinidad al nivel deseado y disminuye el contenido de sólidos en una cantidad igual a la reducción en alcalinidad, además de eliminar completamente la dureza. Su desventaja es el alto costo

de operación principalmente en lo referente a la regeneración ya que la sal común es más barata y fácil de manejar que los ácidos minerales.

X.V.V.- DESMINERALIZACIÓN.- Solamente se tienen dos procesos para remover prácticamente toda la materia mineral del agua. Estos son la desmineralización por intercambio iónico y la destilación. En la mayoría de los procesos el costo por desmineralización es sólo una fracción del costo por destilación, esto ha hecho que la desmineralización se use con mayor frecuencia.

Los procesos de desmineralización por intercambio iónico, se usan ampliamente en el tratamiento del agua para calderas de alta presión, para eliminar sílice. Se pueden emplear varios arreglos del equipo necesario de acuerdo con: a) Composición del agua por tratarse, b) Grado de tratamiento y cantidad de sílice eliminada, c) Costo de inversión y operación. Considerando primero un sistema de desmineralización y eliminación de sílice en dos etapas, el primer paso sería pasar el agua a través del intercambiador catiónico en ciclo hidrógeno (dealcalinización) y el segundo pasar este afluente por un intercambiador aniónico altamente básico.

En este segundo paso, todos los ácidos fuertemente ionizados como los débiles que se formaron en el primer paso, serían tomados por el intercambiador aniónico, el que daría en intercambio una cantidad equivalente de iones de hidróxido que se unirán.

La regeneración de la resina una vez agotada para el intercambiador aniónico fuertemente básico se haría con hidróxido de sodio (NaOH).

Si se cuenta con un intercambiador aniónico debidamente básico la regeneración se lleva a efecto con bicarbonato de sodio ($\text{Na}(\text{HCO}_3)_2$).

X.VI.- TRATAMIENTO INTERNO

Los compuestos químicos que se utilizan son introducidos directamente a la caldera y tiene como finalidad mantener la alcalinidad necesaria para prevenir que los lodos que se forman no se adhieran a la caldera, evitar incrustaciones, corrosión, espumeo, fragilización osfística, entre otros problemas.

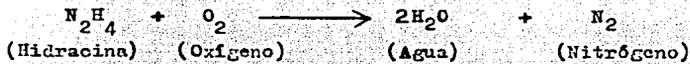
Son recomendados estos tratamientos cuando las condiciones de operación y factores económicos no justifican el tratamiento externo.

Entre los productos químicos que se pueden utilizar se encuentran:

Fosfatos.- Los condensados pueden introducir pequeñas cantidades de dureza a la caldera. Un fosfato soluble añadido a las salinas en cantidad suficiente para precipitar la dureza y mantener un exceso, -- reaccionará con la dureza precipitándola en una forma no adherible, evitando así la formación de depósitos.

Sulfito de sodio.- La corrosión dentro de la caldera se debe generalmente al oxígeno disuelto presente en el agua cruda, el cual -- ataca a los tubos y superficies interiores de la misma. Al suministrarse sulfito de sodio a la caldera, que reacciona con el oxígeno, produciendo sulfato de sodio, el cual no provoca corrosión.

Para calderas que operan a muy altas presiones la reducción -- de oxígeno se efectúa con hidracina, ya que ésta no introduce minerales al agua como sucede con el sulfato de sodio.



Para controlar la corrosión de los condensados, es recomendable usar algún tipo de aminas que neutralicen las condiciones ácidas. Al no haber bicarbonatos en el agua de alimentación, el bióxido de carbono en el condensado es tan bajo, que la corrosión en los sistemas de retorno deja de ser un problema.

Prácticas recomendadas a ser observadas en el agua de suministro a la caldera

	<u>Valor aceptable</u>	<u>Valor límite</u>
Sólidos totales dis.	800 p.p.m.	2,000 p.p.m.
Alcalinidad total	150 p.p.m.	700 p.p.m.
Dureza	0 p.p.m.	0 p.p.m.
Sólidos en suspensión	30 p.p.m.	125 p.p.m.
Sílice	80 p.p.m.	325 p.p.m.
Aceite, mat. orgánica	2 p.p.m.	7 p.p.m.
Oxígeno	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.
Bióxido de carbono	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.

SECCION XI
CONCLUSIONES

En esta tesis se ha tratado de dar la suficiente información sobre la operación real de una caldera moderna automática, a personas que trabajan en esta área de Ingeniería personal de mantenimiento, técnicos y estudiantes.

Se han mencionado las recomendaciones del mantenimiento preventivo y sobre todo, las indicaciones para las pruebas de seguridad que en las calderas son sumamente importantes y en la mayoría de las industrias no se realizan.

En el capítulo de Tratamiento de Agua, se trata de explicar en la forma más simple algunos términos y definiciones propias de la materia, pero sin profundizar en el tema, ya que es una especialidad de la Ingeniería Química. Por lo tanto, la finalidad sería que el usuario de calderas tenga el conocimiento mínimo indispensable.

La tesis ha enfocado solo a una caldera del tipo tubos de agua de una marca determinada, refiriéndose a cierto tipo de accesorios y controles propios a la caldera, estos mismos controles pueden ser encontrados en otras marcas inclusive en calderas tubos de fuego, pues en la práctica, la mayoría de los fabricantes de calderas en México utilizan controles de importación. Esta tecnología a nivel nacional empieza a desarrollarse y existe la desconfianza al cambio por parte del usuario.

El por qué se ha tratado de la caldera tipo tubos de agua, es la de contar con accesorios iguales a calderas tubos de fuego, pero con algunas sofisticaciones, de las que

en México el acceso a este tipo de información es muy restringido y la tesis trata de solventar este problema de consulta.

También se mencionan algunas experiencias obtenidas a través de mi desenvolvimiento como pasante de ingeniero y sobre todo como técnico capacitado para resolver problemas en aplicaciones de vapor, calderas y equipos auxiliares. Lo cual es de suma importancia para obtener el reconocimiento como ingeniero de parte de gente experimentada en la materia.

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

- "Handbook Boilers Cleaver Brooks"
Cleaver Brooks Co.
Milwaukee, Wisconsin. U.S.A.
1977, 46 hojas.
- "Handbook Mantaince and Operation Cleaver
Brooks Packaged Watertube Boilers"
Cleaver Brooks Co.
Milwaukee, Wisconsin. U.S.A.
1978, 48 hojas.
- "Handbook Honeywell -Tradeline-"
Honeywell Inc.
Minneapolis, Minesota. U.S.A.
1981, 85 hojas.
- "Handbook Fisher Controls"
Fisher Controls Company
Marshalltown, Iowa. U.S.A.
1981, 34 hojas.
- "Fundamentos de Hidráulica Para la Selección e
Instalación de Bombas Centrífugas.
Sulzer Hermanos, S.A.
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., México
1981, 47 hojas.
- "Reglamento de Inspección a Generadores de Vapor
y Recipientes Sujetos a Presión"
Secretaria de Trabajo y Previsión Social
México D.F.