



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS A DISTANCIA.

**DIPLOMADO EN INGENIERÍA DE CALDERAS Y
RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.**

**MÓDULO I.- MATERIALES Y RECIPIENTES SUJETOS
A PRESIÓN.**

COORDINADOR ACADÉMICO :

ING. JORGE IZAGUIRRE MONTIEL.

MÉXICO D.F., 1998

CONTENIDO

CAPITULO I

CONOCIMIENTOS MINIMOS SOBRE CALDERAS:

Cincuenta preguntas y respuestas, desde ¿qué entiende por calor? hasta ¿por qué explotan las calderas?

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES DE CALDERAS, TUBOS DE FUEGO Y EQUIPOS COLATERALES EN CUARTO DE MAQUINAS:

Calderas y sus accesorios.

Suavizadores de agua.

Tanques de condensados.

Tanques de agua caliente.

Tanques de combustible.

Separador centrífugo de purgas.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE CONOCIMIENTOS MINIMOS EN CALDERAS

1.- ¿Qué entiende por calor?

Es energía térmica en transición de un cuerpo a otro ocasionado por diferencia de temperaturas entre ellos.

2.- ¿Qué entiende por temperatura?

Es el estado térmico de un cuerpo considerado con referencia a su potencial para comunicar calor a otros cuerpos.

3.- ¿Qué entiende por entalpía?

Es la cantidad de calor (energía) que se le comunica a un cuerpo a presión constante.

4.- ¿Qué entiende por calor específico?

Es la cantidad de calor (energía) necesario para elevar un grado centígrado, un kilogramo del cuerpo.

5.- ¿Qué entiende por calor sensible?

Es la cantidad de calor (energía) necesario para llevar un líquido a su temperatura de ebullición.

6.- ¿Qué entiende por calor latente de vaporización?

Es la cantidad de calor (energía) necesario para que un líquido a temperatu-

ra de ebullición se convierta en vapor seco y saturado sin aumentar su temperatura.

7.- ¿Qué entiende por título o calidad de vapor?

Por la relación existente entre el vapor y su humedad.

8.- ¿Qué entiende por presión manométrica?

Es la presión diferencial arriba o abajo de la atmosférica y se determina con un manómetro o vacuómetro

9.- ¿Qué entiende por presión absoluta?

Es la suma algebraica de la presión barométrica más la presión manométrica.

10.- ¿Para qué sirven las tablas de vapor?

Las tablas de vapor permiten conocer la relación existente entre las diversas propiedades termodinámicas del vapor tales como: presión absoluta, temperatura de saturación (ebullición), entalpías (contenido de calor) y volumen específico.

11.- ¿En qué unidades se mide el calor?

En kcal; kjoule o bien en BTU.
1 kJ = 0.238846 kcal
1 kcal = 3.968 BTU.

12.- ¿Qué es una caldera?

Es un recipiente a presión, transmisor de calor, que aprovechando el calor liberado por un combustible, produce vapor y/o agua caliente.

13.- ¿Para qué sirve una caldera?

Para utilizar su vapor ó agua caliente como fuente de energía térmica relativamente económica y manipulable al servicio del hombre.

14.- ¿En qué unidades se debe medir la capacidad térmica de una caldera?

La capacidad térmica de una caldera se debe medir en el número de kcal/h o kjoule/h transmitidos y aprovechados por el agua y vapor.

15.- Prácticamente ¿en qué unidades se especifica la capacidad térmica de una caldera y por qué?

En la práctica se acostumbra especificar la capacidad térmica de una caldera en "Caballos Caldera" o en toneladas de vapor/h producidos. Esto es por facilidad de manejo en reducido número de dígitos indicados al expresar su capacidad y por razones históricas desde su aparición en la revolución industrial.

16.- ¿Qué se entiende por "Caballo Caldera"?

"Caballo Caldera" es la evaporación de 15.65 kg/h de agua, partiendo desde líquido a 100 °C hasta vapor de 100 °C, o sea la transmisión y absorción de calor equivalente a 8450 kcal/h.

17.- ¿Cómo se expresa algebraicamente el calor absorbido en una caldera?

$$Q_A = WR(H^{R_V} - H^{R_L})$$

Q_A = Calor absorbido en kcal/h

WR = Evaporación real en kg/h

H^{R_V} = Entalpía real del vapor de salida en kcal/h

H^{R_L} = Entalpía real del agua de alimentación en kcal/kg

18.- ¿Cómo se expresa algebraicamente el calor suministrado en una caldera?

$$Q_S = Cc \times PC$$

Q_S = Calor suministrado en kcal/h

Cc = Consumo de combustible kg/h

PC = Poder calorífico del combustible en kcal/kg

19.- ¿Qué entiendes por eficiencia térmica de una caldera?

A la relación existente entre calor absorbido y el calor suministrado.

$$\eta = \frac{Q_A}{Q_S}$$

expresada en %

Esta ecuación también se llama ecuación de eficiencia térmica por el método directo y sus literales de identificación se refiere a las mismas de las preguntas 17 y 18. O bien.

$$\eta = \frac{Q_S - P}{Q_S}$$

Llamada ecuación de método indirecto donde "P" es el total de pérdidas térmicas.

La eficiencia de una caldera va en función de su diseño y solamente indica el mayor o menor consumo de combustible para una producción dada de vapor en condiciones óptimas de operación.

20.- ¿Qué entiende por eficiencia de combustión?

Se refiere a pérdidas de calor por combustión incompleta o por exceso de aire y se puede decir que es la relación existente entre el calor liberado por el quemador cuando ocurre una situación dada y el calor que liberaría el mismo quemador bajo condiciones óptimas de operación.

21.- ¿Cuáles son las pérdidas de una caldera en orden de importancia?

- A) Pérdidas por gases calientes en la chimenea.
- B) Pérdida por mala combustión.
- C) Pérdidas por radiación y convección al exterior.

22.- ¿Qué es "tiro" en una caldera?

Es la diferencia de presiones utilizadas para alimentar los grandes volúmenes de aire necesarios para la combustión, estos se clasifican en los siguientes:

- Tiro natural (por efecto exclusivo de una chimenea alta)
- Tiro forzado (por efecto de un ventilador de aire a la entrada del quemador)
- Tiro inducido (por efecto de un ventilador extractor de gases de combustión en la salida de la caldera)

23.- ¿Las calderas contaminan?

Cualquier fenómeno de combus-

ión, por ese simple hecho, contamina, sin embargo, tratándose de los quemadores de las calderas, la contaminación tiene un rango muy amplio fácilmente manejable; va desde la absurda e irresponsable operación con alta presencia del venenoso monóxido de carbono, en gases de combustión manifiesta en un color negro muy oscuro hasta una contaminación minimizada y responsable, expulsando solamente gases de combustión incoloros, sin monóxido de carbono, con un nivel óptimo en bióxido de carbono y reducida cantidad de NO_x.

Tenemos la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988 y el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 25 de noviembre de 1988, y en la Gaceta Ecológica No. 1 de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), ahora SEDESOL, los cuáles, sugerimos su estudio y considerar seriamente los artículos No. 18 y 21 del Reglamento.

La misma Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, expidió la Gaceta Ecológica No. 5 en diciembre de 1989, en la cuál, publicaron las Normas Técnicas Ecológicas NTE-CCAT-005/88 que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxido de nitrógeno provenientes de procesos de combustión de DIESEL en fuentes fijas.

La NTE-CCAT-007/88 para combustóleo y la NTE-CCAT-008/88 para gas natural.

No publicó norma para el gas L.P.

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION					
	DIESEL		COMBUSTOLEO		GAS NATURAL
	Zonas Críticas [kg/m ³] (a)	Resto del País [kg/m ³] (a)	Zonas Críticas [kg/m ³] (a)	Resto del País [kg/m ³] (a)	[kg/10 ⁶ m ³] (c)
PARTICULAS	0.260	0.300	4.240	6.740	100/500
Monóxido de Carbono	0.600	0.665	0.600	0.660	640
Bióxido de Azufre	17.000	34.000	57.000	95.000	10
Oxido de Nitrógeno	2.700	3.000	6.000 (d) 8.000 (e)	6.600 (d) 8.888 (e)	2250 (d) 9000 (e)

(a) kg de contaminantes por cada metro cúbico de combustible consumido a 25 °C.

(b) Los óxidos de nitrógeno expresados como bióxido de nitrógeno

(c) Kilogramo de contaminantes por cada millón de metros cúbicos de gas natural consumido a un kilogramo por centímetro cuadrado y 20 °C.

(d) Para equipos de combustión con capacidad hasta 106 x 10⁹ joule/h

(e) Para equipos de combustión con capacidad superior a 106 x 10⁹ joule/hora

La misma SEDESOL tiene el Instructivo de Puertos y Plataformas CCAT-FF-001 para la medición de gases y partículas en ductos y chimeneas de las fuentes fijas donde indica que chimeneas con diámetro interno igual o mayor a 30 centímetros deberán instalar puertos y plataformas para el muestreo de sus emisiones contaminantes. En este instructivo indica que dos puertos deberán colocarse a una altura tal, que conserve la relación de 8 diámetros corriente arriba de la última perturbación del flujo ocasional y dos diámetros antes de la salida. Cuando una chimenea tenga una altura menor a cinco diámetros después de la última perturbación del flujo, ésta deber ser prolongada para que pueda ser muestreada.

Tómese en cuenta que el muestreo de partículas debe ser isocinético (igual velocidad sin turbulencias en el flujo de gas).

Las plataformas para calderas hasta de 600 Caballos pueden ser de media luna, con escalerilla de seguridad tipo marino capaz de soportar hasta 400 kg.

La determinación de gases es sencilla y económica pero la determinación de partículas es laboriosa y más costosa.

En el diario oficial del 7 de abril de 1993 la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) expidió la Norma Oficial Mexicana (con carácter emergente) NOM-PA-CCAT-019/93 (NE) que regula la contaminación atmosférica en fuentes fijas y establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas (PST), monóxidos de Carbón (CO), óxidos de Nitrógeno (NO_x), óxido de Azufre (SO_x) y humo, así como requisitos y condiciones para la operación para las calderas que usan combustibles fósiles, líquidos y gaseosos. Recomendamos su estudio y análisis, así como:

NX-AA-09-1973 Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot;

NMX-AA-10-1974 Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases que fluyen por un conducto;

NMX-AA-23-1986 Terminología;

NMX-AA-35-1976 Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión;

NMX-AA-55-1976 Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto.

24.- ¿Para qué se analizan los gases de combustión?

Los gases de combustión se analizan en la chimenea para saber si se está proporcionando correctamente la relación Aire-Combustible, un análisis de gases de combustión nos reporta su contenido de bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y oxígeno libre (O_2) en % de volumen. La indeseable presencia de monóxido de carbono nos indica combustión incompleta:

- falta de aire o exceso de combustible (tal vez hasta humo negro)

- presencia de oxígeno libre arriba de 5% indica exceso innecesario de aire (humo blanco indica gran exceso de aire)

El contenido de bióxido de carbono se busca en su máxima cantidad posible dentro del marco indicado en el próximo inciso.

25.- ¿Cuáles son los valores aceptables en el análisis de gases de combustión?

VALORES ACEPTABLES EN EL ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION				
Rango	Gas natural	Gas L.P.	Diesel/gasóleo	Combustóleo
Excelente	11.5 % CO_2	10.0 % CO_2	12.8 % CO_2	13.8 % CO_2
Bueno	9.0 % CO_2	10.5 % CO_2	11.5 % CO_2	13.0 % CO_2
Regular	8.5 % CO_2	9.5 % CO_2	10.0 % CO_2	12.0 % CO_2
Pobre	8.0 % CO_2 ó menos	9.0 % CO_2 ó menos	9.0 % CO_2 ó menos	11.5 % CO_2

ANEXO 1 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PAC-CCAT-019/93 (NE)

TABLA 1. EQUIPO EXISTENTE

Capacidad MJ/h (CC)	Tipo de combustible empleado	Densidad de humo	Partículas (PST) mg/m ³ (1)			Bióxido de azufre (ppm V) (1)			Oxidos de nitrógeno (ppm V) (1)			CO (ppm V) (2)	
			Número de mancha u opacidad	Zonas Críticas		RP	Zonas Críticas		RP	Zonas Críticas			RP
				ZMCM	OTRA		ZMCM	OTRA		ZMCM	OTRA		
Hasta 3,500 MJ/h (100 CC)	COMBUS- TOLEO/ GASOLEO	6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	250	
	OTROS LIQUIDOS	5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
	GASEOSOS	4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
DE: 3,501 A 43,000 MJ/h (101 A 1,200 CC)	LIQUIDOS	-----	100	300	400	1,100	1,650	2,600	150	200	270	200	
	GASEOSOS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	130	150	180		
DE: 43,001 A 110,000 MJ/h (1,201 A 3,100 CC)	LIQUIDOS	-----	70	250	350	1,000	1,500	2,500	140	180	250	150	
	GASEOSOS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	120	140	160		
MAYOR DE 110,000 MJ/h (3,100 CC)	LIQUIDOS	10% (3)	70	200	300	800	1,200	2,200	130	150	230	100	
	GASEOSOS	10% (3)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	130	150		

TABLA 2. EQUIPO DE NUEVA INSTALACION

HASTA 43,000 MJ/h (1,200 CC)	CUALQUIER TIPO DE COMBUSTIBLE	DEBEN CUMPLIR CON LOS LIMITES INDICADOS EN LA TABLA 1 PARA LA ZMCM Y CONTAR CON TECNOLOGIA										150
MAYORES DE: 43,00 MJ/h (1,200 CC)	LIQUIDOS	10% (3)	50	150	250	400	400	1,500	100	140	200	100
	GASEOSOS	10% (3)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
REPARACION MAYOR O RECONVERSION DE EQUIPO EXISTENTES		DEBERAN CUMPLIR CON LOS LIMITES EN LA TABLA 1 PARA LA ZMCM E INTRODUCIR TECNOLOGIA DE BAJA EMISION DE OXIDOS DE NITROGENO										

NOTAS:

- (1) CONCENTRACIONES REFERIDAS A 298 °K (25°C), 760 mm de Hg, 5% DE OXIGENO EN VOLUMEN Y BASE SECA.
- (2) CONCENTRACIONES REFERIDAS A CONDICIONES DE OPERACION.
- (3) % DE OPACIDAD
- RP: ZONAS DEL RESTO DEL PAIS.
- ZMCM: ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO.

TABLA 3. NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE ACIDO SULFURICO

ANEXO 2 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PAC-CCAT-019/93 (NE)

ZONAS		mg/m ³ (a)
ZONAS CRITICAS	ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO	40
	OTRAS	60
RESTO DEL PAIS		90
(a) Concentración referida a condiciones de 298 °K (25 °C), 101,325 pascales (760 mm de Hg) base seca y 5% en volumen de O ₂		

7

B CONOCIMIENTOS MINIMOS EN CALDERAS

ANEXO 3 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PAC-CCAT-019/93 (NE)

TABLA 4. MEDICION Y ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION

CAPACIDAD DE EQUIPO DE COMBUSTION MJ/h (CC)	PARAMETRO	FRECUENCIA MINIMA DE MEDICION	TIPO DE MEDICION	TIPO DE COMBUSTIBLE
HASTA: 3,500 MJ/h (100 CC)	DENSIDAD DE HUMO	1 VEZ CADA 3 MESES	PUNTUAL (3 MUESTRAS) MANCHA DE HOLLIN	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	CO	1 VEZ CADA 3 MESES	CONTINUA (MÍNIMO POR 45 min) CELDA ELECTROQUIMICA O EQUIVALENTE (1)	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	EXCESO DE AIRE (CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂)	1 VEZ POR SEMANA	PUNTUAL (3 MUESTRAS) ORSAT O EQUIVALENTE (1)	LIQUIDOS Y GASEOSOS
DE: 3,501 A 43,000 MJ/h (101 A 1,200 CC)	PARTÍCULAS TOTALES Y NEBLINAS DE ACIDO SULFURICO	UNA VEZ POR AÑO	ISOCINETICO (MINIMO POR 60 min)(3), 2 MUESTRAS DEFINITIVAS (2)	LIQUIDOS
	NO _x	UNA VEZ POR AÑO	CONTINUA (MINIMO POR 45 min) QUIMILUMINISCENCIA O EQUIVALENTE	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	SO ₂	UNA VEZ POR AÑO	PUNTUAL POR TORINO, INFRARROJO NO DISPERSIVO O ELECTROQUIMICO	LIQUIDOS
	CO	UNA VEZ POR MES	CONTINUA (MÍNIMO POR 45 min) INFRARROJO NO DISPERSIVO O ELECTROQUIMICO	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	EXCEDENTE DE AIRE (CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂)	DIÁRIO	PUNTUAL (3 MUESTRAS) ORSAT O EQUIVALENTE (1)	LIQUIDOS Y GASEOSOS

NOTA: (1) VER 6.1.1.3
 (2) VER 6.1.1.4
 (3) VER 6.1.1.5

ANEXO 3 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PAC-CCAT-019/93 (NE)
TABLA 4. MEDICION Y ANALISIS DE GASES DE COMBUSTION (continuación)

CAPACIDAD DE EQUIPO DE COMBUSTION MJ/h (CC)	PARAMETRO	FRECUENCIA MINIMA DE MEDICION	TIPO DE MEDICION	TIPO DE COMBUSTIBLE
DE:43,001 A 110,000 MJ/h (1,201 A 3,100 CC)	PARTICULAS TOTALES Y NEBLINAS DE ACIDO SULFURICO	UNA VEZ POR AÑO	ISOCINETICO (MINIMO POR 60 min) 2 MUESTRAS DEFINITIVAS	LIQUIDOS
	NO _x	1 VEZ CADA 6 MESES	CONTINUO (MINIMO POR 45 min) QUIMILUMINENCIA O EQUIVALENTE	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	SO ₂	1 VEZ POR AÑO	PUNTUAL POR TORINO, INFRARROJO NO DISPERSIVO O EQUIVALENTE	LIQUIDOS
	CO	1 VEZ POR MES	CONTINUO (MINIMO POR 45 min) INFRARROJO NO DISPERSIVO, ELECTROQUIMICO O EQUIVALENTE	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	EXCEDENTE DE AIRE (CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂)	UNA VEZ POR TURNO	PUNTUAL (3 MUESTRAS) O EQUIVALENTE	LIQUIDOS Y GASEOSOS
MAYORES DE 110,000 MJ/h (3,100 CC)	PARTICULAS TOTALES Y NEBLINAS DE ACIDO SULFURICO	1 VEZ CADA 6 MESES	ISOCINETICO (MINIMO POR 60 min), 2 MUESTRAS DEFINITIVAS	LIQUIDOS
	OPACIDAD	PERMANENTE	CONTINUA OPACIDAD CON REGISTRADOR COMO MINIMO	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	NO _x	PERMANENTE	CONTINUO QUIMILUMINISCENCIA CON REGISTRADOR COMO MINIMO	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	SO ₂	PERMANENTE	CONTINUO INFRARROJO NO DISPERSIVO ULTRAVIOLETA O EQUIVALENTE CON REGISTRADOR COMO MINIMO	LIQUIDOS
	CO , CO ₂	PERMANENTE	CONTINUO INFRARROJO NO DISPERSIVO O EQUIVALENTE CON REGISTRADOR COMO MINIMO	LIQUIDOS Y GASEOSOS
	O ₂	PERMANENTE	CONTINUO CAMPO MAGNETICO O EQUIVALENTE CON REGISTRADOR COMO MINIMO	LIQUIDOS Y GASEOSOS

9

**ANEXO 3 DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PAC-CCAT-019/93 (NE)
TABLA 4. PODER CALORIFICO**

COMBUSTIBLE	MJ/kg DE COMBUSTIBLE
Gas Natural	52
Gas L.P.	48
Butano	49
Propano	50
Butileno	49
Propileno	49
Metano	55
Petróleo diáfano	46
Gasolina	47
Diesel	48
Gasóleo	42
Combustóleo pesado	42
Combustóleo ligero	43

26.- ¿Qué significa una temperatura alta ó baja de los gases de combustión en la base de una chimenea, o sea en la salida de gases de combustión de la caldera?

La temperatura de los gases de combustión en el sitio indicado es una señal de eficiencia de la caldera y de sus condiciones de operación. En calderas de alta eficiencia térmica, podemos decir que si la temperatura de los gases es mayor en 83 °C de la del vapor, se califica como demasiado alta, la solución es limpieza de fluxes, interior y exterior, así como ajuste del quemador, si esto no reduce la temperatura de gases es que la caldera y/o quemador es de un diseño deficiente. Alta temperatura de gases de combustión significa desperdicio de calor y tal vez ANUNCIO de un siniestro.

27.- ¿Qué es una trampa de vapor?

Es un dispositivo mecánico que se

utiliza para purgar o extraer condensados dentro de un transmisor de calor o tubería donde deba existir solamente vapor.

28.- ¿Cómo se clasifican las calderas?

Existe una gran variedad de clasificaciones que hasta podrían considerarse caprichosas. Sin embargo, muchos especialistas aceptan las siguientes clasificaciones:

a) Respecto a su construcción:

- tubos de agua
- rectos o curvos
- posición de domos: en "A", "D", o domos múltiples.

- tubos de fuego
- vertical u horizontal
- fondo seco o fondo húmedo
- uno, dos, tres o cuatro pasos.

b) Respecto al servicio que prestan:

- estacionarias
- móviles
- marinas

c) Respecto a su presión de trabajo:

- calderas de baja presión
- calderas de potencia (alta presión)
- calderas miniatura

d) Por el movimiento interno del agua:

- circulación natural
- circulación forzada

e) Por la presión de los gases en el horno:

- hogar presurizado
- tiro balanceado

f) Por el volumen relativo de agua:

- alto volumen
- bajo volumen

g) Por la posición del horno:

- interno
- externo

Calderas tubos de fuego son aquellas en que el agua que se va a evaporar se encuentra en el lado exterior de los tubos y los gases de combustión circulan por el interior de los mismos. Su diseño es compacto; su producción de vapor no es mayor de 15,000 kg/h, su presión de operación no pasa de 14 kg/cm²; se usan en instalaciones pequeñas y medianas.

Calderas tubos de agua son aquellas que tienen un posicionamiento de fluidos térmicos inverso con relación a las anteriores. Por dentro de los tubos circula el agua que se va a evaporar y por el exterior los gases de combustión. Se emplean en instalaciones grandes de alta potencia como plantas generadoras de energía eléctrica.

Calderas de baja presión son aquellas generadoras de vapor cuya presión de

operación no excede de 1.0 kg/cm² y calderas generadoras de agua caliente cuya presión no excede a los 11 kg/cm² ni temperaturas superiores a los 125 °C.

Calderas de potencia son aquellas cuyas condiciones normales de operación exceden los límites enunciados para calderas de baja presión.

Calderas miniaturas son aquellas cuyo diámetro interior de coraza tiene 40 cm de diámetro máximo; su volumen interior no excede los 28 cm³ su superficie transmisora de calor es menor a 1.85 m² y su presión de operación no es mayor a 7.0 kg/cm².

29.- ¿Qué cosa es superficie de calefacción?

Es el área metálica transmisora de calor, la cuál está expuesta simultáneamente por ambos lados tanto al fluido que cede calor como al que lo absorbe.

30.- ¿Qué relación existe entre la capacidad de una caldera y su superficie de calefacción?

La capacidad de una caldera, con el mismo diseño y las mismas condiciones de operación, su producción de vapor, es directamente proporcional a su superficie de calefacción. Si en dos calderas, una superficie de calefacción comparativamente es mayor a otra, tanto mayor sea su superficie de calefacción, mayor ser su producción de vapor; viceversa, si una superficie de calefacción comparativamente es menor a otra, tanto menor sea su superficie de calefacción, menor ser su producción de vapor.

31.- ¿Cuáles son los controles y/o dispositivos de seguridad en orden de importancia?

- a) Válvula de seguridad.
- b) Control de nivel de agua
- c) Control de prepurga y pospurga de gases en la cámara de combustión
- d) Detector fotoeléctrico de flama en la cámara de combustión
- e) Válvula de alivio en la cámara de gases.

Estadísticamente el control de seguridad que más ha fallado y por lo tanto el que requiere más supervisión, es el control de nivel de agua.

32.- ¿Por qué y cómo se hace una prueba hidrostática?

La prueba hidrostática se realiza con el fin de ver si soporta la presión de operación, si está bien el apretado de tubos y si no hay fugas.

Se hace generalmente para cada reparación de la caldera, en frío y sometiéndola a una presión hidráulica, de acuerdo con los siguientes valores:

- a) calderas de baja presión: 2.0 a 2.5 la presión de operación y
- b) calderas de alta presión: 1.5 veces la presión de operación.

33.- ¿Cómo se conduce una prueba de evaporación en una caldera y cuál es su razón?

El objetivo de una prueba de evaporación es encontrar su capacidad efectiva de evaporación y su eficiencia térmica. La forma de efectuar dicha prueba es como sigue:

Se parte del principio de que un litro de agua que entra a la caldera operando,

sin efectuar purgas, es igual a un kg de vapor generado. Por lo tanto existirán varias alternativas fáciles para aforar la cantidad de agua alimentada a la caldera. Esto no es válido para aquellas empresas que cuentan con la facilidad de tener equipos sofisticados de medición, pues seguramente tendrán medidores de flujo de vapor y no necesitarán usar estos sencillos recursos.

Una alternativa puede ser esta, con un tanque cubicado de "X" capacidad en litros, se toma el tiempo en que se consume dicha cantidad de agua y se extrapola tal consumo, a lo que representaría una hora de operación de la caldera, esa sería su capacidad evaporativa efectiva y real en kg/h.

Otras alternativas son las que usted encontrará al observar como esté hecha su instalación. Elegirá la forma más fácil de cubicar el agua alimentada a la caldera durante la prueba.

Tenga cuidado de que durante el tiempo que dure la prueba, se cumpla lo siguiente:

- a) Todo el equipo está caliente a su temperatura normal de operación.
- b) Contar con la facilidad de expulsar todo el vapor generado y no utilizado durante la prueba.
- c) Mantener el nivel de agua dentro de la caldera exactamente en el mismo punto donde se inician y terminan las lecturas de prueba.
- d) Observar la misma presión de vapor durante toda la prueba.
- e) Mantener la misma temperatura del agua de alimentación durante la prueba.

Para determinar la EFICIENCIA TERMICA de una caldera existen dos métodos llamados directo e indirecto mencionados en las respuestas a la pregunta No. 19.

Con el método directo, use las expresiones algebraicas indicadas en las respuestas a las preguntas Nos. 17, 18 y 19, durante la prueba tome las siguientes lecturas: presión manométrica, presión barométrica y temperatura del agua de alimentación.

Antes de iniciar la prueba, ponga la succión y retorno de la bomba de combustible en un depósito de tamaño tal, que pueda ser pesado al iniciar y terminar la prueba.

Investigue las entalpías correspondientes en sus tablas de vapor así como el poder calorífico del combustible y sustituya valores indicados en las ecuaciones de las respuestas en las preguntas 17, 18 y 19.

Existe una variante de cálculo por el método indirecto que nos dá una muy rápida y buena aproximación de eficiencia térmica en un sistema generador de vapor.

Se basan en la ecuación del método indirecto cuya expresión se cita en la última parte de la respuesta a la pregunta No. 19.

$$\eta = \frac{Q_s - P}{Q_s}$$

Hacen $Q_s = 1$ y la ecuación se reduce a:

$$\eta = 1 - P$$

Miden la pérdida total en una muestra unitaria y la restan de la unidad.

Esto es con la utilización de un analizador de bióxido de carbono que toma una muestra de gases de combustión determinando el contenido de bióxido de carbono y su temperatura. Con previa indicación del tipo de combustible que se quema en forma directa o a través de un

tabulador proporcionala la eficiencia total del sistema, o sea la eficiencia de la caldera multiplicada por la eficiencia de combustión

34.- ¿Cómo se calcula la capacidad de una bomba de alimentación de agua para una caldera?

Un kg de vapor generado es un litro de agua suministrada, por lo tanto, conociendo la capacidad evaporativa en kg lo multiplicamos por 2 y 2.5 y dentro de estos límites deber estar la capacidad de la bomba de agua en cuanto a caudal. La carga hidráulica en metros la determinamos conociendo la presión de trabajo de la caldera; aumentamos un 10% por pérdidas de fricción y lo convertimos a metros de columna de agua.

35.- ¿Cuál es la presión máxima de ajuste en una válvula de seguridad?

La presión de diseño establecida por el fabricante de la caldera y aprobada por las autoridades competentes.

36.- ¿Cómo se determina el tamaño de las válvulas de seguridad?

La capacidad de descarga de la válvula de seguridad o sea el tamaño de ella, debe corresponder a 1.5 veces la capacidad evaporativa de la caldera y el diámetro debe cumplir con el artículo 108 del Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes Sujetos a Presión de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social actualmente en vigencia.

$$D = 26 \sqrt{\frac{H}{P + 0.58}}$$

D = diámetro de la válvula en mm
 H = superficie de calefacción en mm
 P = presión máxima manométrica a los que están autorizados a trabajar según Art. 100 y 101 del mismo reglamento.

37.- ¿Cuáles son los combustibles mexicanos disponibles para la industria y cuáles son sus poderes caloríficos y precio?

Los combustibles mexicanos disponibles en la industria son los siguientes:

- Aceite Diesel, que corresponde al Aceite No. 2 de la Norma Comercial CS 12-48 del Departamento de Comercio de los E.E.U.U.
- Combustóleo, que son residuos de la refinación en sus modalidades de ligero y pesado, y son equivalentes al No. 6 de la misma norma antes mencionada; su viscosidad Saybolt es de aproximadamente 500 seg. furol a 48 °C. Sus análisis químicos y poderes caloríficos en unida-

des caloríficas por unidad de peso tienen una gran difusión. Sin embargo, sus poderes caloríficos por litro cuya unidad de medida volumétrica que es la cotizada públicamente en el mercado, hay que deducirla. Más adelante presentamos un cuadro para facilitar el análisis en decisión de su utilización.

- Gasóleo, que parece ser una mezcla de diesel y combustóleo con gran parecido al diesel en cuanto a viscosidad.
- Gas L.P., embotellado en estado líquido, mezcla de Butano y Propano, aromatizado con mercaptano. Su densidad es mayor que la del aire.
- Gas natural, distribuido en gasoducto directamente por Pemex cuya densidad es menor que la del aire. No es de fácil disponibilidad por razones que no vamos a exponer aquí.

COMPARACION DE COSTOS DE COMBUSTIBLE EN CALDERAS Y QUEMADORES						
TIPO DE COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO KILOCALORIA POR LITRO (A)	PRECIO COMBUSTIBLE EN N\$ S/IVA (B)	RENDIMIENTO DEL COMBUSTIBLE		AHORRO POTENCIAL SI SE CAMBIA QUEMADOR DE DIESEL A:	AHORRO POTENCIAL SI SE CAMBIA QUEMADOR DE GAS NATURAL A:
			kcal/N\$ (A) - (B)	COSTOS EN N\$/MILLAR DE kcal (B) - (A)		
Diesel	9,272	0.722	12,842	77.86	.....	.....
Gasóleo	8,965	0.377	23,779	42.05	46 %	.....
Gas L.P.	6,809	0.302	22,546	44.35	43 %	.....
* Combustóleo	9,896	0.204	48,509	20.61	*73 %	*29 %
Gas Natural	8,682 kcal/m ³	0.255	34,047	29.37	62 %	.....

PRECIOS AL DIA 15 DE ENERO DE 1993

* NO ESTA PERMITIDA LA VENTA DE COMBUSTOLEO EN EL DISTRITO FEDERAL Y ZONAS ALEDAÑAS.

38.- ¿Para qué se purga una caldera?

El H₂O o sea el agua pura no existe en la naturaleza, ésta contiene gases, sales y en aguas industriales productos químicos del tratamiento de agua que al cambiar de fase líquida a fase vapor se separan. El vapor y los gases salen de la caldera, pero las otras impurezas se quedan y conforme se va generando más vapor, más impurezas se quedan, llegando a calificarse de lodos. La purga es para eliminar los lodos ó impurezas, en otras palabras, para reducir la concentración de sólidos en suspensión del agua dentro de la caldera.

39.- ¿Como se determina la capacidad volumétrica de un tanque de condensados y su altura sobre la bomba de agua?

La capacidad volumétrica total de un tanque de condensados se determina considerando que debe almacenar agua suficiente para 20 minutos de operación a plena carga y ese almacenamiento debe cubrir solamente el 50% del volumen del tanque.

La altura del tanque de condensados depende de la temperatura del agua que contiene.

Generalmente se les da una altura de 1.2 m, pero si se tiene un alto porcentaje de retorno de condensados que eleve su temperatura, la altura se debe aumentar de la siguiente manera:

- 80 A 90 °C -- 1.8 m
- 90 A 95 °C -- 2.4 m
- 95 A 100 °C -- 4.0 m

En caso de no aumentar la altura de las patas del tanque, con estas indicaciones, la bomba de agua no alimenta agua a la caldera.

40.- ¿Es indispensable tratar químicamen-

te el agua de alimentación a una caldera y por qué?

Sin excepción, siempre se debe tratar el agua de alimentación a una caldera bajo la supervisión de especialistas porque el agua pura no existe en la naturaleza. Las impurezas, generalmente sales de calcio y magnesio, se depositan en las superficies transmisoras de calor en forma de incrustaciones duras, las cuales actúan como aislamientos térmicos ocasionando que los tubos flux se expandan y contraigan con mayor intensidad, con un consecuente aflojamiento de tubos en los extremos rolados y cuya avería produce indeseables e incontenibles fugas de agua y vapor.

41.- ¿Cuales son los distintos refractarios y aislantes empleados en las calderas?

La función de los refractarios es contener la acción abrasiva directa de la flama. El refractario es arcilla que contiene mezclas de bióxido de silicio y óxido de aluminio que cuando se quema, el silicio se funde y se convierte en cristal que une ó detiene toda la masa.

Los Refractarios se clasifican en:

- Refractarios de servicio bajo
- Refractarios de servicio medio
- Refractarios de servicio alto
- Refractarios de alta alumina
- Refractarios básicos con cromo
- Refractarios especiales con carburo de silicio.

Los materiales aislantes, como su nombre lo indica, son para aislar térmicamente. No se exponen a la acción abrasiva directa de las flamas.

Se clasifican por las temperaturas que se van a aplicar:

- baja Temperatura. Hasta 90 °C
- temperatura de Vapor 100 - 535 °C
- Alta Temperatura 537 - 1090 °C

ESPECIFICACION DE DOS FABRICANTES EN EL USO DE REFRACTARIOS Y AISLANTES TERMICOS			
USO	FABRICANTE		
	GREEN		PLIBRICO
A.- 3º y 4º paso	SK7M	(815°C)	Verelite *
B.- 1º y 2º paso	KS4M*	(1400°C)	Plicast
C.- tapas intermedias	SK7M	(815°C)	Verelite *
D.- boquilla refeactoria	KAST-O-LITE	(1370°C)	Plicast LW1-24*
E.- ladrillo hogar	KS4M*	(1400°C)	Plicast 27
F.- marco desviador flama	MIZZOU *	(1650°C)	Plicast klmix

* Recomendables

42.- ¿Cuál es el aspecto de calidad más importante en la construcción de una caldera?

Que este construida de acuerdo a un código de construcción de reconocido prestigio internacional como puede ser el Código A.S.M.E. ó las Normas I.S.O. Esto quiere decir que los aceros empleados deben ser los indicados en cuanto análisis químico y resistencia física certificada así como sus espesores, tal como el A285 Grado C. y A515-70 en placa y el A178-A en fluxes. Los soldadores deben ser de habilidad certificada. Las soldaduras aprobadas a través de radiografías. Una vez terminado de construir todo el casco, relevarlo de esfuerzos en un horno. También las conexiones y válvulas deben estar de acuerdo al citado código.

43.- ¿Cuales son las secciones ó libros del código A.S.M.E.?

Sección I.- Calderas de potencia (Más de 1.0 Kg/cm²)

Sección II.- Especificaciones de materiales

- Parte A ferrosos

- Parte B no ferrosos

Sección III.- Recipientes nucleares

Sección IV.- Calderas de baja presión

para calefacción

Sección VII.- Reglas sugeridas para el cuidado de las Calderas de Potencia.

Sección VIII.- Recipientes a presión no expuestos a fuego.

Sección IX.- Calificaciones de soldaduras

44.- ¿Cual es la función de los siguientes equipos de tratamiento de agua; suavizador de agua, desaerador y desmineralizador?

El suavizador de agua es un equipo mecánico mediante el cual se lleva a cabo la eliminación ó reducción de las sales de calcio y magnesio del "agua dura" en un intercambio ionico ciclo sódico con zeolitas sintéticas, en otras palabras, los suavizadores solamente convierten las sales incrustables de calcio y magnesio, en sales no incrustantes de sodio, las cuales es necesario purgar de la caldera para evitar altas concentraciones y espumeo. Por sus facultades y bajo costo de operación tiene una gran aceptación en la industria, pero no resuelve todos los problemas del agua en la caldera. No tiene acción alguna sobre la acidez y el sílice; el oxígeno y el bióxido de carbono disueltos en el agua; así como los lodos y los arrastres en el vapor.

El desaerador es un equipo mecánico en el cual se eliminan ó reducen los gases corrosivos incondensables disueltos en el agua tales como O₂ y CO₂, el equipo elimina los gases bajo el principio de intensa agitación y simultaneamente, calentamiento a elevada temperatura.

El equipo desmineralizador produce agua pura o sea H₂O y se utiliza en calderas de muy alta presión y alta capacidad como las que usa PEMEX y C.F.E.

45.- ¿Cómo se calcula la capacidad de un suavizador (ablandador) de agua para una caldera?

Para el cálculo de los ablandadores de agua con resinas (zeolitas) catiónicas en calderas, primeramente se toma en consideración lo siguiente:

1 grano por Galón = 17.1 miligramos por Litro (PPM)

1 pie³ de resina suavizada 30,000 granos de dureza como CaCO₃

Dureza compensada (ppm) =

$$\text{Dureza total X } \frac{4,000}{9,000 - \text{total cationes}}$$

Consumo de Sal = 180 gramos por kilogramo

1 Caballo Caldera evaporada apróx 14 lt/h (Real) de agua.

FORMULA APLICABLE:

$$\text{Capacidad ablandador en granos} = \frac{\text{CC} \times 14 \times \%L \times H \times D \times C}{3.785 \times 17.1}$$

CC = Capacidad de la caldera en caballos caldera

14 = Evaporación real apróximada por cada caballo caldera

%L = Porcentaje carga de trabajo de la

caldera

H = Número de horas de trabajo por día

D = Número de días de trabajo deseado entre regeneración y regeneración

C = Descartados los condensados, porcentaje de agua nueva de repuesto.

3.785 = Equivalencia de un galón en litros

17.1 = Equivalencia de un grano/galón en PPM

EJEMPLO: Se tiene una Caldera de vapor de 100 CC que trabaja a un 65% promedio de carga; una jornada daría de ocho horas, seis días a la semana; retornan 50% de condensados; se alimenta con agua cuya dureza es de 220 PPM como CaCO₃ y un total de cationes de 630 PPM se desea regenerar el ablandador una vez por semana. Determinar la capacidad del ablandador.

Solución:

Dureza compensada =

$$\frac{220 \times 9,000}{9,000 - 630} = 237$$

Capacidad del ablandador =

$$\frac{100 \times 14 \times 0.65 \times 8 \times 6 \times 0.5 \times 237}{3.785 \times 17.1} = 79,972$$

Se requiere un suavizador de 80 Kilogramos minimo

Sal común usada para la regeneración =

$$\frac{180 \times 80}{1000} = 14.4 \text{ Kg}$$

Se debe tener la precaución de que el flujo de agua necesario, siempre sea menor al flujo máximo el lt/min aceptado para cada suavizador con el objeto de que no arrastre la zeolita.

46.- ¿Refiriendonos a tratamiento de aguas, cuál es el tratamiento interno y cuál el tratamiento externo?

El tratamiento externo se hace con los suavizantes, desmineralizadores, y desaireadores.

El tratamiento interno es la adición de productos químicos al interior de la caldera para el mismo propósito.

CALIDAD DE LAS AGUAS ANTES DEL TRATAMIENTO	
DUREZA EN PPM CaCO ₃	EVALUACION
71.6	agua muy blanda
143.2	agua blanda
214.8	agua semidura
322.2	agua dura
537.0	agua muy dura

47.- ¿Cuales son las características aceptables del agua dentro de la caldera?

	Valor aceptable [ppm]	Valor máximo [ppm]
Sólidos totales disueltos	800	2000
Alcalinidad total	150	700
Dureza	0	0
Sólidos en suspensión	30	325
Acete, madera organica, etc.,	2	7
Oxígeno	10-20	70
Bióxido de carbono	10-20	70

Los valores anteriores corresponden a caldera cuya presión es menor a 21 Kg/cm² (300 Lb/pulg²).

48.- ¿Qué son los controles de seguridad de flama?

Seguridad de flama cubre todos los controles asociados con los quemadores y sus auxiliares, que proporcionan un control seguro de operación de flama. Esto incluye un control básico, programador de encendido y de seguridad contra falla de flama; detector de flama; controles de presión; controles de nivel; controles de temperatura y otros más según sea el tipo de quemador y cantidad de combustible quemado.

Estos controles ayudan a que el trabajo del hombre NO sea esclavizante y la supervisión sea menos directa e inmediata, pero no sustituyen reglas de seguridad, ni eliminan la vigilancia y responsabilidad del hombre.

49.- Para instalar un generador de vapor ¿Qué Reglamento consultaría usted y a quien le solicitaría el permiso de instalación y operación?

Consultaría el Reglamento para la inspección de generadores de Vapor y recipientes sujetos a presión de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Si se trata de una industria de control Federal solici-

taría el permiso en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y si se trata de una Industria de control Estatal, en el Departamento de Trabajo del Estado correspondiente.

50.- ¿Por qué explotan las calderas?

Las calderas modernas se construyen según normas de fabricación de prestigio internacional y van provistas de equipos automáticos de operación y seguridad, haciendo pensar a algunos usuarios que ellas no requieren la atención de expertos. Ponen sus unidades en manos de gente con poca experiencia que no sigue las buenas reglas de operación en forma debida. Muchos de ellos se figuran que su caldera al ser completamente automática, esta protegida contra accidentes, sin comprender que todo recipiente a presión bajo fuego es potencialmente peligroso y que los controles automáticos NO sustituyen a las reglas de seguridad.

A) Bajo nivel de agua.

Las estadísticas de accidentes nos indican que la mayor parte de ellos se debe al bajo nivel de agua que provoca sobrecalentamiento y debilitamiento de los tubos, hundimiento del hogar y en algunas ocasiones, la destrucción de la caldera por una explosión desastrosa que produce graves pérdidas.

La mayoría de las calderas, entre uno de tantos accesorios, se equipan de sistemas automáticos y de controles corta combustible por bajo nivel para que puedan operar correctamente y protegerlas contra sobrecalentamientos en fallas comunes. Esto a algunos usuarios les da una falsa sensación de seguridad y parecen no preocuparse más al ver su funcionamiento ordinario y normal. Los sistemas automáticos de alimentación de agua, igual que cualquier otro aparato

automático, funcionar bien tal vez mil veces, tal vez cientos de veces más, pero algún día, tarde ó temprano, fallaran con resultados desastrosos.

Gran número de operadores suponen erróneamente que pueden probar el sistema de corta-combustible en forma adecuada, vaciando exclusivamente la cámara del flotador, pero la válvula de purga correspondiente solamente drena los sedimentos acumulados en la propia cámara. En la mayor parte de los casos, el flotador caer súbitamente al abrirse la purga, debido a la súbita salida del agua en la cámara del flotador. Cualquier operador experto en calderas puede citar numerosos casos en los cuales el sistema corta-combustible ha funcionado satisfactoriamente al vaciarse la cámara del flotador, pero al probar correctamente el drenado la caldera del fondo, ha dejado de funcionar.

B) Combustible en el hogar

El estudio de explosiones, nos indica que un renglón muy importante lo cubre las explosiones en los hogares de las calderas.

Las explosiones del lado del fuego se producen básicamente por la falta de una prepurga y pospurga adecuada en el barrido de gases ó bien por la anormal dosificación de combustible al iniciarse un ciclo de operación.

La función de la prepurga es la eliminación de vestigios indeseables de combustible y comburente antes de alimentar los pilotos de combustión.

Operadores con poca experiencia ó exceso de confianza han reducido ó eliminado intencionalmente el tiempo de prepurga en una caldera, teniendo la desgracia de pagar con su vida su ignorancia ó imprudencia.

Esta clase de accidentes es más común en las unidades que queman gas.

En este punto se puede advertir que es necesario tener la absoluta seguridad de que antes de iniciar un ciclo de operación por cualquier medio, debe existir una intensa prepurga que elimine el riesgo de explosión en el hogar y que puede ser tanto ó más desastrosa que la explosión del propio recipiente a presión.

C) Válvulas de seguridad.

Buena proporción de explosiones son originadas por falta de protección contra un exceso de presión.

Ciertos tipos de válvulas de seguridad presentan defectos de diseño que después de un corto período de funcionamiento, el disco tiende a pegarse llegando a inutilizarla.

La falta de observación y acción preventiva en el "lagrimeo" de una válvula de seguridad, así como la ausencia de revisiones y pruebas periódicas, favorecen la acumulación excesiva de materias extrañas que pegan el asiento de las válvulas.

Un usuario de calderas estará confiado en que ha tomado las medidas de seguridad posibles para evitar fallas desastrosas cuando:

a) Ha obtenido del mejor equipo en el mercado para un servicio específico.

b) Ha instalado adecuadamente su caldera cumpliendo con los Reglamentos y Normas.

c) Ha exigido el examen de su instalación por parte de un especialista de reconocida competencia, un Inspector oficial ó una compañía de seguros.

d) Ha empleado su mejor juicio al con-

tratar a los operadores de su caldera.

e) Lleva correctamente el libro diario, anotando las pruebas de mantenimiento de carácter preventivo.

Se pueden aceptar tranquilamente las responsabilidades de una caldera con operación digna de confianza, pero la seguridad y eficacia de operación solamente puede conservarse con un programa básico de mantenimiento.

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES DE CALDERAS, TUBOS DE FUEGO Y EQUIPOS COLATERALES EN CUARTO DE MAQUINAS

Caldera es un recipiente a presión, transmisor de calor, que aprovechando el calor liberado por un combustible, produce vapor y/o agua caliente.

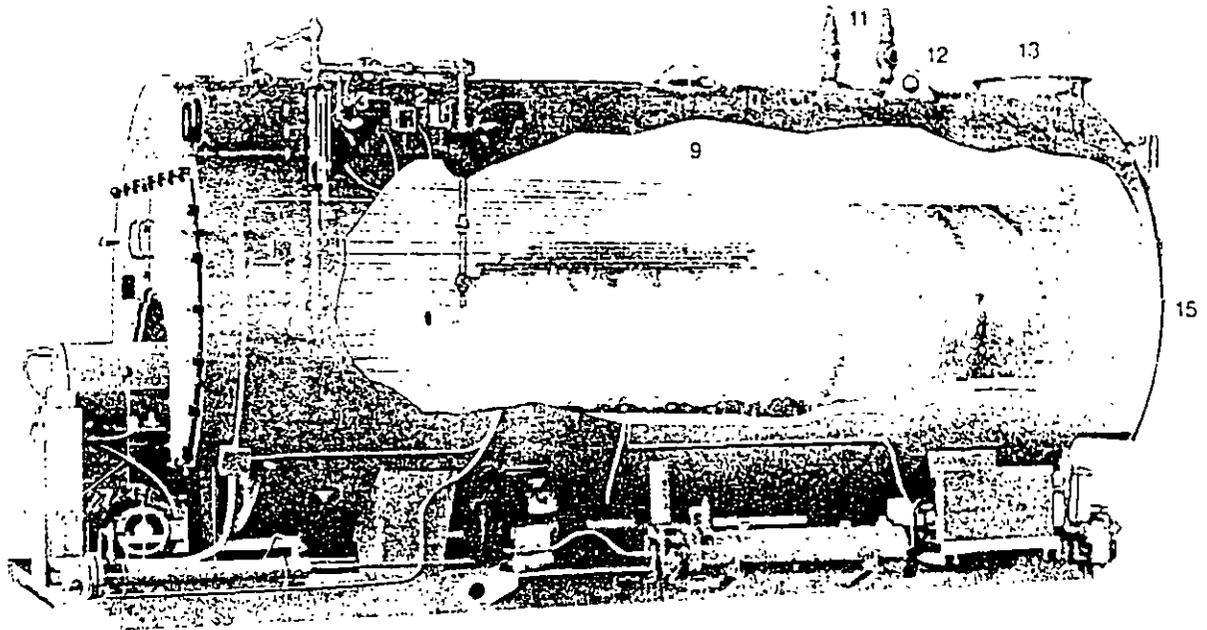
Las calderas tubos de fuego se clasifican en verticales u horizontales, fondo seco o fondo húmedo; uno, dos, tres o cuatro pasos. Por su presión de trabajo se clasifican en miniaturas, baja presión y alta presión. Por la posición del hogar, en hogar interior y hogar exterior. Por la alimentación de aire al quemador en tiro natural, tiro inducido, tiro forzado o tiro combinado. Los gases de combustión circulan por el interior de los tubos.

Algunos diseños realmente son más efectivos que otros. Sin embargo, la elección más adecuada de uno sobre otro, depende de la aplicación particular de cada usuario. No es propósito de este manual analizar las diferentes variables de las distintas aplicaciones, ni las características competitivas de uno u otro diseño. Sin embargo, para cumplir nuestro objetivo, nos ayudaremos de dos diseños de gran aceptación a nivel internacional.

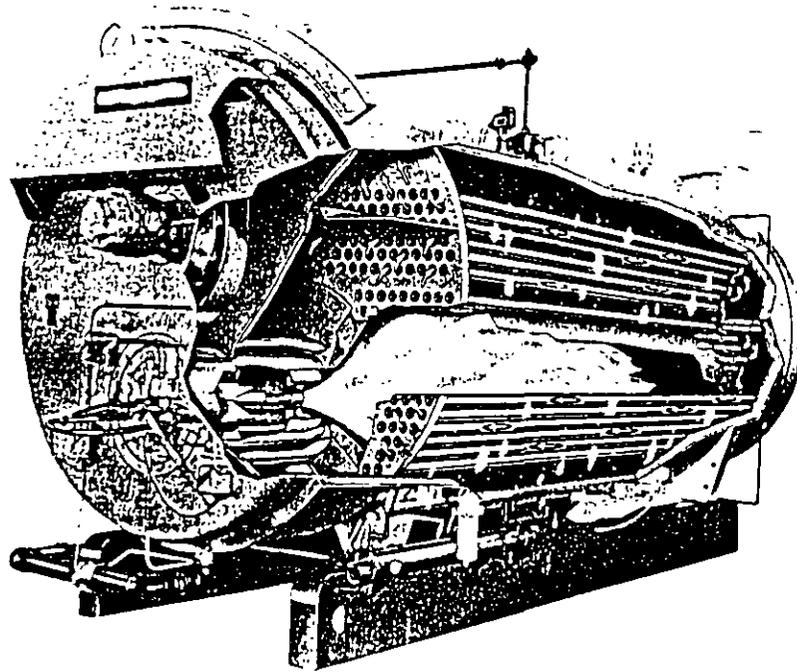
1.- Caldera tipo paquete, automática horizontal tubos de fuego, tres pasos, hogar interior fondo húmedo (WET BACK), tiro forzado en rango de capacidad de 20 a 800 CC.

2.- Caldera tipo paquete, automática horizontal tubos de fuego, cuatro pasos, hogar interior, fondo seco en rango de capacidad de 20 a 800 CC.

A calderas tubos de fuego en capacidades superiores a 800 CC les correspondería un diámetro enorme al recipiente a presión y ya no serían transportables por ferrocarril. Esta es una de sus importantes limitantes en su construcción para capacidades evaporativas superiores.



- 1.- Placa de identificación del fabricante y especificaciones principales de la caldera; 2.- Controles de presión; 3.- Columna de agua principal y columna auxiliar; 4.- Tapa frontal de acceso a la sección de gases de combustión; 5.- Quemador de combustóleo; 6.- Gabinete de control de combustión; 7.- Ventilador de tiro forzado; 8.- Estructura de sustentación de la caldera; 9.- Cámara de vapor; 10.- Aislamiento térmico (fibra de vidrio) con cubierta metálica; 11.- Válvula de seguridad; 12.- Oreja de izaje; 13.- Salida de gases de combustión; 14.- Fondo húmedo de la cámara de combustión; 15.- Tapa trasera de acceso a la sección de gases de combustión; 16.- Hogar corrugado; 17.- Diseño de tres pasos; 18.- Tubos flux.



ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO					
CAPACIDAD	[CC]	10	15	20	30
Producción de vapor	[kg/h]	156.5	237.7	313.0	469.5
Potencia térmica (miles)	[kcal/h]	84.5	126.7	169.0	253.5
Presión de trabajo	[kg/cm ²]	8	8	8	8
Presión Ajuste Válv. Seg.	[kg/cm ²]	8.8	8.8	8.8	8.8
Superficie de Calefacción	[m ²]	5.77	9.32	12.25	16.30
Consumo de combustible					
Diáfano	[lt/h]	11.6	16.0	22.4	31.9
Diesel	[lt/h]	10.9	16.4	23.0	32.7
Gas L.P.	[lt(kg)/h]	15.5(8.9)	23.2(13.3)	31.0(17.8)	46.5(26.7)
Gas Natural	[m ³ /h]	11.96	17.9	23.9	35.8
Combustóleo	[lt/h]	-----	-----	-----	-----
Envolvente Acero SA285C/SA515-70					
Diámetro interior	[mm]	743	900	900	1000
Longitud	[mm]	1430	1540	1940	2140
Espesor	[mm]	7.94	9.52	9.52	9.52
Espejos Acero SA515-70 atirantados	[mm]	9.53	9.53	9.53	9.53
Fluxes SA-178-A Cal. BWG No. 12					
Cantidad		25	35	35	50
Diámetro	[mm]	51	51	51	51
Longitud	[mm]	1190	1300	1700	1900
Hogar: Tub. A53B; SA285C; SA515-70					
Espesor	[mm]	6.35	6.35	6.35	6.35
Diámetro	[mm]	173	323	355	355
Longitud	[mm]	1430	1540	1940	2140
Soporte altura	[mm]	120	120	127	127
Diámetro Salida vapor	[mm]	32	32	38	51
Diámetro Válvula de seguridad	[mm]	25	25	25	32
Diámetro Purga fondo	[mm]	25	25	25	25
Diámetro Alimentación Agua	[mm]	25	25	25	25
Control de Combustión marca MH		RA890	RA890	RA890	RA890

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)					
CAPACIDAD	[CC]	10	15	20	30
Tanque Condensados	[lt]	95	95	325	325
Diámetro	[mm]	355	355	580	580
Largo	[mm]	914	914	1220	1220
Bomba Agua: Marca Aurora PYCSA					
Modelo		JA	AV-4	AV-4	AV-4
RPM		3500	3500	3500	3500
HP		3/4	3/4	1	1
Motor Ventilador	[HP]	3/4	1	1.5	2
Motor Bomba Combustóleo	[HP]	-----	-----	-----	-----
Caldera					
Largo sin tapas	[mm]	1430	1540	1940	2140
Largo total	[mm]	2490	2610	3010	3240
Ancho total	[mm]	1480	1670	1670	1780
Alto total	[mm]	1400	1550	1650	1700
Espacio para abrir tapas	[mm]	990	1140	1140	1250
Espacio para limpiar tubos	[mm]	2190	2300	2700	2980
Largo de base	[mm]	1630	1725	2120	2340
Ancho base (Exterior)	[mm]	910	1010	1010	1110
Ancho base (Interior)	[mm]	710	810	810	910
Peso de caldera vacía	[kg]	450	1000	1600	2300
Peso de Caldera llena agua	[kg]	1020	1782	2700	3790
Registros de mano		3	3	3	4
Ganchos izaje		1	1	1	1
Diámetro chimenea	[mm]	203	203	245	245

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)					
CAPACIDAD	[CC]	40	50	60	80
Producción de vapor	[kg/h]	625.0	782.0	938.0	1252.0
Potencia térmica (miles)	[kcal/h]	338.0	422.0	507.0	676.0
Presión de trabajo	[kg/cm ²]	8	8	8	8
Presión Ajuste Válv. Seg.	[kg/cm ²]	8.8	8.8	8.8	8.8
Superficie de Calefacción	[m ²]	23.02	26.41	31.43	42.23
Consumo de combustible					
Diáfano	[lt/h]	45.0	53.0	67.0	90.0
Diesel	[lt/h]	46.0	54.0	69.0	92.0
Gas L.P.	[lt(kg)/h]	62(35)	77(44)	93(53)	124(71)
Gas Natural	[m ³ /h]	47.8	59.7	71.8	95.7
Combustóleo	[lt/h]	41.0	52.0	62.0	82.0
Envolvente Acero SA285C/SA515-70					
Diámetro interior	[mm]	1150	1195	1195	1270
Longitud	[mm]	2340	2540	3000	3290
Espesor	[mm]	9.53	9.53	9.53	9.53
Espejos Acero SA515-70 atirantados	[mm]	12.7	12.7	15.88	15.88
Fluxes SA-178-A Cal. BWG No. 12					
Cantidad		50	53	53	66
Diámetro	[mm]	64	64	64	64
Longitud	[mm]	2100	2300	2760	3050
Hogar: Tub A53B; SA285C; SA515-70					
Espesor	[mm]	7.87	7.87	7.87	7.87
Diámetro	[mm]	406	406	406	457
Longitud	[mm]	2340	2540	3000	3290
Soporte altura	[mm]	177	177	177	177
Diámetro Salida vapor	[mm]	51	51	75	75
Diámetro Válvula de seguridad	[mm]	38	38	38	51
Diámetro Purga fondo	[mm]	25	32	32	32
Diámetro Alimentación Agua	[mm]	25	32	32	32
Control de Combustión marca MH		RA890	RA890	RA890	RA890

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)					
CAPACIDAD	[CC]	40	50	60	80
Tanque Condensados	[lt]	325	325	325	770
Diámetro	[mm]	580	580	580	770
Largo	[mm]	1220	1220	1220	1520
Bomba Agua. Marca Aurora PYCSA					
Modelo		C-4	C-4	G-5	I-5
RPM		1750	1750	1750	1750
HP		2	3	3	5
Motor Ventilador	[HP]	3	3	3	5
Motor Bomba Combustóleo	[HP]	2	2	2	2
Caldera					
Largo sin tapas	[mm]	2340	2540	3000	3290
Largo total	[mm]	3470	3590	4070	4460
Ancho total	[mm]	1820	1965	1965	1980
Alto total	[mm]	1855	1900	1900	1980
Espacio para abrir tapas	[mm]	1400	1450	1450	1525
Espacio para limpiar tubos	[mm]	3100	3300	3760	4050
Largo de base	[mm]	2450	2650	3150	3420
Ancho base (Exterior)	[mm]	1120	1170	1250	1280
Ancho base (Interior)	[mm]	920	970	970	1010
Peso de caldera vacía	[kg]	3000	3600	4000	5000
Peso de Caldera llena agua	[kg]	4052	5151	5890	7152
Registros de mano		4	4	6	6
Ganchos Izaje		1	1	2	2
Diámetro chimenea	[mm]	250	330	330	330

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)					
CAPACIDAD	[CC]	100	125	150	200
Producción de vapor	[kg/h]	1564	1955	2396	3128
Potencia térmica (miles)	[kcal/h]	845	1056	1267	1690
Presión de trabajo	[kg/cm ²]	8'	8	8	8
Presión Ajuste Válv. Seg.	[kg/cm ²]	8.8	8.8	8.8	8.8
Superficie de Calefacción	[m ²]	50.39	67.89	84.37	117.17
Consumo de combustible					
Diáfano	[lt/h]	112	-----	-----	-----
Diesel	[lt/h]	115	136.4	163.7	218.3
Gas L.P.	[lt(kg)/h]	155(87)	-----	-----	-----
Gas Natural	[m ³ /h]	119.6	149.5	179.4	238.2
Combustóleo	[lt/h]	103	127	153	204
Envolvente Acero SA285C/SA515-70					
Diámetro interior	[mm]	1270	1600	1600	1750
Longitud	[mm]	3470	3350	4000	4300
Espesor	[mm]	9.53	9.53	11.06	11.06
Espejos Acero SA515-70 atirantados	[mm]	15.88	15.90	15.90	15.90
Fluxes SA-178-A Cal. BWG No. 12					
Cantidad		76	104	104	136
Diámetro	[mm]	64	64	64	64
Longitud	[mm]	3270	3050	3700	4000
Hogar: Tub. A53B; SA285C; SA515-70					
Espesor	[mm]	7.87	7.87	7.87	7.87
Diámetro	[mm]	457	609	609	609
Longitud	[mm]	3470	3350	4000	4300
SopORTE altura	[mm]	177	203	203	254
Diámetro Salida vapor	[mm]	102	102	102	102
Diámetro Válvula de seguridad	[mm]	51	(2)38	(2)38	(2)51
Diámetro Purga fondo	[mm]	32	(2)38	(2)38	(2)38
Diámetro Alimentación Agua	[mm]	32	38	38	38
Control de Combustión marca MH		RA890	R4140	R4140	R4140

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)					
CAPACIDAD	[CC]	100	125	150	200
Tanque Condensados	[lt]	700	700	1100	1100
Diámetro	[mm]	770	770	960	960
Largo	[mm]	1520	1520	1520	1520
Bomba Agua: Marca Aurora PYCSA					
Modelo		I-5	I-5	I-5TRL	I-5TRL
RPM		1750	1750	1750	1750
HP		5	5	7.5	7.5
Motor Ventilador	[HP]	5	7.5	7.5	10
Motor Bomba Combustóleo	[HP]	2	2	2	2
Caldera					
Largo sin tapas	[mm]	3470	3350	4000	4300
Largo total	[mm]	4640	4845	5480	5790
Ancho total	[mm]	2100	2340	2350	2500
Alto total	[mm]	1980	2680	2680	2830
Espacio para abrir tapas	[mm]	1525	1850	1860	2010
Espacio para limpiar tubos	[mm]	4230	4050	4700	5000
Largo de base	[mm]	3600	3550	4220	4520
Ancho base (Exterior)	[mm]	1280	1350	1350	1500
Ancho base (Interior)	[mm]	1010	1020	1020	1170
Peso de caldera vacía	[kg]	6000	7000	7500	8500
Peso de Caldera llena agua	[kg]	8618	9600	10800	12500
Registros de mano		6	6	6	6
Ganchos Izaje		2	2	2	2
Diámetro chimenea	[mm]	330	406	406	406

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)				
CAPACIDAD	[CC]	250	300	350
Producción de vapor	[kg/h]	3910	4692	5478
Potencia térmica (miles)	[kcal/h]	2112	2535	2958
Presión de trabajo	[kg/cm ²]	8	8	8
Presión Ajuste Válv. Seg.	[kg/cm ²]	8.8	8.8	8.8
Superficie de Calefacción	[m ²]	141.5	164.48	165.0
Consumo de combustible				
Diáfano	[lt/h]	-----	-----	-----
Diesel	[lt/h]	272.8	327.4	402
Gas L.P.	[lt(kg)/h]	-----	-----	-----
Gas Natural	[m ³ /h]	299	359	418
Combustóleo	[lt/h]	255	305	357
Envolvente Acero SA285C/SA515-70				
Diámetro interior	[mm]	2000	2000	2000
Longitud	[mm]	3780	4280	4858
Espesor	[mm]	12.7	12.7	12.7
Espejos Acero SA515-70 atrantados	[mm]	15.9	15.9	15.9
Fluxes SA-178-A Cal BWG No. 12				
Cantidad		195	195	182
Diámetro	[mm]	64	64	64
Longitud	[mm]	3400	3900	4515
Hogar: Tub. A53B; SA285C; SA515-70				
Espesor	[mm]	9.39	9.39	9.39
Diámetro	[mm]	762	762	838
Longitud	[mm]	3780	4280	4858
SopORTE altura	[mm]	254	254	254
Diámetro Salida vapor	[mm]	152	152	152
Diámetro Válvula de seguridad	[mm]	(2)51	(2)51	(2)51
Diámetro Purga fondo	[mm]	(2)51	(2)51	(2)51
Diámetro Alimentación Agua	[mm]	51	51	51
Control de Combustión marca MH		R4140	R4140	R4140

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)				
CAPACIDAD	[CC]	250	300	350
Tanque Condensados	[lt]	1850	1850	1850
Diámetro	[mm]	1060	1060	1060
Largo	[mm]	2085	2085	2085
Bomba Agua: Marca Aurora PYCSA Modelo		F6TRL	F6TRL	F6TRL
RPM		1750	1750	1750
HP		10	10	10
Motor Ventilador	[HP]	15	15	15
Motor Bomba Combustóleo	[HP]	2	2	2
Caldera				
Largo sin tapas	[mm]	3580	4280	4858
Largo total	[mm]	5305	5835	5676
Ancho total	[mm]	2750	2750	2750
Alto total	[mm]	3080	3080	2750
Espacio para abrir tapas	[mm]	2260	2260	2015
Espacio para limpiar tubos	[mm]	4400	4900	3976
Largo de base	[mm]	4000	4500	4356
Ancho base (Exterior)	[mm]	1750	1750	1750
Ancho base (Interior)	[mm]	1420	1420	1320
Peso de caldera vacía	[kg]	9500	11000	13000
Peso de Caldera llena agua	[kg]	26500	43500	20000
Registros de mano		6	6	6
Ganchos Izaje		2	2	2
Diámetro chimenea	[mm]	508	508	508

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)				
CAPACIDAD	[CC]	400	500	600
Producción de vapor	[kg/h]	6260	7825	9390
Potencia térmica (miles)	[kcal/h]	3380	4225	5070
Presión de trabajo	[kg/cm ²]	8	8	8
Presión Ajuste Válv. Seg.	[kg/cm ²]	8.8	8.8	8.8
Superficie de Calefacción	[m ²]	188.38	234.7	281.0
Consumo de combustible				
Diáfano	[lt/h]	-----	-----	-----
Diesel	[lt/h]	460	575	690
Gas L.P.	[lt(kg)/h]	-----	-----	-----
Gas Natural	[m ³ /h]	478	598	717
Combustóleo	[lt/h]	409	511	613
Envolvente Acero SA285C/SA515-70				
Diámetro interior	[mm]	2438	2438	2438
Longitud	[mm]	3791	4630	5468
Espesor	[mm]	12.7	12.7	12.7
Espejos Acero SA515-70 atirantados				
	[mm]	15.9	15.9	15.9
Fluxes SA-178-A Cal. BWG No. 12				
Cantidad		281	281	281
Diámetro	[mm]	64	64	64
Longitud	[mm]	3372	4210	5048
Hogar: Tub. A53B; SA285C; SA515-70				
Espesor	[mm]	11.1	11.1	11.1
Diámetro	[mm]	1118	1118	1118
Longitud	[mm]	3791	4630	5468
Soporte altura				
	[mm]	457	457	547
Diámetro Salida vapor				
	[mm]	203	203	203
Diámetro Válvula de seguridad				
	[mm]	(2)51	(3)51	(3)51
Diámetro Purga fondo				
	[mm]	(2)51	(2)51	(2)51
Diámetro Alimentación Agua				
	[mm]	51	51	51
Control de Combustión marca MH				
		R4140	R4140	R4140

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CALDERAS TUBOS DE FUEGO (Continua...)				
CAPACIDAD	(CC)	400	500	600
Tanque Condensados	(lt)	2650	2650	2650
Diámetro	(mm)	1060	1060	1060
Largo	(mm)	3050	3050	3050
Bomba Agua: Marca Aurora PYCSA				
Modelo		G6T	H6T	H6T
RPM		1750	1750	1750
HP		15	15	15
Motor Ventilador	(HP)	15	15	20
Motor Bomba Combustóleo	(HP)	2	2	2
Caldera				
Largo sin tapas	(mm)	3791	4630	5668
Largo total	(mm)	5274	6128	7052
Ancho total	(mm)	2820	2820	2820
Alto total	(mm)	3315	3315	3315
Espacio para abrir tapas	(mm)	2588	2588	2588
Espacio para limpiar tubos	(mm)	3102	3102	3102
Largo de base	(mm)	3760	4598	5436
Ancho base (Exterior)	(mm)	1829	1829	1829
Ancho base (Interior)	(mm)	1524	1524	1524
Peso de caldera vacía	(kg)	17000	19000	22000
Peso de Caldera llena agua	(kg)	24000	27000	33000
Registros de mano		6	6	6
Ganchos Izaje		2	2	2
Diámetro chimenea	(mm)	609	609	609

DATOS CALDERA MARCA (?)						
POTENCIA EN [CC]		15	20	30	40	
TUBOS FUEGO	CANTIDAD		64	64	76	64
	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		1.5	1.5	1.5	2
	CALIBRE		13	13	13	13
	LONGITUD DEL REPUESTO [pulg]		35 7/16	46 3/8	58 3/16	68 3/16
HOGAR	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		9 5/8	9 5/8	12 3/4	14
	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/16	5/16	5/16	5/16
		150 psi [pulg]	5/16	5/16	3/8	3/8
CUERPO	DIAMETRO INTERIOR [pulg]		29	29	36	42
	ESPESOR	15 psi [pulg]	1/4	1/4	1/4	1/4
		150 psi [pulg]	1/4	1/4	9/32	11/32
ESPEJOS	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/16	5/16	3/8	3/8
		150 psi [pulg]	3/8	3/8	3/8	1/2
LONGITUD ENTRE ESPEJOS [pulg]			34 5/16	45 1/4	57 1/16	66 11/16
CANT. DE AGUA (NIVEL DE OPER.) [gal]			63.2	83.4	156.6	230.9
VOLUMEN DE AGUA ENTRE LIMITES ARRANQUE Y PARO DE BOMBA [gal]			2.22	2.92	5.09	7.57
CAMARA DE VAPOR [pie ³]			0.97	1.28	4.02	8.9
AREA DE LIBERACION DE VAPOR [pie ²]			4.6	6.07	10.88	16.2
AREA CHIMENEA [pie ²]			2.19	2.88	4.87	6.29
SUPERFICIE DE CALEFACCION	SBI (LADO AGUA) [pie ²]		85	110	168	217
	ASME (LADO FUEGO) [pie ²]		77	99	150	202
VOLUMEN DEL HORNO [pie ³]			1.29	1.69	3.78	5.4
VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION [pie ³]			2.32	2.73	5.48	8.17
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTOLEO LIGERO [lb/hr]		31.9	42.5	63.7	85
	COMBUSTOLEO PESADO [lb/hr]		.....	.....	.....	86.7
	GAS NATURAL [pie ³ /hr]		628	837	1255	1674
CALOR LIBERADO POR [pie ³] EN LA CAMARA DE COMBUSTION [BTU/hr]			270500	306500	229000	204800
CALOR LIBERADO POR [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION [BTU/hr]			6650	6900	6830	6760
PODER CALORIFICO. COMBUSTOLEO LIGERO = 19,700 BTU/lb. COMBUSTOLEO PESADO = 18,600 BTU/lb						
HORNOS CORRUGADOS 250 A 500 ALTA PRESION						
NOTA: MINIMO DE 5 [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION POR CABALLO CALDERA						

DATOS CALDERA MARCA (?) (Continua ...)						
POTENCIA EN [CC]		50	60	70	80	
TUBOS FUEGO	CANTIDAD		64	94	94	94
	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		2	2	2	2
	CALIBRE		13	13	13	13
	LONGITUD DEL REPUESTO [pulg]		85 7/8	71	83 1/4	95 5/8
HOGAR	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		14	16	16	16
	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/16	5/16	5/16	5/16
		150 psi [pulg]	3/8	7/16	7/16	7/16
CUERPO	DIAMETRO INTERIOR [pulg]		42	48	48	48
	ESPESOR	15 psi [pulg]	1/4	5/16	5/16	5/16
		150 psi [pulg]	11/32	3/8	3/8	3/8
ESPEJOS	ESPESOR	15 psi [pulg]	3/8	3/8	3/8	3/8
		150 psi [pulg]	1/2	1/2	1/2	1/2
LONGITUD ENTRE ESPEJOS [pulg]			84 3/8	69 1/2	81 3/4	94 1/16
CANT. DE AGUA (NIVEL DE OPER.) [gal]			292.1	323	379.9	437.1
VOLUMEN DE AGUA ENTRE LIMITES ARRANQUE Y PARO DE BOMBA [gal]			9.58	8.51	10.02	11.52
CAMARA DE VAPOR [pie ³]			11.26	9.64	11.33	13.04
AREA DE LIBERACION DE VAPOR [pie ²]			20.49	18.08	21.24	24.61
AREA CHIMENEA [pie ²]			7.93	7.53	8.84	9.98
SUPERFICIE DE CALEFACCION	SBI (LADO AGUA) [pie ²]		272	324	379	433
	ASME (LADO FUEGO) [pie ²]		252	300	350	400
VOLUMEN DEL HORNO [pie ³]			6.81	7.33	8.6	9.88
VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION [pie ³]			9.58	11.84	13.12	14.4
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTOLEO LIGERO [lb/hr]		106.2	127.4	148.7	169.9
	COMBUSTOLEO PESADO [lb/hr]		108.4	130.1	151.8	173.5
	GAS NATURAL [pie ³ /hr]		2092	2510	2929	3347
CALOR LIBERADO POR [pie ²] EN LA CAMARA DE COMBUSTION [BTU/hr]			218400	212000	223200	232465
CALOR LIBERADO POR [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION [BTU/hr]			6770	6830	6830	6830
PODER CALORIFICO: COMBUSTOLEO LIGERO = 19,700 BTU/lb; COMBUSTOLEO PESADO = 18,600 BTU/lb						
* HORNOS CORRUGADOS 250 A 500 ALTA PRESION						
NOTA: MINIMO DE 5 [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION POR CABALLO CALDERA						

DATOS CALDERA MARCA (?) (Continua...)					
POTENCIA EN [CC]		100	125	150	
TUBOS FUEGO	CANTIDAD		149	149	132
	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		2	2	2.5
	CALIBRE		13	13	12
	LONGITUD DEL REPUESTO [pulg]		76 1/8	96 1/2	103 1/8
HOGAR	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		20	20	24
	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/16	5/16	5/16
		150 psi [pulg]	1/2	9/16	5/8
CUERPO	DIAMETRO INTERIOR [pulg]		60	60	66
	ESPESOR	15 psi [pulg]	3/8	3/8	3/8
		150 psi [pulg]	15/32	15/32	17/32
ESPEJOS	ESPESOR	15 psi [pulg]	1/2	1/2	1/2
		150 psi [pulg]	1/2	1/2	9/16
LONGITUD ENTRE ESPEJOS [pulg]		74 5/8	95	101 1/2	
CANT. DE AGUA (NIVEL DE OPER.) [gal]		506.8	645.2	853.7	
VOLUMEN DE AGUA ENTRE LIMITES ARRANQUE Y PARO DE BOMBA [gal]		12.14	15.45	16.24	
CAMARA DE VAPOR [pie ³]		20.56	26.18	22.18	
AREA DE LIBERACION DE VAPOR [pie ²]		25.95	33.06	34.75	
AREA CHIMENEA [pie ²]		10.18	12.92	16.66	
SUPERFICIE DE CALEFACCION	SBI (LADO AGUA) [pie ²]		540	680	811
	ASME (LADO FUEGO) [pie ²]		500	627	753
VOLUMEN DEL HORNO [pie ³]		12.41	15.55	24.14	
VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION [pie ³]		20.67	23.81	37.72	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTOLEO LIGERO [lb/hr]		212.4	265.5	318.6
	COMBUSTOLEO PESADO [lb/hr]		216.8	271	325.2
	GAS NATURAL [pie ³ /hr]		4184	5230	6276
CALOR LIBERADO POR [pie ²] EN LA CAMARA DE COMBUSTION [BTU/hr]		202400	219700	166400	
CALOR LIBERADO POR [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION [BTU/hr]		6830	6810	6800	
PODER CALORIFICO COMBUSTOLEO LIGERO = 19,700 BTU/lb, COMBUSTOLEO PESADO = 18,600 BTU/lb					
* HORNOS CORRUGADOS 250 A 500 ALTA PRESION					
NOTA: MINIMO DE 5 [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION POR CABALLO CALDERA					

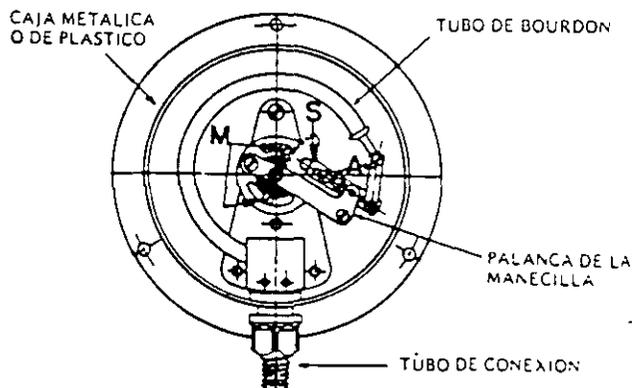
DATOS CALDERA MARCA (?) (Continua...)					
POTENCIA EN (CC)		200	250	300	
TUBOS FUEGO	CANTIDAD		132	209	209
	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		2.5	2.5	2.5
	CALIBRE		12	12	12
	LONGITUD DEL REPUESTO [pulg]		138 1/16	111 3/4	133 15/16
HOGAR	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		24	27 5/8	27 5/8
	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/16	5/16	11/32
		150 psi [pulg]	11/16	5/16	5/16
CUERPO	DIAMETRO INTERIOR [pulg]		66	78	78
	ESPESOR	15 psi [pulg]	3/8	3/8	3/8
		150 psi [pulg]	17/32	19/32	19/32
ESPEJOS	ESPESOR	15 psi [pulg]	1/2	9/16	9/16
		150 psi [pulg]	9/16	5/8	5/8
LONGITUD ENTRE ESPEJOS [pulg]		136 7/16	110	132 1/16	
CANT. DE AGUA (NIVEL DE OPER.) [gal]		1147.5	1264.8	1518.5	
VOLUMEN DE AGUA ENTRE LIMITES ARRANQUE Y PARO DE BOMBA [gal]		21.83	28.19	33.85	
CAMARA DE VAPOR [pie ³]		29.83	35.66	42.81	
AREA DE LIBERACION DE VAPOR [pie ²]		46.76	45.25	54.32	
AREA CHIMENEA [pie ²]		22.33	20.86	24.94	
SUPERFICIE DE CALEFACCION	SBI (LADO AGUA) [pie ²]		1080	1356	1621
	ASME (LADO FUEGO) [pie ²]		1000	1259	1500
VOLUMEN DEL HORNO [pie ³]		32.01	34.18	40.96	
VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION [pie ³]		45.59	53.62	60.4	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTOLEO LIGERO [lb/hr]		424.8	531	637.2
	COMBUSTOLEO PESADO [lb/hr]		433.6	542	650.5
	GAS NATURAL [pie ³ /hr]		8368	10460	12552
CALOR LIBERADO POR [pie ³] EN LA CAMARA DE COMBUSTION [BTU/hr]		183500	195100	207800	
CALOR LIBERADO POR [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION [BTU/hr]		6830	6780	6830	
PODER CALORIFICO: COMBUSTOLEO LIGERO = 19,700 BTU/lb; COMBUSTOLEO PESADO = 18,600 BTU/lb					
* HORNOS CORRUGADOS 250 A 500 ALTA PRESION					
NOTA: MINIMO DE 5 [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION POR CABALLO CALDERA					

DATOS CALDERA MARCA (?) (Continua...)					
POTENCIA EN (CC)		350	400	500	
TUBOS FUEGO	CANTIDAD		248	258	316
	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		2.5	2.5	2.5
	CALIBRE		12	12	12
	LONGITUD DEL REPUESTO [pulg]		131 5/16	144 3/4	149 3/16
HOGAR	DIAMETRO EXTERIOR [pulg]		33 5/8	33 5/8	36 11/16
	ESPESOR	15 psi [pulg]	3/8	3/8	13/32
		150 psi [pulg]	* 5/16	* 5/16	* 11/32
CUERPO	DIAMETRO INTERIOR [pulg]		90	90	96
	ESPESOR	15 psi [pulg]	7/16	7/16	7/16
		150 psi [pulg]	21/32	21/32	11/16
ESPEJOS	ESPESOR	15 psi [pulg]	5/8	5/8	11/16
		150 psi [pulg]	5/8	5/8	5/8
LONGITUD ENTRE ESPEJOS [pulg]		129 7/16	143	147 7/16	
CANT. DE AGUA (NIVEL DE OPER.) [gal]		1774.7	2066.4	2430.9	
VOLUMEN DE AGUA ENTRE LIMITES ARRANQUE Y PARO DE BOMBA [gal]		42.98	45.08	47.38	
CAMARA DE VAPOR [pie ³]		87.37	78.33	77.38	
AREA DE LIBERACION DE VAPOR [pie ²]		69	72.32	76	
AREA CHIMENEA [pie ²]		29.84	32.93	37	
SUPERFICIE DE CALEFACCION	SBI (LADO AGUA) [pie ²]		1889	2162	2711
	ASME (LADO FUEGO) [pie ²]		1750	2001	2500
VOLUMEN DEL HORNO [pie ³]		60.82	67.14	82.79	
VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION [pie ³]		94.84	101.15	128.68	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTOLEO LIGERO [lb/hr]		745.7	849.5	1061.9
	COMBUSTOLEO PESADO [lb/hr]		758.9	867.3	1084.1
	GAS NATURAL [pie ³ /hr]		14690	16736	20920
CALOR LIBERADO POR [pie ³] EN LA CAMARA DE COMBUSTION [BTU/hr]		154900	165500	162600	
CALOR LIBERADO POR [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION [BTU/hr]		6830	6830	6810	
PODER CALORIFICO: COMBUSTOLEO LIGERO = 19.700 BTU/lb; COMBUSTOLEO PESADO = 18,600 BTU/lb					
* HORNOS CORRUGADOS 250 A 500 ALTA PRESION					
NOTA: MINIMO DE 5 [pie ²] DE SUPERFICIE DE CALEFACCION POR CABALLO CALDERA					

ACCESORIOS PROPIOS DE LAS CALDERAS

Manómetros.- Indicadores de Presión

Todas las calderas van equipadas con un manómetro de vapor, relativamente grande 127 mm, tipo Bourdon y su correspondiente "cola de cochino"; sifón conectado en el punto más alto de la cámara de vapor, graduado a una vez y media la presión de ajuste de la válvula de seguridad, de fácil visibilidad a distancia. La línea de vapor al manómetro va provista de una purga para auxiliarse en la limpieza de este tubo e impedir una eventual tapazón que nos dé una lectura falsa en la presión de la caldera. También lleva manómetros más pequeños 51 o 64 mm en las bombas de combustible, líneas de atomización de combustible a la entrada del quemador y bombas de agua. Las calderas de gas, a la entrada del quemador llevan manómetro tipo diafragma graduado en onzas, por la baja presión de la línea de combustible. Estos últimos son aparatos mucho más delicados que el tipo Bourdon, fácilmente se le pueden hacer daños irreversibles.



Manómetro de Bourdon.

VALVULAS DE SEGURIDAD

La válvula de seguridad es un dispositivo mecánico instalado en las calderas como última protección, con disparo automático que previene el riesgo de una sobreelevación de presión más allá del diseño de la caldera. Actúa por presión estática ejercida sobre su asiento y en contra de un resorte. Se caracteriza en su disparo por una apertura súbita y total.

Tiene la llamada presión de ajuste y es aquella a la cual debe actuar. Nunca podrá ser mayor a la especificada por el fabricante de la caldera y aprobada por las autoridades. Preferentemente use la presión de ajuste más baja posible.

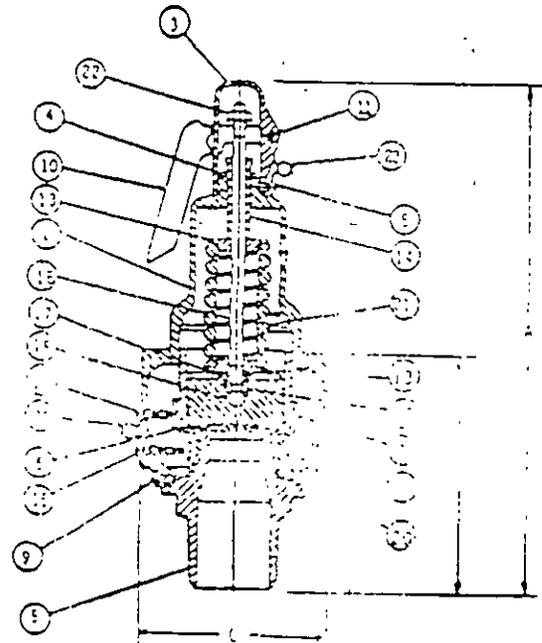
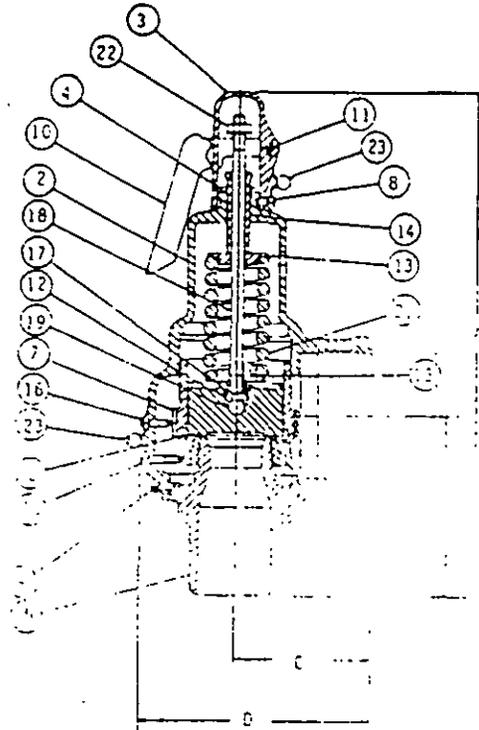
Su descarga debe ser totalmente libre y sin posibilidad alguna de ejercer sobre ella una mínima carga hidráulica o mecánica.

Estas válvulas llevan un sello de inviolabilidad; se prohíbe romperlo y no está permitido hacer ajustes en el campo.

Sus fallas más comunes son desgaste, corrosión o presencia de sarro en sus asientos, ocasionando fugas o asiento pegado. Es recomendable accionar su palanca con fines de limpieza.

Materiales y Partes

Parte	Descripción	Material
1	Anillo Ajustable	Latón
2	Bonete	Bronce
3	Capucha	Latón
4	Contratuercas	Latón
5	Cuerpo	Bronce
6	Disco	Bronce
7	Guía	Latón
8	Opres. Capucha	Acero/Latón
9	Opres. Cuerpo	Acero/Latón
10	Placa	Bronce
11	Perno Palanca	Acero
12	Reten	Latón
13	Reten Resorte	Latón
14	Torn. Ajuste	Latón
15	Torn. Fijación	Acero/Latón
16	Torn. Guía	Acero/Latón
17	Tuerca Retén	Latón
18	Vastago	Latón
19	Esfera	Acero
20	Asiento	Sintético
21	Resorte	Acero
22	Tca. Rold. Lev.	Acero
23	Sello	Plomo



Válvulas para Vapor - Aire - Gases
Diseño según Código ASME Secciones I y VIII

Modelo	Entrada [pulg]	Salida [pulg]	Orificio	Area [pulg ²]	Dimensiones [pulg]				Peso Aprox. [kg]	Altura Mínima Montaje
					A	B	C	D		
9005	1/2	3/4	D	0.121	6 3/8	2 1/8	1 5/8	1 15/16	0.8	8 1/4"
9010	3/4	3/4	D	0.121	6 3/8	2 1/8	1 5/8	1 15/16	0.9	8 1/4"
9015	3/4	1	E	0.216	7 1/2	2 3/8	1 3/4	2 1/8	1.1	8 5/8"
9020	1	1	E	0.216	7 5/8	2 1/2	1 3/4	2 1/8	1.2	8 5/8"
9025	1	1 1/4	F	0.338	8 1/2	2 5/8	2	2 3/4	1.6	10 3/4"
9030	1 1/4	1 1/4	F	0.338	8 5/8	2 7/8	2	2 3/4	1.7	10 3/4"
9035	1 1/4	1 1/2	G	0.554	9 5/8	3 1/8	2 3/8	3 3/8	2.4	11 5/8"
9040	1 1/2	1 1/2	G	0.554	9 7/8	3 3/8	2 3/8	3 3/8	2.5	11 5/8"
9045	1 1/2	2	H	0.863	10 5/8	3 5/8	2 3/4	4 1/8	3.2	13 3/8"
9050	2	2	H	0.863	11 1/8	4 1/8	2 3/4	4 1/8	3.4	13 3/8"
9055	2	2 1/2	J	1.414	13 5/8	4 1/4	3 3/8	4 7/8	6.4	15 1/8"
9060	2 1/2	2 1/2	J	1.414	13 7/8	4 1/2	3 3/8	4 7/8	6.6	15 1/8"
9105	1/2	.....	D	0.121	6 5/8	2 3/4	2	.....	0.8	8 1/4"
9110	3/4	.....	E	0.216	6 5/8	2 3/4	2	.....	0.9	8 1/4"
9115	1	.....	F	0.338	7	3	2 3/8	.....	1.1	8 5/8"
9120	1 1/4	.....	G	0.554	8 7/8	3 5/8	2 3/8	.....	1.3	10 3/4"
9125	1 1/2	.....	H	0.863	9 5/8	4	3 3/8	.....	3.4	11 5/8"
9130	2	.....	J	1.414	11 1/8	4 1/2	4 1/4	.....	6.8	13 3/8"

Capacidades para Aire/Vapor

SERIE 9000 Y 9100

CAPACIDAD	D			E			F			G			H			J																																						
	0.121 pulg ²									0.216 pulg ²									0.338 pulg ²									0.554 pulg ²									0.883 pulg ²									1.414 pulg ²								
	Presión de Aperto PSIG	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.	Libras por Hora Vapor 7% Ac.	Libras por Hora Vapor 10% Ac.	SCFM Aire 10% Ac.																										
5	59	110	39	178	198	70	275	308	110	450	504	179	703	780	280	1153	1289	459																																				
10	124	140	50	221	250	89	347	391	139	568	641	228	886	1001	356	1453	1640	584																																				
15	150	170	61	267	303	108	418	475	169	685	778	277	1069	1215	433	1752	1991	709																																				
20	175	200	71	312	357	127	489	558	199	802	916	326	1251	1429	509	2051	2342	834																																				
25	201	230	82	358	410	146	561	642	229	919	1053	375	1434	1644	585	2350	2663	959																																				
30	226	260	93	404	464	165	632	725	258	1036	1191	424	1616	1858	661	2650	3045	1084																																				
35	252	290	103	449	517	184	703	809	288	1152	1328	473	1799	2072	738	2949	3396	1209																																				
40	278	320	114	495	571	203	775	893	318	1269	1465	522	1981	2286	814	3248	3747	1334																																				
45	303	350	124	540	625	222	846	977	348	1386	1602	570	2164	2500	890	3547	4098	1459																																				
50	329	380	135	586	678	241	918	1061	378	1503	1739	619	2347	2714	966	3846	4449	1584																																				
55	354	410	146	631	732	260	989	1145	407	1620	1876	668	2529	2928	1042	4146	4800	1709																																				
60	386	440	157	677	785	279	1060	1229	437	1737	2014	717	2711	3142	1119	4445	5151	1834																																				
65	405	470	167	723	839	298	1132	1312	467	1854	2151	766	2894	3356	1195	4744	5503	1959																																				
70	431	500	178	768	892	317	1203	1396	497	1971	2289	815	3076	3570	1271	5043	5854	2084																																				
75	457	530	189	814	946	336	1274	1479	526	2088	2426	864	3259	3784	1347	5343	6205	2209																																				
80	482	560	199	860	1000	355	1346	1563	556	2205	2563	913	3441	3999	1424	5642	6556	2334																																				
85	508	590	210	905	1053	374	1417	1647	586	2322	2700	962	3624	4213	1500	5941	6907	2459																																				
90	533	620	221	950	1106	393	1489	1731	616	2439	2837	1010	3806	4427	1576	6240	7258	2584																																				
95	559	650	232	996	1159	412	1560	1815	646	2556	2974	1059	3989	4641	1652	6540	7609	2709																																				
100	586	680	242	1042	1212	431	1631	1899	675	2673	3111	1108	4171	4855	1728	6839	7960	2834																																				
105	610	710	253	1087	1265	450	1703	1983	705	2790	3248	1157	4354	5069	1804	7138	8311	2959																																				
110	636	740	264	1133	1319	469	1774	2067	735	2907	3385	1206	4536	5283	1881	7437	8662	3084																																				
115	661	770	274	1178	1372	488	1845	2151	765	3024	3522	1255	4719	5497	1957	7736	9013	3209																																				
120	687	800	285	1224	1425	507	1917	2235	794	3141	3660	1304	4901	5711	2033	8036	9365	3334																																				
125	712	830	295	1269	1479	526	1988	2318	824	3258	3797	1353	5084	5925	2109	8335	9716	3459																																				
130	738	860	306	1315	1532	545	2060	2402	854	3375	3935	1402	5266	6140	2186	8634	10067	3584																																				
135	764	890	317	1361	1586	564	2131	2486	884	3492	4072	1451	5449	6354	2262	8933	10418	3709																																				
140	789	920	328	1406	1640	583	2202	2569	914	3608	4209	1499	5632	6568	2338	9233	10769	3834																																				
145	815	950	339	1452	1694	602	2273	2653	944	3725	4346	1548	5814	6782	2414	9532	11120	3959																																				
150	840	980	349	1497	1747	621	2345	2736	973	3842	4483	1597	5997	6996	2491	9831	11471	4084																																				
160	891	1040	370	1588	1853	659	2488	2904	1033	4076	4757	1695	6362	7424	2643	10430	12173	4334																																				
170	943	1100	391	1680	1961	697	2631	3071	1092	4310	5032	1793	6727	7832	2796	11028	12875	4584																																				
180	994	1160	413	1771	2068	735	2773	3239	1152	4544	5306	1890	7092	8281	2948	11627	13578	4834																																				
190	1045	1220	434	1862	2174	774	2916	3406	1211	4778	5581	1988	7457	8709	3100	12225	14280	5084																																				
200	1096	1280	455	1953	2282	812	3059	3574	1271	5012	5855	2086	7822	9138	3253	12824	14982	5334																																				
210	1147	1340	477	2044	2389	850	3202	3642	1332	5246	6130	2184	8187	9566	3405	13422	15684	5584																																				
220	1198	1400	498	2135	2496	889	3344	3809	1392	5480	6404	2281	8552	9994	3558	14021	16386	5834																																				
230	1249	1460	520	2226	2603	927	3487	4077	1451	5714	6678	2379	8917	10423	3710	14619	17088	6084																																				
240	1301	1520	542	2318	2710	965	3630	4244	1511	5948	6953	2477	9282	10851	3862	15218	17790	6334																																				
250	1352	1580	563	2409	2816	1002	3773	4411	1570	6181	7227	2575	9647	11279	4015	15816	18492	6584																																				
260	1403	1640	585	2500	2924	1040	3916	4579	1630	6415	7501	2673	10012	11707	4167	16418	19194	6834																																				
270	1454	1700	606	2591	3032	1077	4059	4747	1689	6649	7775	2770	10377	12135	4320	17016	19896	7084																																				
280	1505	1760	628	2682	3140	1115	4201	4915	1749	6883	8049	2868	10742	12563	4472	17614	20598	7334																																				
290	1556	1820	649	2773	3248	1152	4344	5083	1808	7117	8323	2966	11107	12991	4625	18212	21300	7584																																				
300	1607	1880	671	2865	3356	1190	4487	5251	1868	7351	8597	3065	11472	13419	4777	18810	22002	7834																																				
Incremento en Pulm	4.9	6	2.2	9.2	10.8	3.8	14.2	16.8	6	23.4	27.4	9.8	36.6	43	15.2	60	70.2	25																																				

SCFM Pies cúbicos por minuto
 Ac Acumulación
 PSIG Libra por pulgada cuadrada (MANOMETRICAS)

TRAMPAS DE VAPOR

Cuando la energía del vapor se utiliza en intercambiadores de calor, o en cualquier aparato en donde sea necesario que el vapor ceda todo su calor latente, se acostumbra instalar una válvula automática que recibe el nombre de trampa de vapor. El objetivo es impedir la libre circulación de vapor reteniéndola hasta que se haya condensado; el vapor condensado se va acumulando en la trampa y al llegar a determinado volumen ocupado en la misma, ésta lo deja escapar. En esta forma puede recuperarse agua suave y caliente para llevarse al sistema de retorno de condensados de donde nuevamente lo toma la bomba de alimentación de agua a la caldera.

Una trampa de vapor es una válvula automática, que realiza las funciones siguientes:

- A) No permitir el escape del vapor
- B) Drenar el condensado formado
- C) Eliminar el aire y los gases incondensables

Las fallas más comunes son:

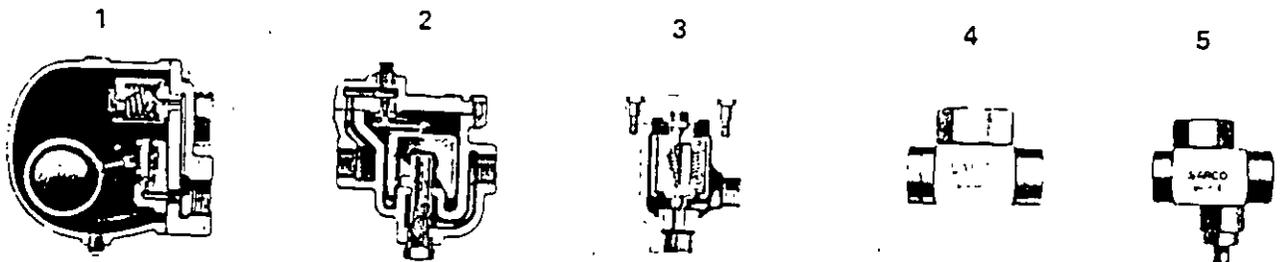
- A) Usar una trampa de tamaño inadecuado
- B) Usar un tipo de trampa no adecuado
- C) Suciedad presente en el vapor y/o condensado

Básicamente las trampas son de tres tipos:

A) Trampas termodinámicas
Son válvulas cíclicas

B) Trampas termostáticas
Son aquellas que funcionan detectando la diferencia de temperatura entre el vapor caliente y el vapor que se ha enfriado, mejor dicho, que se ha condensado, son de tipo fuelle o de tipo bimetálico.

C) Trampas mecánicas
Son aquellas que funcionan detectando las diferencias de densidad que existen entre el vapor y el condensado. Entre ellas, podemos señalar a las trampas combinadas de flotador termostáticas y a las trampas de cubeta invertida.



- 1.- Trampa para Vapor de Flotador y Termostato
- 2.- Trampa para Vapor de Cubeta Invertida
- 3.- Trampa para Vapor Termostáticas
- 4.- Trampa para Vapor Termodinámicas
- 5.- Trampa para Vapor Termodinámicas con Filtro Integrado

CONTROL DE COMBUSTION

El control de combustión es un dispositivo electrónico vertebral, que dentro de un marco de seguridad, programa una secuencia lógica de ciclos encendiendo y apagando la caldera; siempre apoyado y activado por un importante sen-

sor y su correspondiente amplificador que en caso de falla de flama, desactiva el quemador.

Los fabricantes de calderas utilizan prestigias marcas y según el tamaño de caldera y tipo de combustible, incorporan las siguientes marcas y modelos.

FABRICANTES

HONEYWELL					
Tipo de Quemador Combustible	Una o dos Flamas		Modulante		
	Diesel	Gas	Diesel Combustóleo	Gas	Combustóleo
Control	RA890F	RA890G	R4140L	R4140G	R4140G
Base	Q270A	Q270A	Q520A	Q520A	Q520A
Fotocelda	C7013A	C7013A	C7015A	C7027A	C7027A
Amplificador	Intergrado	Integrado	R7248A	R7249A	R7249A

FIREYE		
Tipo de Quemador Combustible	Una o dos Flamas Diesel y Gas	Modulante Combustóleo Gas
Control	Tipo 29RF5 Modelo 6015	Tipo 26RJ8 Modelo 6018
Base	-----	-----
Fotocelda	48 PT1	48 PT1
Amplificador	Intergrado	Integrado

CONTROL DE FLAMAS			
Tipo de Quemador Combustible	Una o dos Flamas		Modulante
	Diesel	Gas	
Control	TAC89RA	TAC89RA	No lo fabrica
Base	Integrada	Integrada	-----
Fotocelda	IC-515	IC-2200	-----
Amplificador	DFA-15	DFV-30	-----

Para la selección del tipo de control se toma en cuenta:

La cantidad de combustible a quemar (una o dos flamas, o modulante) y el tipo de combustible con el cual va a trabajar (diesel, gas, combustóleo y sus combinaciones).

Ejemplo: Anteriormente para calderas que tenían quemador de una o dos flamas de diesel y/o gas, se utilizaban los de la marca: Fireye tipo 29RF5 Modelo 6015; y para quemadores de flama modulante se utilizaban los de la misma marca pero del tipo 26RJ8 modelos 6018 ó CB-1.

En la actualidad para quemadores de una o dos flamas se utilizan los Honeywell modelos RA890F (para diesel) ó RA890G (para gas), los modelos R4795A ó D que tienen pre-purga o de los de la marca Control de Flamas IC-TAC5415 que con sólo cambiar un módulo y fotocelda pueden trabajar con diesel o gas.

Para quemadores modulantes se

A continuación presentamos los digramas eléctricos de los Controles de flama que se utilizan comúnmente en las Calderas:

1.- Marca: Control de Flama		Modelo: IC-TAC-5415
2.- Marca: Honeywell		Modelo: RA890F o G
3.- Marca: Honeywell		Modelo: R4795A o D
4.- Marca: Fireye	Tipo 29RF5	Modelo: 6015
5.- Marca: Fireye	Tipo 26RJ8	Modelo: 6018
6.- Marca: Fireye	Tipo 26RJ8	Modelo: CB-1
7.- Marca: Honeywell		Modelo: CB-20
8.- Marca: Honeywell		Modelo: R4140G
9.- Marca: Honeywell		Modelo: R4140L
10.- Marca: Fireye		Modelo: EP300
11.- Marca: Honeywell		Modelo: CB-70
12.- Marca: Honeywell		Modelo: BC-7000

utilizan los Honeywell modelos CB-20, R4140G con fotocelda ultravioleta para gas, R4140L con fotocelda infrarroja para diesel y combustóleo; o los electrónicos modelos: CB-70, BC-7000 y el EP-300 de la marca Fireye.

Es muy importante saber la secuencia de operación del control de flama que se esté utilizando, ya que es la base para localizar cualquier falla de encendido en la caldera.

Existe una línea de controles de combustión, tanto en la marca FIREYE como en la HONEYWELL, totalmente computarizados, a base de microprocesadores con módulos intercambiables, que constituyen un elemento valiosísimo en la operación de calderas, pues en pantalla digital y en castellano, ilustra mensajes del proceso de encendido y diagnostica fallas. FIREYE tiene el tipo EP-162. Además proporciona Kits PFM-10 para adaptarlos mediante un simple enchufe a la base del tradicional tipo 26RJ8 modelo 6018. HONEYWELL tiene el BC7000 equivalente al CB-70 de CLEAVER BROOKS.

Programadores IC TAC 5415 CMR, BSR, BNR, ST1C y P12C:

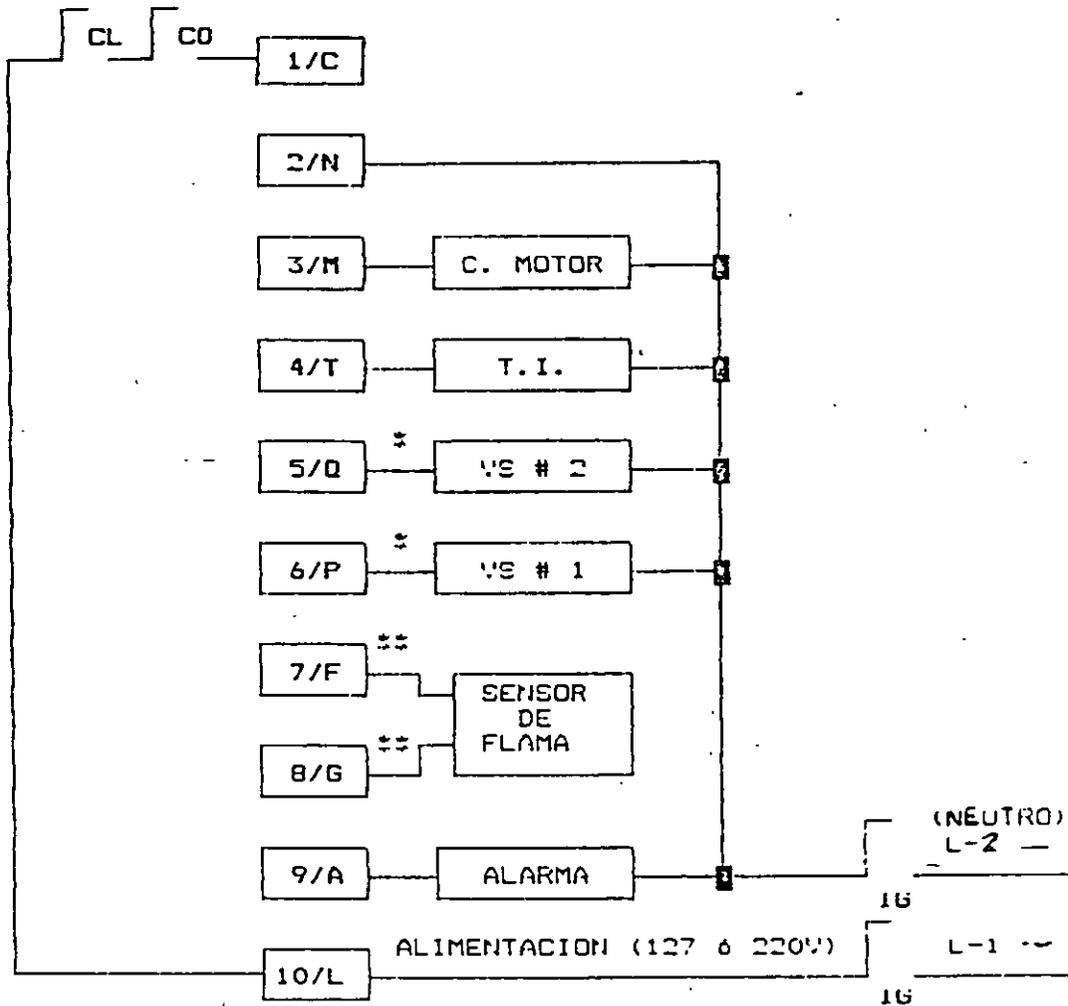


Diagrama eléctrico de alambado exterior

Notas:

Si se usa una sola válvula de solenoide, usar la #1 (VS #1).

Para protección del programador y de los controles CO y CL y del motor, usar un conector con protección térmica contra sobrecarga adecuado al motor que se esté usando.

* Es muy recomendable poner en serie con cada válvula de solenoide un contacto auxiliar normalmente abierto del contacto del motor.

** Para la instalación del SENSOR DE FLAMA ver la sección correspondiente.

CO = Control de Operación.

CL = Control Límite.

IG = Interruptor General del Sistema

C. Motor = Contactor del Motor.

T.I. = Transformador de Ignición.

VS#1 = Válvula de Solenoide #1 (Piloto)

VS#2 = Válvula de Solenoide #2 (Principal).

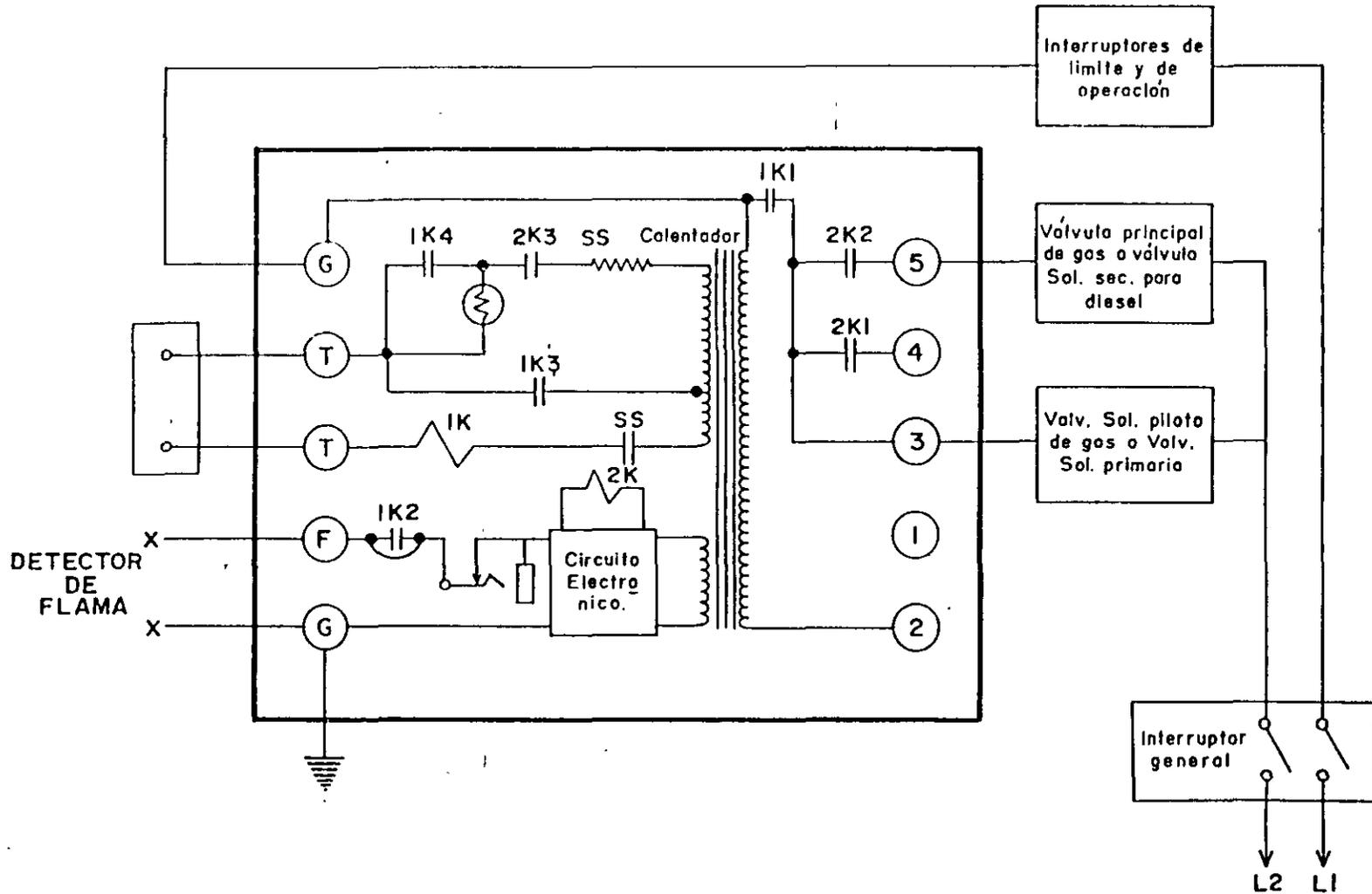
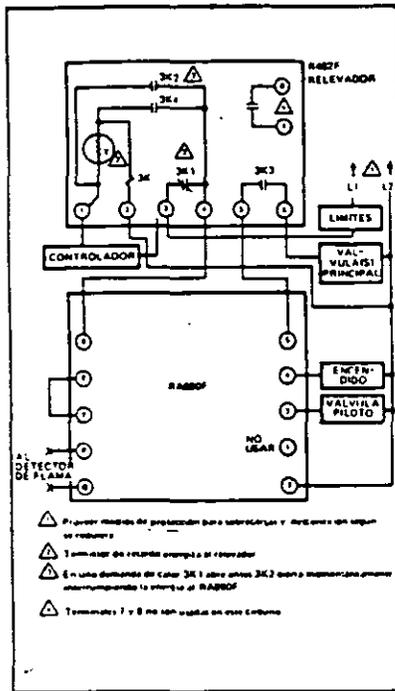


DIAGRAMA ESQUEMATICO INTERNO DEL PROTECTORELE RA890F

115 Volts



- CIRCUITO PARA USAR EL RA890F COMO SUPERVISOR DEL PILOTO DURANTE EL CICLO DE APAGADO.

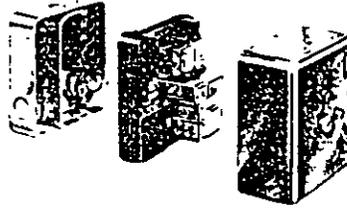
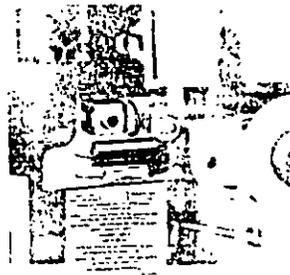


FIG. 7.- SUBBASE Q270A Y RA890F.



LOCALIZACION DEL PROTECTOR DE ARCO EN EL RA890F

OPERACION

FUNCIONAMIENTO NORMAL-RESUMEN

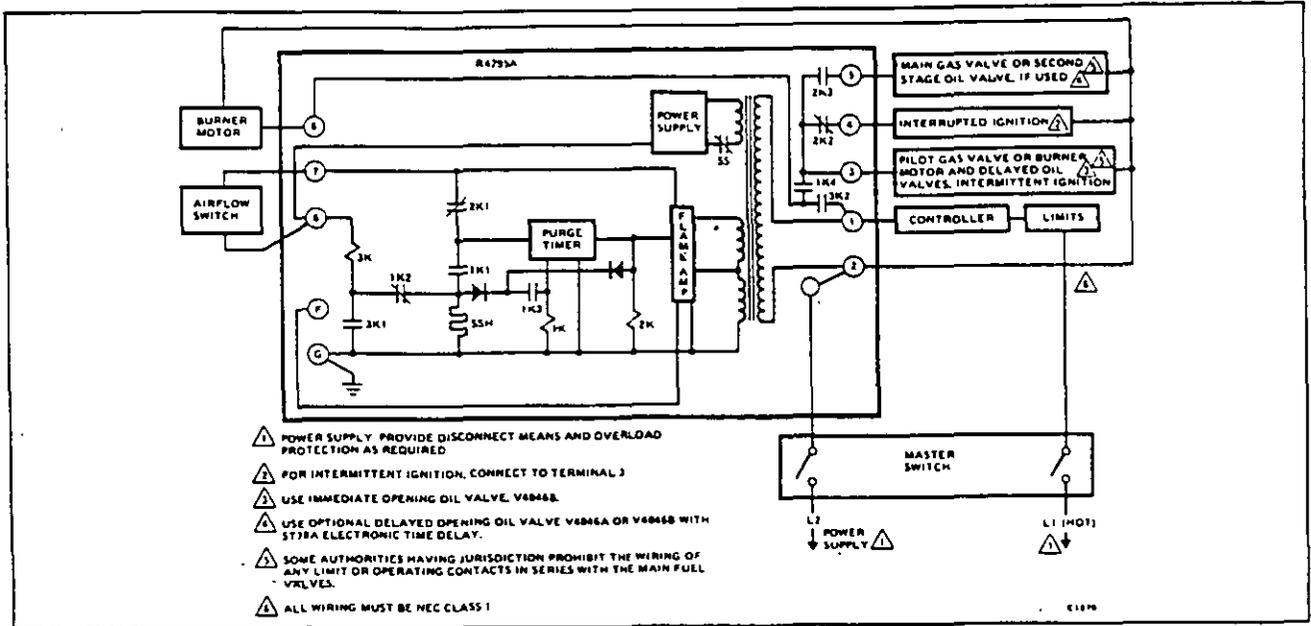
Referirse a la Fig. para esquemas internos de control

- 1 Demanda de Calor - El relevador de carga se energiza después de una pequeña demora (el relevador de flama debe estar desenergizado). Empieza el encendido la valvula piloto o motor del quemador se energiza. Se calienta el switch de seguridad.
- 2 Prueba de Flama - El relevador de flama se energiza, el calentador del switch de seguridad se desconecta, la valvula principal se energiza. Se corta el encendido (si se usa encendido interrumpido).

- 3 Se satisface la Demanda de Calor - El relevador de carga se desenergiza, la valvula de combustible se cierra, el motor del quemador se para, y el relevador de flama se desenergiza.

NOTA: La entrada del relevador de carga es retardada por un termistor, con un retardo de tiempo nominal de 3 a 5 Seg. El termistor es afectado por la temperatura ambiente y el tiempo de retraso puede ser tan corto como 2 Seg. cuando la temperatura está alta y tan largo como 30 Seg. cuando la temperatura está baja. Mientras el termistor se calienta, el relevador 1K puede zumbar levemente antes de que entre. Esto es normal.

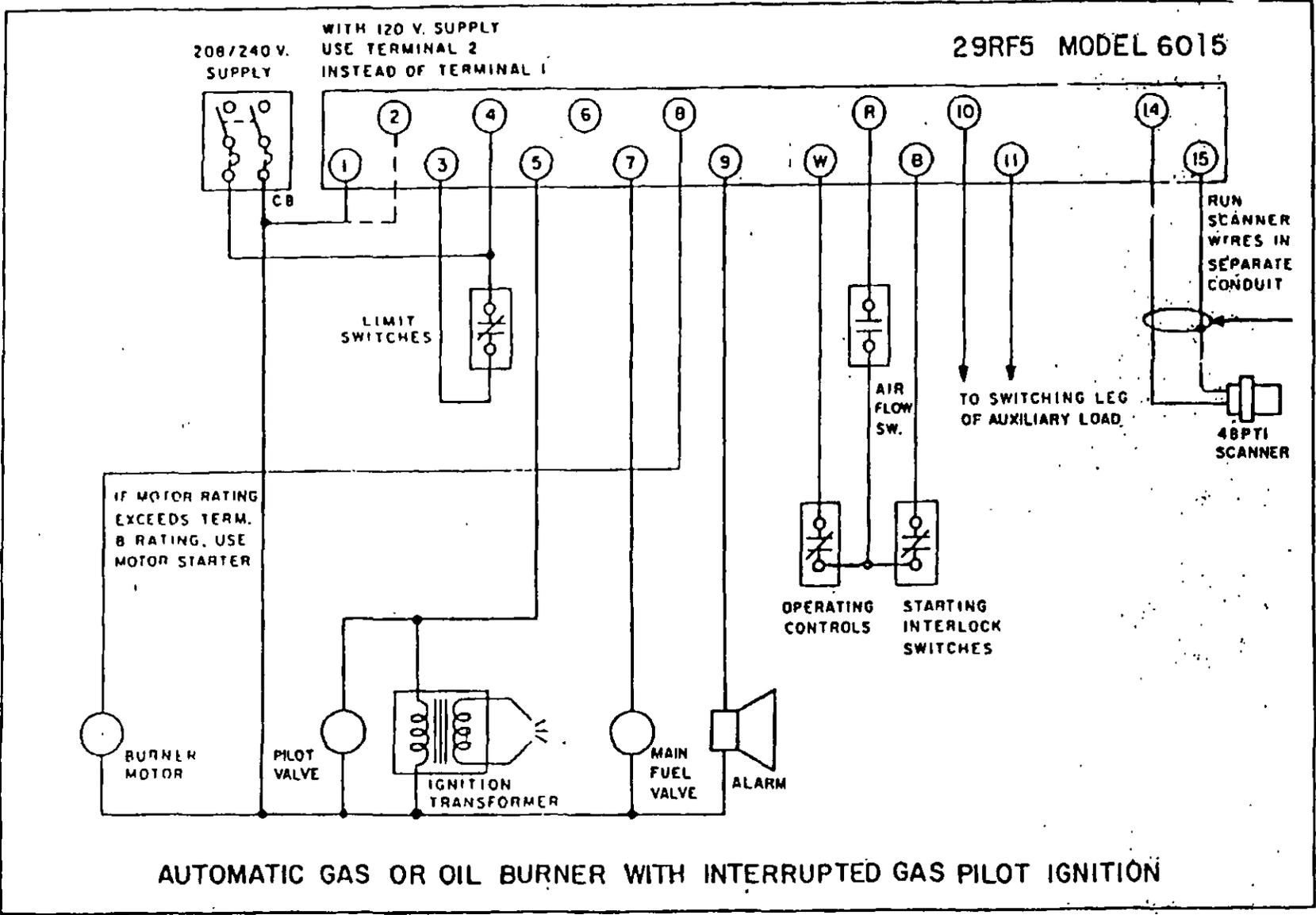
R4795A

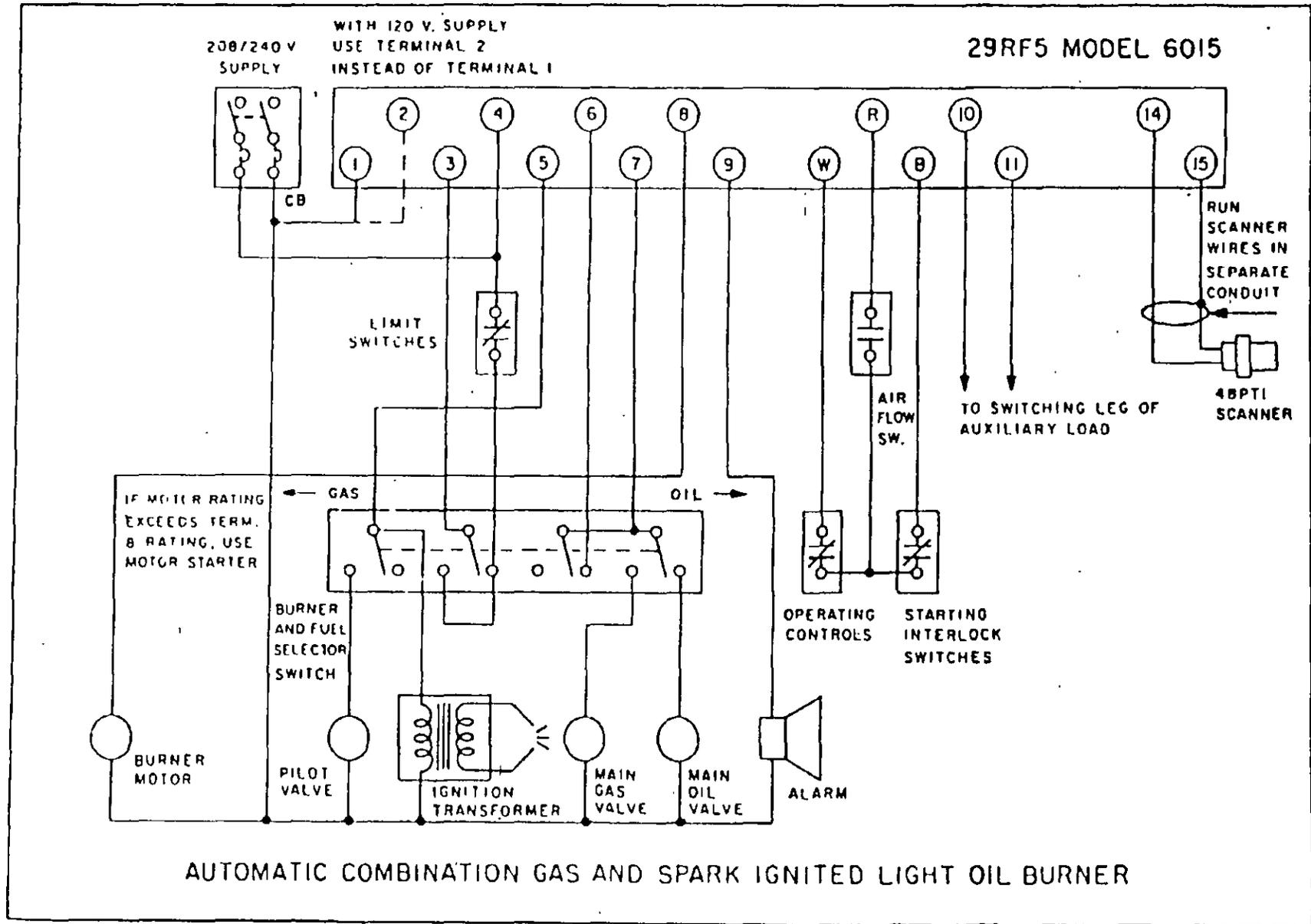


- ⚠ POWER SUPPLY PROVIDE DISCONNECT MEANS AND OVERLOAD PROTECTION AS REQUIRED
- ⚠ FOR INTERMITTENT IGNITION, CONNECT TO TERMINAL 3
- ⚠ USE IMMEDIATE OPENING OIL VALVE V08468
- ⚠ USE OPTIONAL DELAYED OPENING OIL VALVE V0846A OR V0846B WITH ST378A ELECTRONIC TIME DELAY.
- ⚠ SOME AUTHORITIES HAVING JURISDICTION PROHIBIT THE WIRING OF ANY LIMIT OR OPERATING CONTACTS IN SERIES WITH THE MAIN FULL VALVES.
- ⚠ ALL WIRING MUST BE NEC CLASS 1

E1079

R4795D

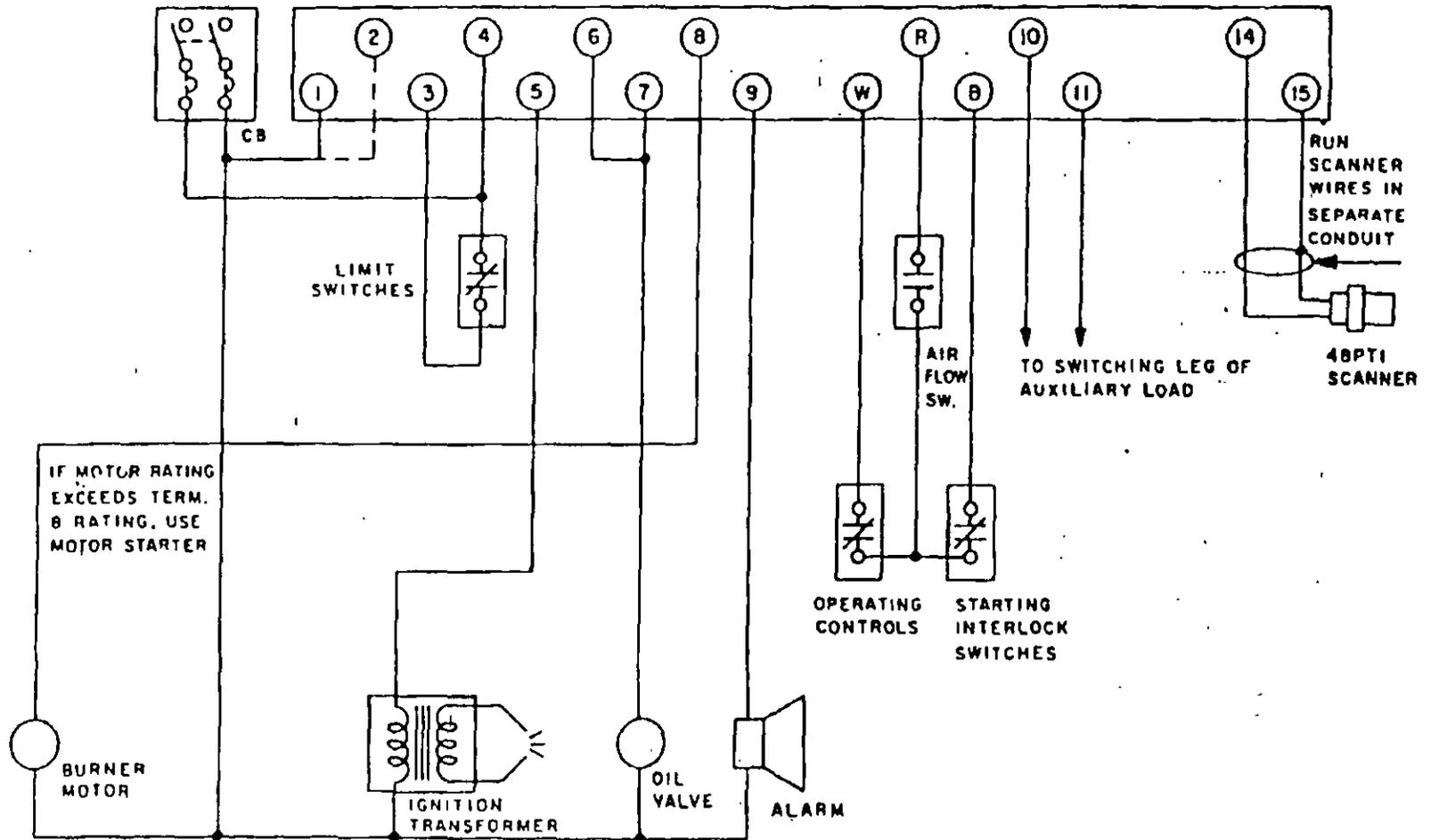




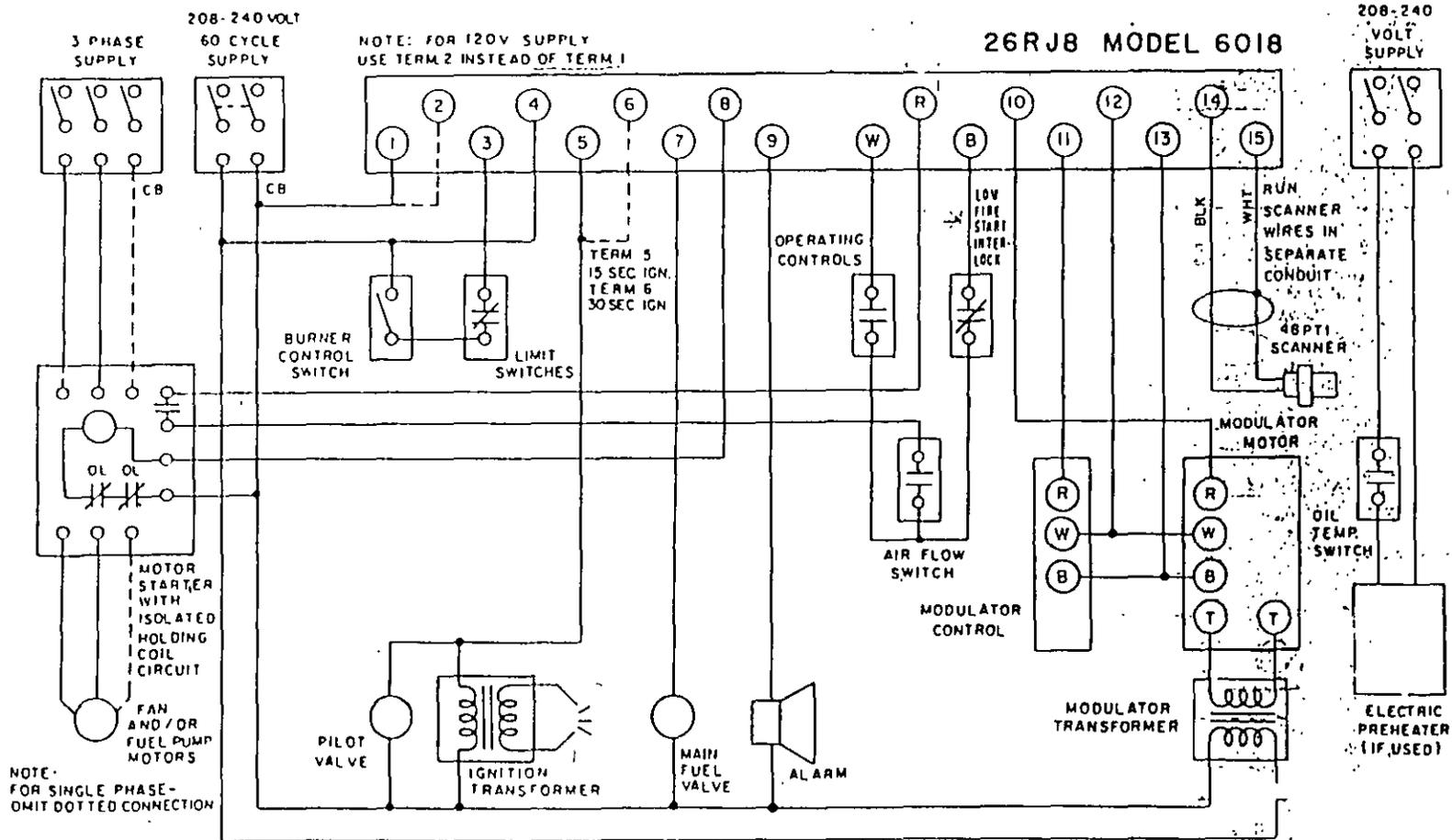
208/240 V.
SUPPLY

WITH 120 V SUPPLY
USE TERMINAL 2
INSTEAD OF TERMINAL 1

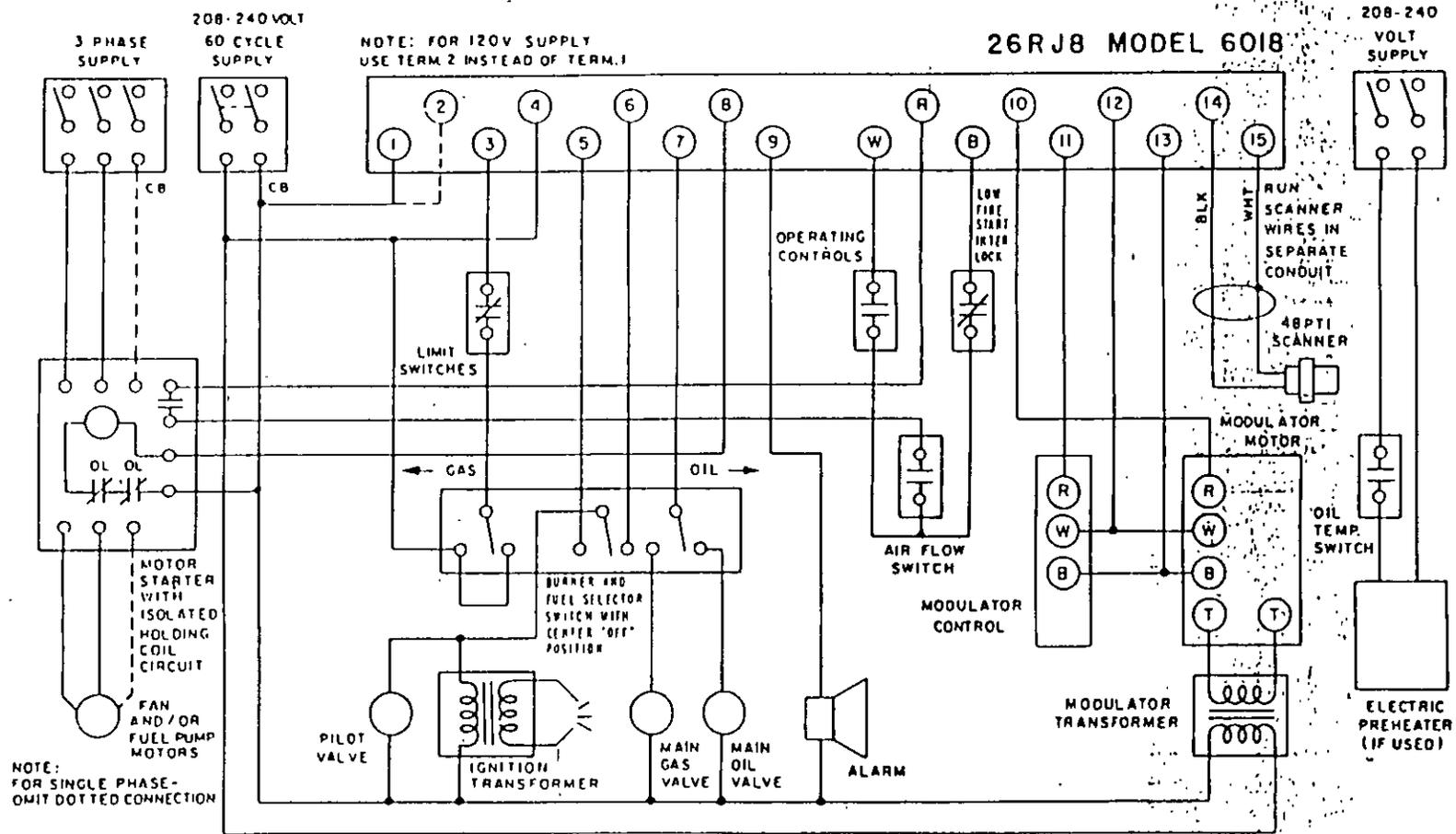
29RF5 MODEL 6015



AUTOMATIC LIGHT OIL BURNER WITH INTERRUPTED SPARK IGNITION

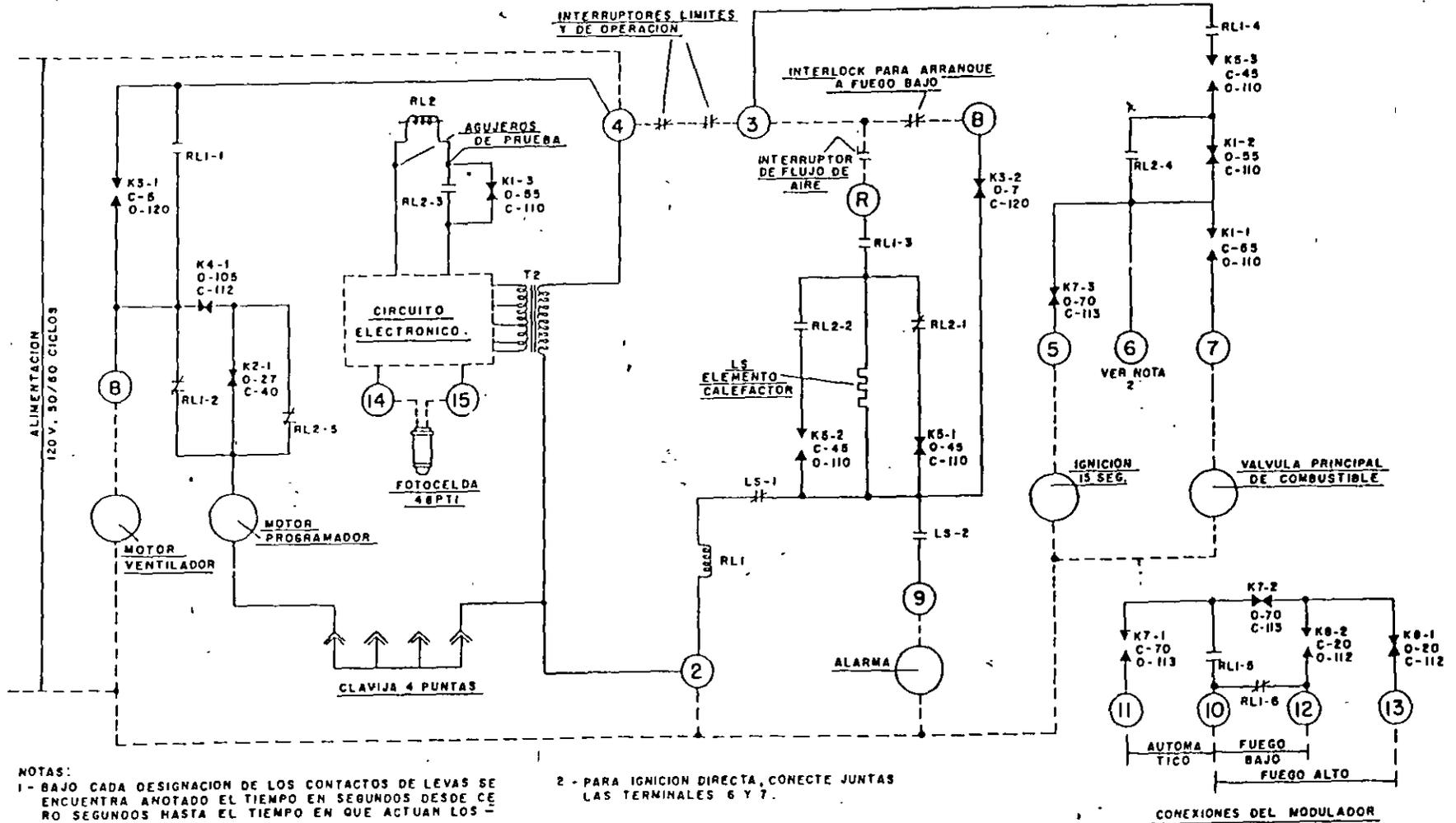


AUTOMATIC GAS OR OIL BURNER - GAS ELECTRIC PILOT - WITH BURNER MODULATION



AUTOMATIC GAS/OIL COMBINATION BURNER - GAS ELECTRIC PILOT - WITH BURNER MODULATION

CIRCUITO ESQUEMATICO TIPO 26RJ8 MODELO CB-1



NOTAS:
 1- BAJO CADA DESIGNACION DE LOS CONTACTOS DE LEVAS SE ENCUENTRA ANOTADO EL TIEMPO EN SEGUNDOS DESDE CERO SEGUNDOS HASTA EL TIEMPO EN QUE ACTUAN LOS CONTACTOS.

EJEMPLO:

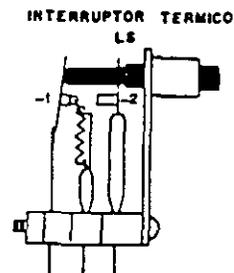
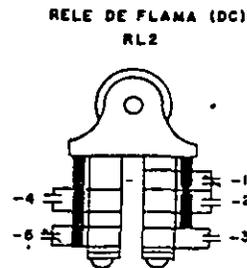
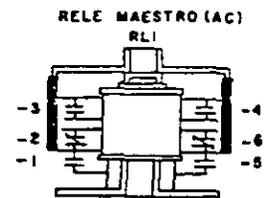
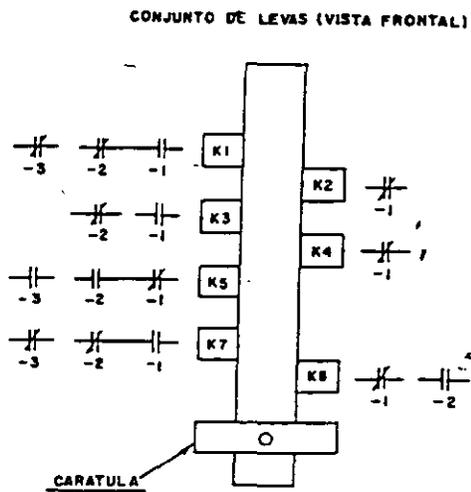
K1-2
 O-55
 C-110

K1-2 SE ENCUENTRA CERRADO AL COMIENZO DEL CICLO.
 O-55 ABRE A LOS 55 SEGUNDOS.
 C-110 CIERRA A LOS 110 SEGUNDOS.

2 - PARA IGNICION DIRECTA, CONECTE JUNTAS LAS TERMINALES 6 Y 7.

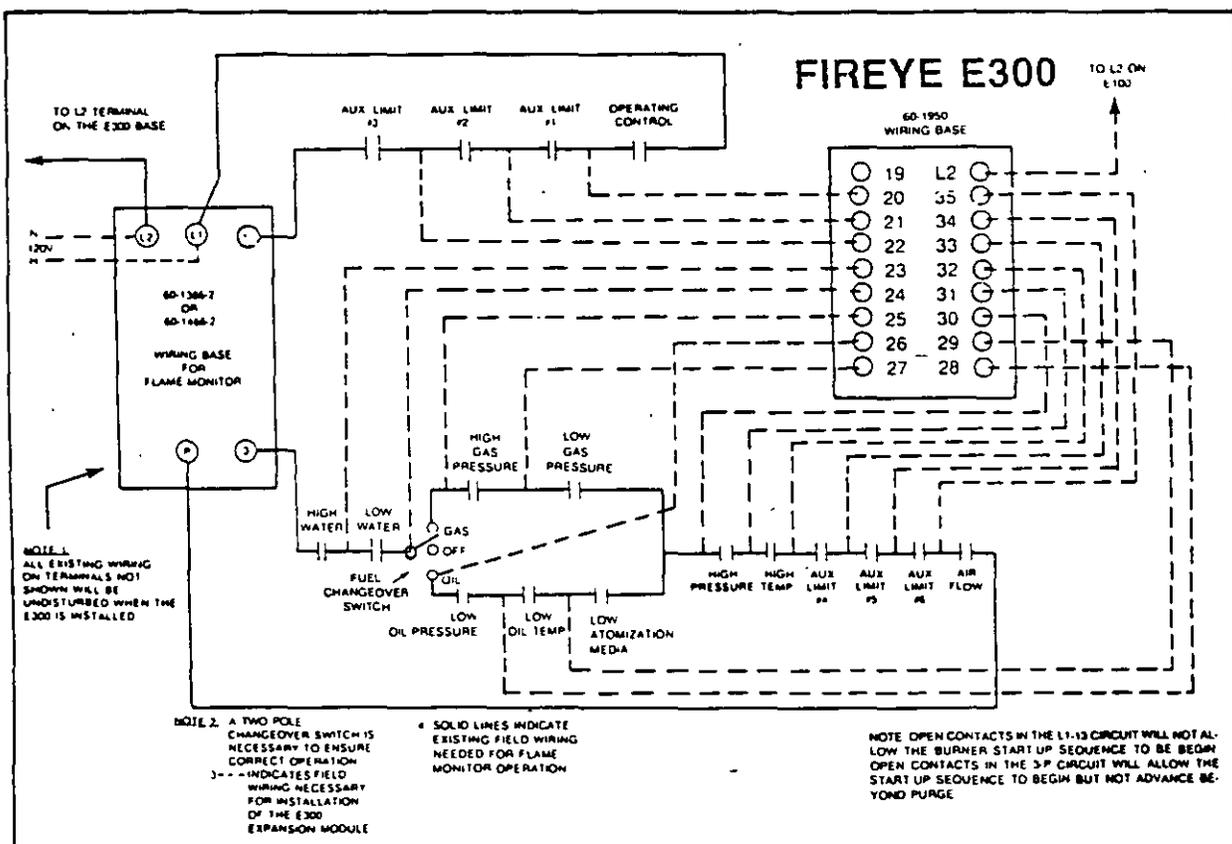
CONEXIONES DEL MODULADOR

———— ALAMBRADO INTERNO DEL CONTROL.
 - - - - ALAMBRADO EXTERNO.



TIPO 26RJ8 MODELO CB-1

IDENTIFICACION DE LEVAS, CONTACTOS Y RELES

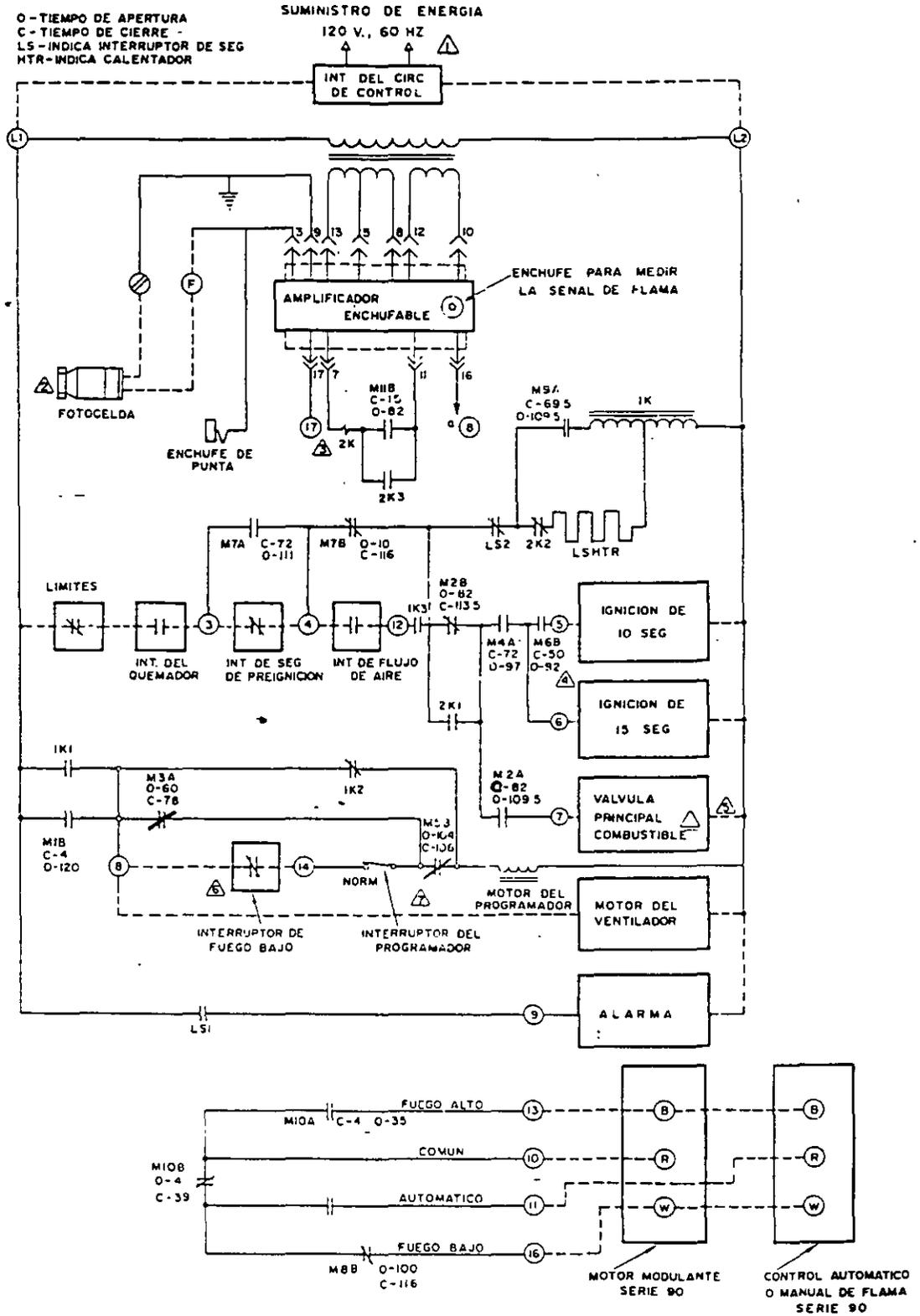


TERMINAL

- | | | | |
|----------|--|----|--------------------|
| 23 | HIGH WATER | 31 | HIGH PRESSURE |
| 24 | LOW WATER | 32 | HIGH TEMPERATURE |
| 25, 26 | NO FUEL SELECTED | 33 | AUXILIARY LIMIT #4 |
| 27, (28) | HIGH GAS PRESSURE (LOW OIL PRESSURE) | 34 | AUXILIARY LIMIT #5 |
| 30, (29) | LOW GAS PRESSURE (LOW OIL TEMPERATURE) | 35 | AUXILIARY LIMIT #6 |
| 30 | LOW ATOMIZING MEDIA | P | AIR FLOW |

DIAGRAMA INTERNO DEL PROGRAMADOR C B 20

O - TIEMPO DE APERTURA
 C - TIEMPO DE CIERRE
 LS - INDICA INTERRUPTOR DE SEG
 MTR - INDICA CALENTADOR



———— INDICA ALAMBRADO INTERNO
 - - - - - INDICA ALAMBRADO EXTERNO

LA LETRA O ó LA LETRA A SUBRAYADAS INDICAN ACCION RAPIDA DEL CONTACTO

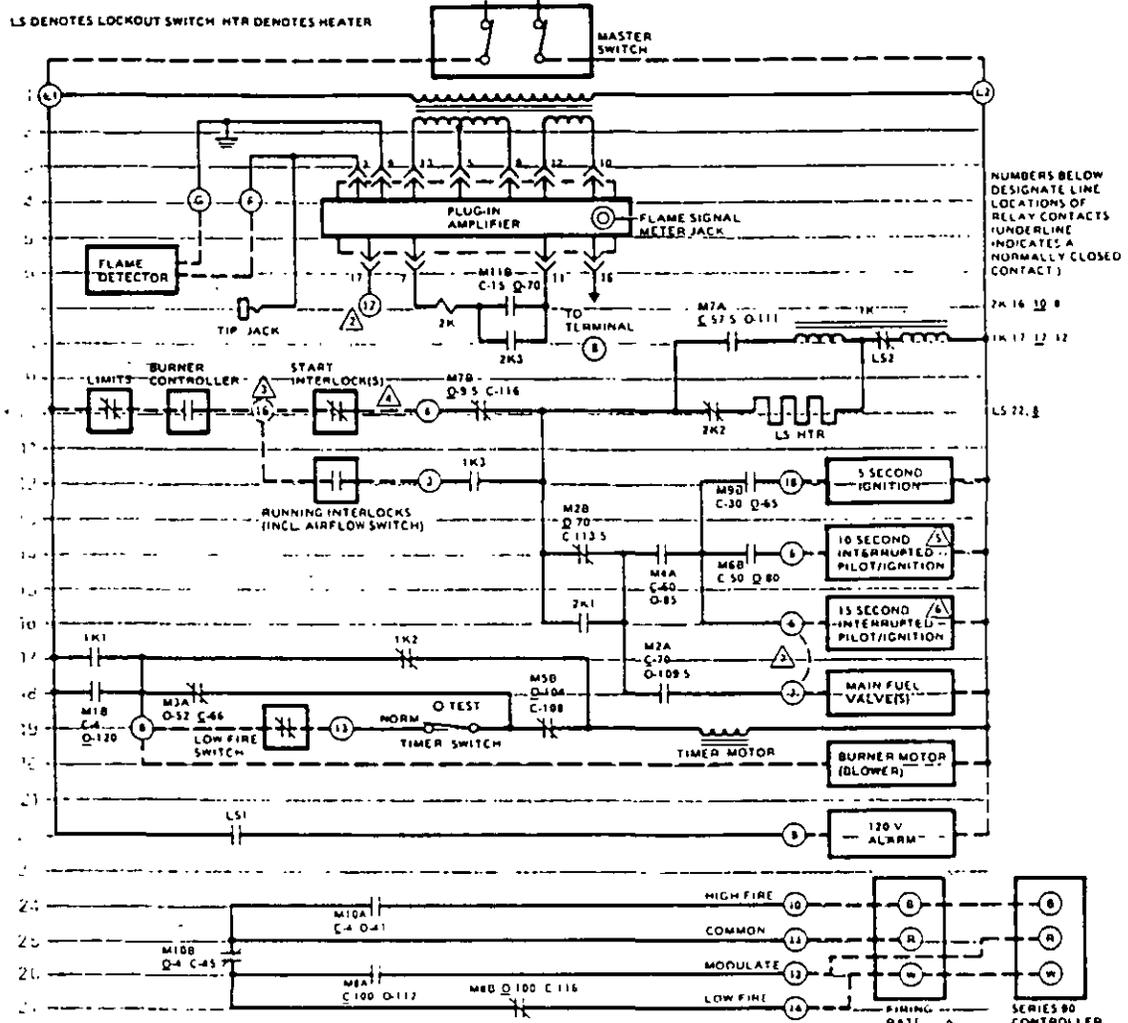
**R4140G1130/G1148 SCHEMATIC
(WITH/WITHOUT HEAVY DUTY COVER)**

120 V, 60 Hz POWER SUPPLY
L1 (HOT) L2

— O— OPENING TIME — INTERNAL — DASHED — EXTERNAL —

UNDERLINED O OR C DENOTES SNAP ACTION OF CONTACT
"A" TIMER CONTACTS SNAP CLOSED "B" TIMER CONTACTS SNAP OPEN

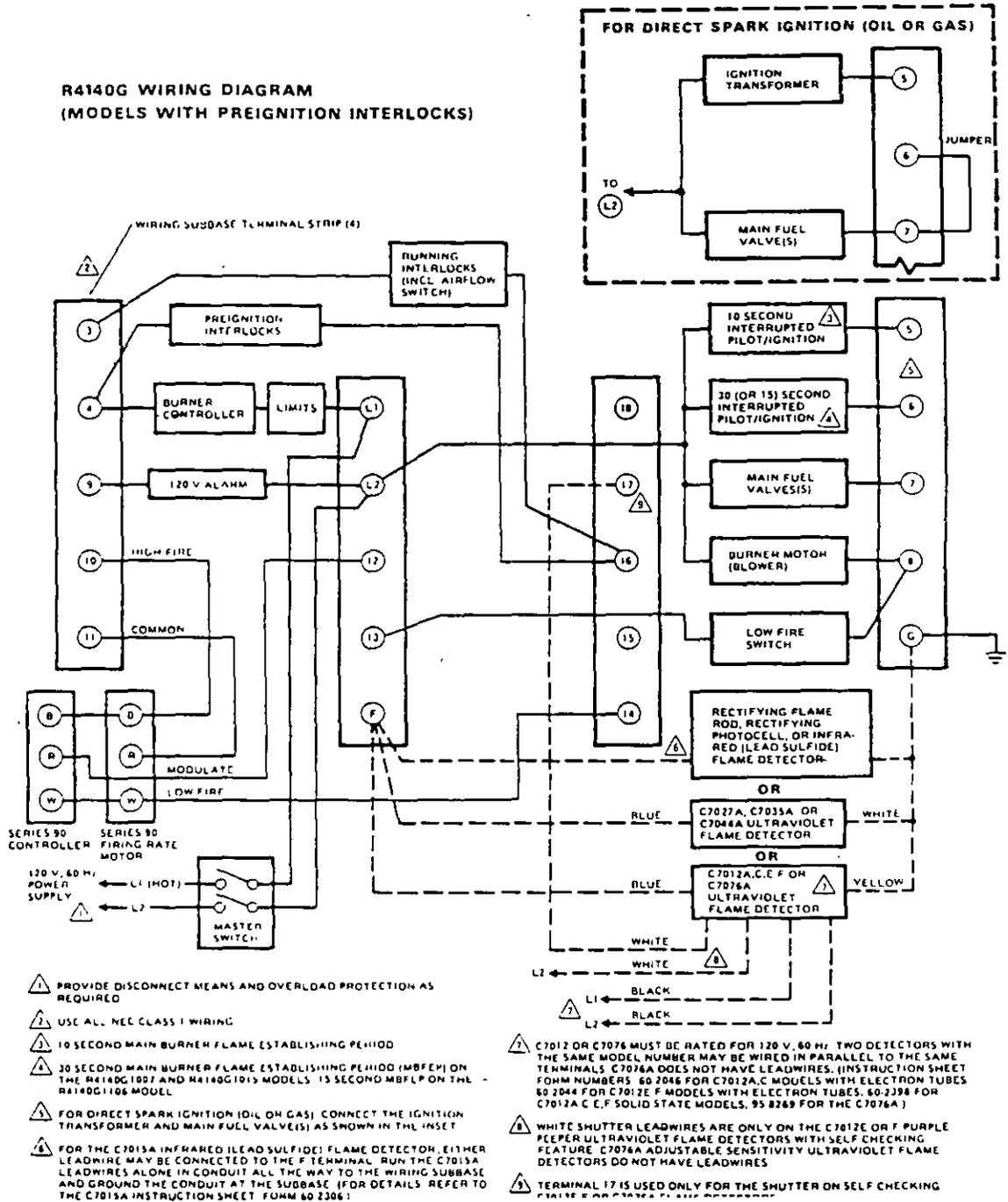
LS DENOTES LOCKOUT SWITCH HTR DENOTES HEATER



- △ PROVIDE DISCONNECT MEANS AND OVERLOAD PROTECTION AS REQUIRED
- △ TERMINAL 17 IS USED ONLY TO DRIVE THE SHUTTER ON A C7012C OR F OR A C7076A ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR WITH SELF-CHECKING FEATURE. POWER TO DRIVE THE SHUTTER IS APPLIED TO TERMINAL 17 FROM TERMINAL B THROUGH A SOLID STATE SWITCH IN THE R7247C OR R7476A DYNAMIC SELF CHECK AMPLIFIER. REFER TO SAMPLE BLOCK DIAGRAM OF FIELD WIRING.
- △ TERMINAL 16 ON THE WIRING SUBBASE ONLY IS USED AS A TIE POINT.
- △ IF START INTERLOCK(S) IS NOT USED, A JUMPER IS INSTALLED BETWEEN TERMINALS 16 AND 4 ON THE WIRING SUBBASE.

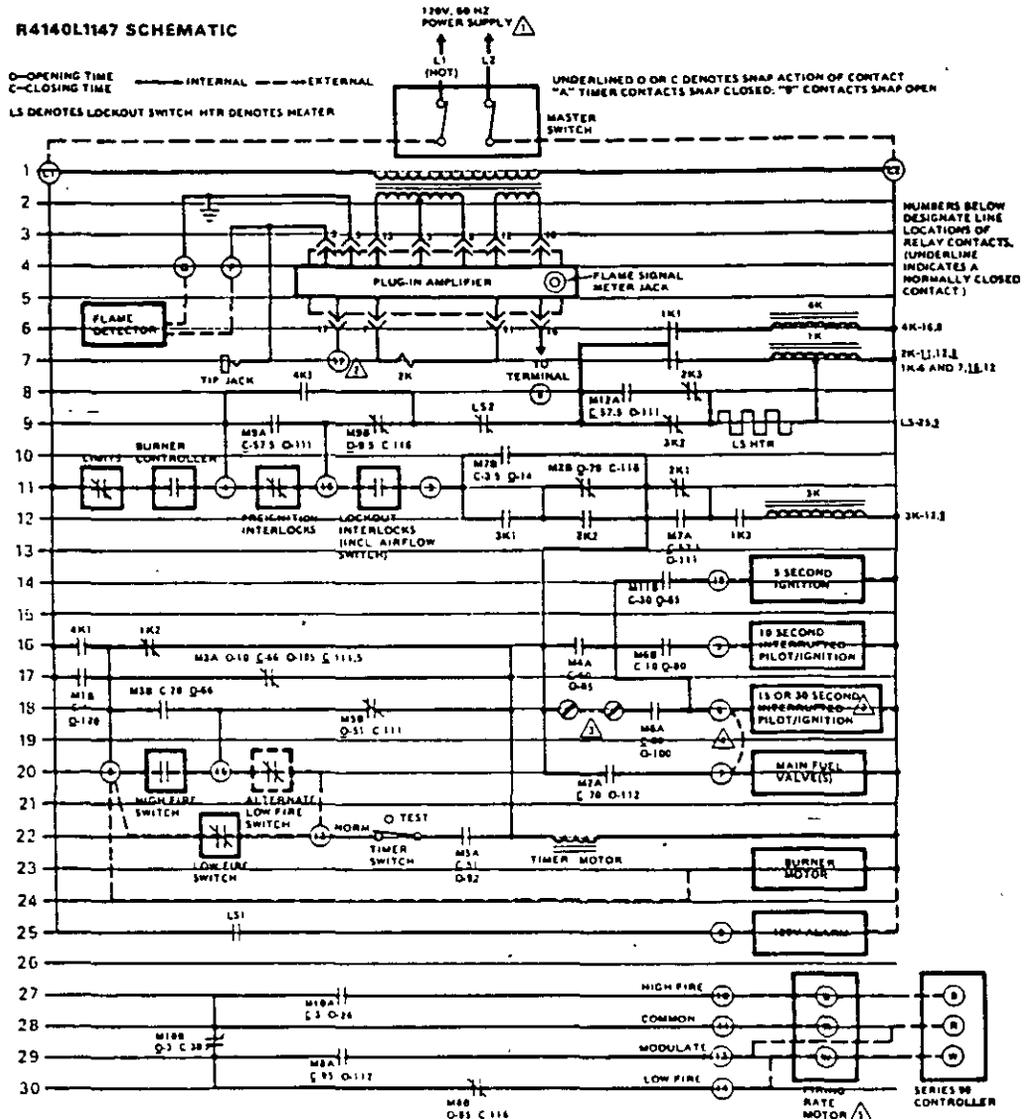
- △ 10 SECOND MAIN BURNER FLAME ESTABLISHING PERIOD
- △ 15 SECOND MAIN BURNER FLAME ESTABLISHING PERIOD
- △ FOR DIRECT SPARK IGNITION (OIL OR GAS) A JUMPER IS INSTALLED BETWEEN TERMINALS 6 AND 7. REFER TO SAMPLE BLOCK DIAGRAM OF FIELD WIRING FOR HOOKUP.
- △ USE A SERIES 90 MODULATING MOTOR, SUCH AS AN M941, IF MODULATION IS REQUIRED.

**R4140G WIRING DIAGRAM
(MODELS WITH PREIGNITION INTERLOCKS)**



- ⚠ PROVIDE DISCONNECT MEANS AND OVERLOAD PROTECTION AS REQUIRED
- ⚠ USE ALL NEC CLASS I WIRING
- ⚠ 10 SECOND MAIN BURNER FLAME ESTABLISHING PERIOD
- ⚠ 30 SECOND MAIN BURNER FLAME ESTABLISHING PERIOD (MBFEP) ON THE R4140G, 1071 AND R4140G1015 MODELS; 15 SECOND MBFEP ON THE R4140G1106 MODEL
- ⚠ FOR DIRECT SPARK IGNITION (OIL OR GAS) CONNECT THE IGNITION TRANSFORMER AND MAIN FUEL VALVE(S) AS SHOWN IN THE INSET
- ⚠ FOR THE C7015A INFRARED (LEAD SULFIDE) FLAME DETECTOR, EITHER LEADWIRE MAY BE CONNECTED TO THE F TERMINAL. RUN THE C7015A LEADWIRES ALONE IN CONDUIT ALL THE WAY TO THE WIRING SUBBASE AND GROUND THE CONDUIT AT THE SUBBASE. (FOR DETAILS REFER TO THE C7015A INSTRUCTION SHEET FORM 60 2306)
- ⚠ C7012 OR C7076 MUST BE RATED FOR 120 V, 60 HZ. TWO DETECTORS WITH THE SAME MODEL NUMBER MAY BE WIRED IN PARALLEL TO THE SAME TERMINALS. C7076A DOES NOT HAVE LEADWIRES. (INSTRUCTION SHEET FORM NUMBERS: 60 2086 FOR C7012A,C MODELS WITH ELECTRON TUBES; 60 2044 FOR C7012E F MODELS WITH ELECTRON TUBES; 60-2384 FOR C7012A,C,E,F SOLID STATE MODELS; 95 8269 FOR THE C7076A)
- ⚠ WHITE SHUTTER LEADWIRES ARE ONLY ON THE C7012E OR F PURPLE PLEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTORS WITH SELF CHECKING FEATURE. C7076A ADJUSTABLE SENSITIVITY ULTRAVIOLET FLAME DETECTORS DO NOT HAVE LEADWIRES.
- ⚠ TERMINAL 17 IS USED ONLY FOR THE SHUTTER ON SELF CHECKING FLAME DETECTORS.

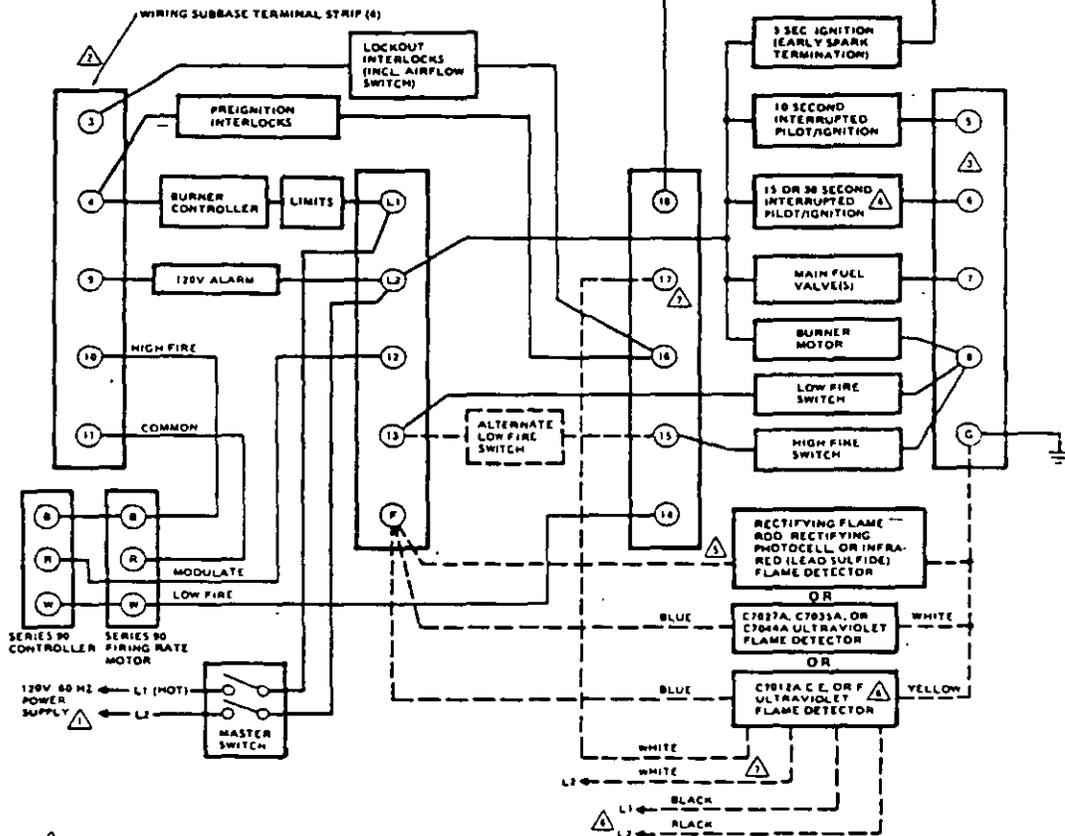
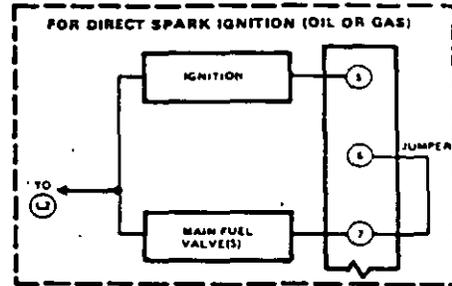
R4140L1147 SCHEMATIC



- △ PROVIDE DISCONNECT MEANS AND OVERLOAD PROTECTION AS REQUIRED
- △ TERMINAL 17 IS USED ONLY TO DRIVE THE SHUTTER ON A C7012E OR F PURPLE PEPPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTOR WITH SELF-CHECKING FEATURE. POWER TO DRIVE THE SHUTTER IS APPLIED TO TERMINAL 17 FROM TERMINAL 8 THROUGH A SOLID STATE SWITCH IN THE R317C DYNAMIC SELF-CHECK AMPLIFIER. REFER TO SAMPLE BLOCK DIAGRAM OF FIELD WIRING
- △ A JUMPER IS INSTALLED ON BACK OF PROGRAMMER TO OBTAIN 30 SECOND INTERRUPTED PILOT/IGNITION AT TERMINAL 6 WITHOUT JUMPER IT IS 15 SECONDS

- △ FOR DIRECT SPARK IGNITION (OIL OR GAS) A JUMPER IS INSTALLED BETWEEN TERMINALS 6 AND 7. REFER TO SAMPLE BLOCK DIAGRAM OF FIELD WIRING FOR HOOKUP
- △ USE A SERIES 90 MODULATING MOTOR, SUCH AS AN M941 IF MODULATION IS REQUIRED

R4140L1147 WIRING DIAGRAM



⚠ PROVIDE DISCONNECT MEANS AND OVERLOAD PROTECTION AS REQUIRED

⚠ USE ALL NEC CLASS 1 WIRING

⚠ FOR DIRECT SPARK IGNITION (OIL OR GAS) CONNECT IGNITION TO TERMINAL 3 AND MAIN FUEL VALVES TO TERMINAL 7. JUMPER TERMINAL 7 TO TERMINAL 6. SEE INSET.

⚠ FOR 30 SECOND INTERRUPTED PILOT/IGNITION INSTALL JUMPER (INCLUDED IN 487482V BAG ASSEMBLY) ON BACK OF PROGRAMMER BETWEEN SCREW TERMINALS LABELED "JUMPER TO EXTEND MAIN IGNITION".

⚠ FOR THE C7815A INFRARED (LEAD SULFIDE) FLAME DETECTOR EITHER LEADWIRE MAY BE CONNECTED TO THE F TERMINAL. RUN THE C7815A LEADWIRES ALONE IN CONDUIT ALL THE WAY TO THE WIRING SUBBASE AND GROUND THE CONDUIT AT THE SUBBASE. (FOR DETAILS, REFER TO THE C7815A INSTRUCTION SHEET, FORM 66-2306.)

⚠ C7812 MUST BE RATED FOR 120V, 60 HZ

⚠ WHITE SHUTTER LEADWIRES ARE ONLY ON THE C7812E OR F PURPLE PLEPER ULTRAVIOLET FLAME DETECTORS WITH SELF-CHECKING FEATURE. TERMINAL 13 IS NOT USED FOR OTHER DETECTORS. IF OR DETAILS REFER TO THE C7812, F INSTRUCTION SHEET, FORM 66-2044 OR FORM 66-2306 FOR SOLID STATE MODELS.)

CONTROL COMPUTARIZADO PARA QUEMADOR MODELO CB-70 DE LAS CALDERAS CLEAVER BROOKS

El CB-70 es una microcomputadora inteligente basada en un sistema de control integrado aplicado a la operación de quemadores para gas, petróleo o combustible combinado.

Su principal elemento de control lógico es el resultado de una avanzada calidad microcomputarizada que ha sido programada para proporcionar niveles de seguridad y capacidad funcional, que van más allá de los programadores electro-mecánicos convencionales o en estado sólido.

Las funciones principales que proporciona el CB-70 son:

Secuencia automática del quemador, supervisión continua de la flama, indicación luminosa de los periodos de programación, indicaciones alfanuméricas de salidas, indicación alfanumérica de los diagnósticos de seguridad, así como funciones adecuadas para la conservación de energía.

ELEMENTOS PRINCIPALES QUE INTEGRAN EL CB-70

El CB-70 tiene la particularidad de autoverificar dinámicamente y en forma continua todo el sistema a través de un monitor para asegurar una operación adecuada.

En este sistema de monitoreo intervienen los siguientes elementos de seguridad:

- 1) Auto verificación lógica dinámica:
 - a) Verifica que el seguro de arranque esté abierto
 - b) Verifica la energía interna diná-

mica

- c) Verifica que el circuito de potencia esté cerrado
- d) Verifica la operación del interruptor de fuego alto
- e) Verifica la operación del interruptor de fuego bajo
- f) Verifica la sincronización

2) Anunciación de la primera salida y sistema de diagnóstico:

Proporcionan información a través de una imagen alfanumérica que aparece en el display.

3) Códigos de identificación de fallas:

Indican por medio de una clave la causa por la cual se efectuó una parada de seguridad.

4) Códigos de apoyo:

Identifican la causa de una interrupción para empezar o proceder en el control de la secuencia del quemador.

5) Secuencia luminosa de los Led's:

Proporcionan visualmente la secuencia de programación, así como el periodo durante el cual se originó una parada de seguridad.

6) Cubierta Aisladora:

Protege adecuadamente todos sus componentes contra el polvo y proporciona a la vez una ventilación adecuada para evitar pérdidas por calor.

7) Módulo programado PM-70:

Comanda la secuencia normal de operación del quemador y verifica la sincronización en los tiempos de programación.

8) Amplificador de la señal de flama:

El CB-70 acepta los dos tipos de amplificadores (infrarrojo o ultravioleta) en estado sólido.

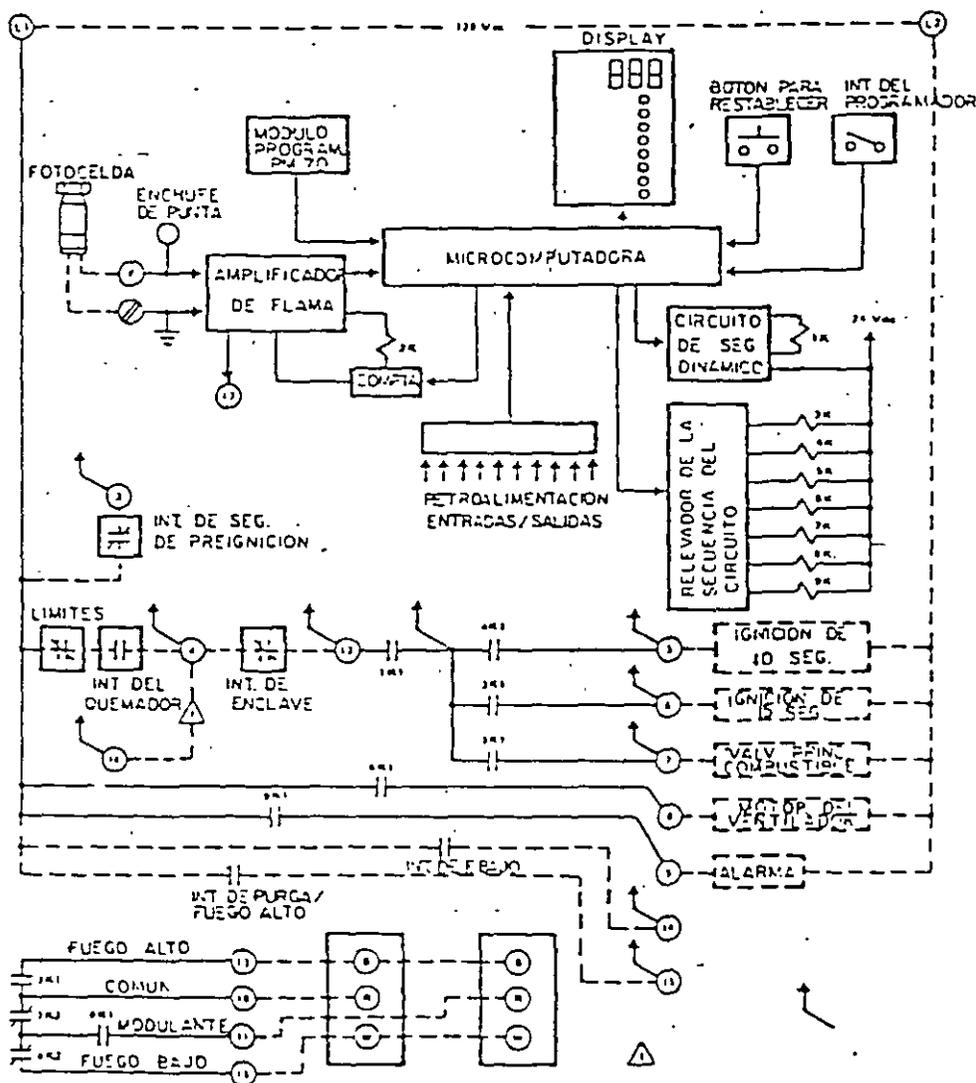
9) Interruptor TEST/RUN:

Para la secuencia al final de la prepurga,

durante el inicio del piloto, y reduce la intensidad del encendido a fuego bajo durante el periodo RUN (en operación).

10) Microcomputadora:
Comanda la función de todos los componentes internos y externos para asegurar el correcto funcionamiento del quemador.

Diagrama de bloques simplificado del CB70



ESPECIFICACIONES**Características Eléctricas**

Voltaje: 120 V ca (+10% -15%)
 Frecuencia: 60 Hz (± 10%)
 Consumo máximo: 25 W (sin carga)
 Capacidad máxima de carga: 1800 VA
 Temperatura ambiente de operación:
 0 °C a +55 °C
 Temperatura de almacenamiento: -34
 °C a +66 °C
 Montaje: Chasis N/P 833-1966
 Dimensiones: Ver figuras 3 y 4 del
 folleto CB18-6363
 Peso: 3.6 kg.

INFORMACION PARA ORDENAR**Especificación:****No. parte**

1.- Control computarizado
 para quemador CB-70 833-2290
 2.- Módulo programador
 PM70 (60 Hz) 833-2291
 3.- Chasis para programador
 CB-70 833-1966
 4.- Detector de flama
 infrarrojo (fotocelda) 817-1742
 5.- Amplificador de la señal
 de flama (infrarrojo) 833-2204
 6.- Detector de flama
 ultravioleta (fotocelda) 817-1743
 7.- Amplificador de la señal
 de flama (ultravioleta) 833-2207

RESUMEN DE LOS CODIGOS DE INDICACION Y DIAGNOSTICO DEL CB-70**TABLA II**

INDICACION /CODIGO DE DIAGNOSTICO	FALLA EN EL SISTEMA	RECOMENDACIONES PARA CORREGIR EL PROBLEMA
H70	Señal de flama durante "STANDBY"(en posición)	1) Revisar que la flama no esté pre- sente en la cámara de combus- tión 2) Probar el amplificador de la señal de flama 3) Probar el detector de flama (Foto- celda) 4) Revisar el alambrado de la foto- celda
F00	Falsa señal de flama durante la prepurga	• Mismas recomendaciones de H70
F01	Falla el interruptor de purga-fuego alto	1) Revisar el interruptor de fuego alto, ajuste y alambrado 2) Revisar el motor modutrol, enlace el int.de F.A. y alambre

F03	Interruptores auxiliares de preignición (en clave) abiertos durante la prepurga	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar los int. auxiliares de preignición (MGV-AS; OV-AS) y alambre 2) Revisar que el alambrado o el cierre de la válvula de combustible no sea defectuoso.
F04	Interruptor es de presión de aire abierto durante prepurga	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar que los interruptores cierren durante el funcionamiento (CAPS; AAPS-C; AAPS-B y 4o CONTACTO) y alambre
F10	Falsa señal de flama durante el fuego bajo "hold" (retenido) y al final de la prepurga	* Mismas recomendaciones de H70
F11 Indicación "Hold"intermitente	Falla interruptor de fuego bajo (cierre defectuoso)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar el int. de fuego bajo, ajuste y alambrado 2) Revisar el motor modutrol, enlace el int. de F.B. y alambre
F11	Falla interruptor de fuego bajo(punteado o soldado)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar el int. de fuego bajo, ajuste y alambre
F13	Interruptores auxiliares de preignición (en clave) abiertos durante el periodo de "hold" (fuego bajo)	* Mismas recomendaciones de F03
F14	Interruptores de presión de aire abiertos durante "Hold" (fuego bajo) y al final de la prepurga	* Mismas recomendaciones de F04
F30	Interrupción de la flama piloto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar válvula del piloto 2) Revisar el abastecimiento de combustible 3) Revisar electrodo, transformador de ignición, fotocelda, y amplificador de la señal de flama
F31	Interruptor de fuego bajo abierto durante "pilot trial" (prueba del piloto)	* Mismas recomendaciones de F11/indicación "Hold" intermiten

F34	Interruptores de presión de aire abiertos durante "pilot trial" (prueba del piloto)	* Mismas recomendaciones de F04
F35	Interrupción de la flama piloto en "Test" (prueba)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aumentar la presión del combustible para el piloto y vuelva a repetir la operación 2) Revisar la válvula del piloto 3) Revisar abastecimiento de combustible 4) Revisar electrodo, transformador de ignición, fotocelda, y amplificador de la señal de flama
F40	Interrupción de flama principal	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar el abastecimiento principal de combustible y alambre 2) Revisar que el piloto encienda la flama principal 3) Revisar la capacidad del sensor (fotocelda) para "sentir" y responder a la flama principal 4) Revisar el amplificador de la señal de flama 5) Verificar la operación de la válvula del piloto y principal
F41	Interruptor de fuego bajo abierto durante el periodo de estabilización de la flama principal	1) Revisar el interruptor de fuego bajo, ajuste y alambre
F44	Interruptores de presión de aire abiertos durante la prueba de la flama principal	* Mismas recomendaciones de F04
F50	Falla de flama en el periodo "Run" (corriendo)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar el abastecimiento principal de combustible. 2) Revisar la fotocelda y amplificador de la señal de flama
F54	Interruptores de presión de aire abierto durante el periodo "Run"	* Mismas recomendaciones de F04
F63	Interruptores auxiliares de preignición (en clave) defectuosos para cerrar durante la postpurga	* Mismas recomendaciones de F03

F70	Falsa señal de flama durante "Standby" (en posición)	* Mismas recomendaciones de H70
F73	Interruptores auxiliares de preignición (en clave) abiertos durante "Standby" (en posición)	* Mismas recomendaciones de F03
F81	(Indicación) intermiten interruptores auxiliares de preignición	1) Revisar los interruptores auxiliares de preignición 2) Inspeccione los contactos de los interruptores auxiliares
F82, F83, F85, F86 y F87	(Indicación) intermitente controles límites del quemador	1) Revisar los controles límites del quemador y alambres 2) Inspeccione los contactos de los controles límites y del quemador
F84	(Indicación) intermitente Int. de presión de aire/corriendo	1) Revisar Int. de presión de aire durante "Run" 2) Revisar los contactos de los Int. de presión de aire/"Run"
F90	Falla módulo programado	1) Remueva y reinstale el módulo programado (asegurarse que el módulo esta debidamente instalado) y restablezca el CB-70 2) Reemplace el módulo programado PM70 3) Reemplace el programador computarizado CB-70
F79	Falla de sincronización (frecuencia en la línea)	1) Restablezca el programador computarizado CB-70 2) Revisar la frecuencia en la línea principal y auxiliar de suministro de energía 3) Revisar que el módulo programado PM70 sea usado correctamente.
F99	Falla el circuito interno	1) Revisar si el alambrado de la su-base es el adecuado 2) Asegúrese que la carga crítica de las terminales (5,6,7) no se sobrepase de la potencia nominal 3) Remueva y reinstale el módulo programado PM70 y restablezca el CB-70

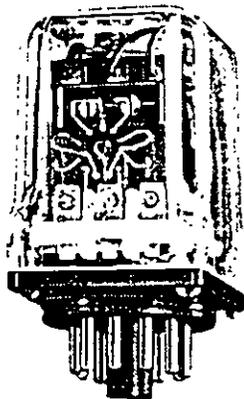
- 4) Reemplace el módulo PM70
- 5) Restablezca el CB-70 si F99 reaparece, reemplazar el CB-70

Código en blanco o indefinidos .Luces indicadoras (Status) con información incorrecta y el motor ventilador funcionando.

- 1) Restablezca el CB-70. Si estas condiciones reaparecen, reemplacen el CB-70

RELEVADORES DE TIEMPO

Algunos fabricantes de calderas auxilian su control de combustión con relevadores de tiempo. Sobre todo en capacidades de 15 a 60 CC. Los ventiladores de tiro forzado parten de velocidad cero rpm hasta 3600 rpm y el régimen en volumen y presión de aire para combustión tarda segundos en normalizarse. En el encendido del quemador es deseable dosificar de menos a más el flujo de combustible al horno y los solenoides al recibir la señal eléctrica de apertura, instantáneamente permiten el flujo total de combustible. Como los fabricantes de calderas en capacidades pequeñas instalan controles de combustión muy económicos, se hace necesario retardar por algún medio las señales eléctricas de apertura de alguna o algunas válvulas solenoide de combustible. También puede ser que deseen sostener alguna señal eléctrica al transformador de ignición o al piloto de encendido por determinado tiempo. Por cualquiera de estas razones instalan relevadores de tiempo.



CONTROL ELECTRICO DE ALIMENTACION DE AGUA Y CORTE DEL QUEMADOR

Las calderas tienen control de alimentación de agua y seguridad. Algunos le llaman control de nivel. Es una "calabaza" hueca de fierro fundido, la cual tiene exteriormente dos interruptores a base de ampollitas de mercurio líquido. La primera ampollita con dos hilos actuando como interruptor para arrancar y parar la bomba de alimentación de agua y la segunda con tres hilos actuando como doble interruptor para apagar el quemador y también cerrar el circuito de alarma anunciadora sobre excesivo bajo nivel de agua.

Este dispositivo de control tiene un flotador de acero inoxidable dentro de la calabaza, el cual según sea el nivel de agua en su interior y a través de un fuelle, gira las ampollitas, abriendo o cerrando los circuitos eléctricos. También tiene integrado un cristal indicador de nivel que permite la observación óptica del nivel real interior de la caldera mediante el principio de vasos comunicantes.

El cristal de nivel está soportado tanto en el extremo superior como inferior con válvulas de cierre manual y automático por si llega a estallar el cristal de nivel. También tiene grifos de prueba para operar en caso de ausencia de cristal.

En el cristal de nivel se pueden apreciar tres posiciones bien definidas medidas a partir de su tuerca inferior. Estas son las siguientes:

A. Máximo nivel de agua, la BOMBA de alimentación de agua de la caldera se PARA: 63 mm (2 1/2")

B. Nivel inferior de agua; la BOMBA de alimentación de la caldera ARRANCA: 44 mm (1 3/4")

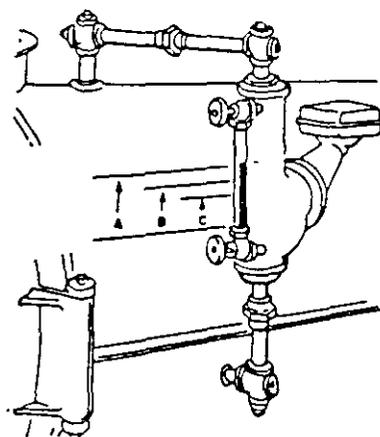
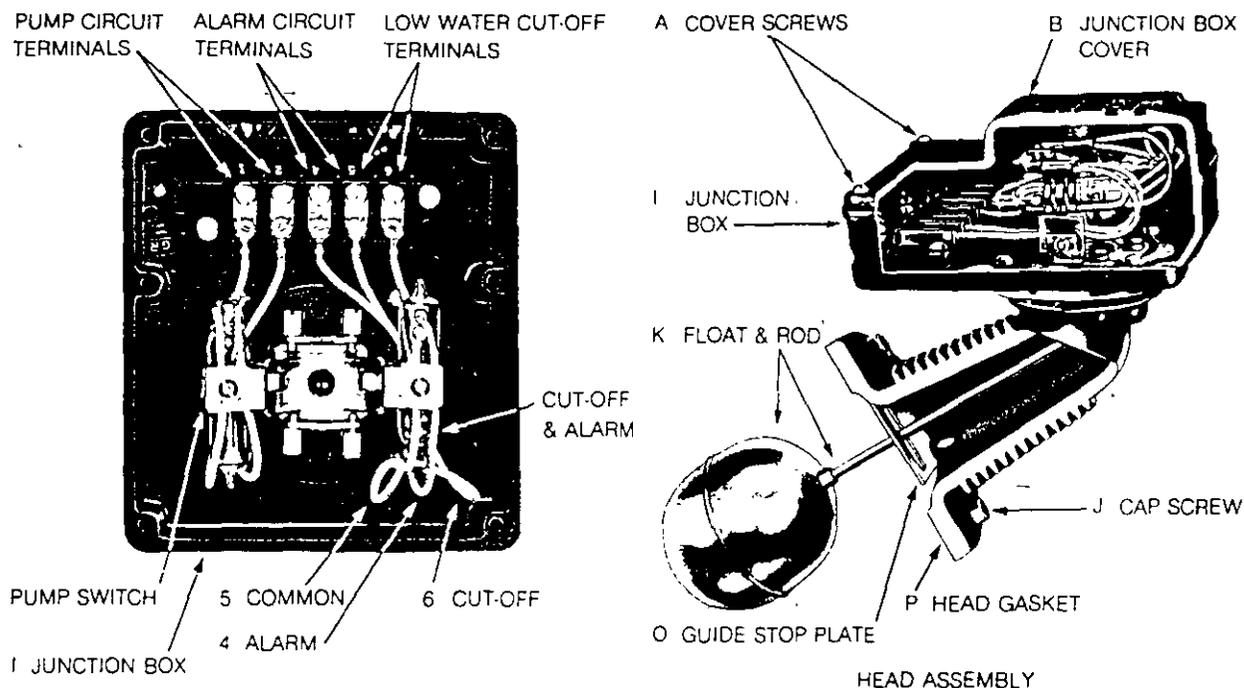
C. Nivel de paro del quemador por bajo nivel de agua. EL QUEMADOR APAGA AUTOMATICAMENTE al llegar a este nivel: 38 mm (1 1/2")

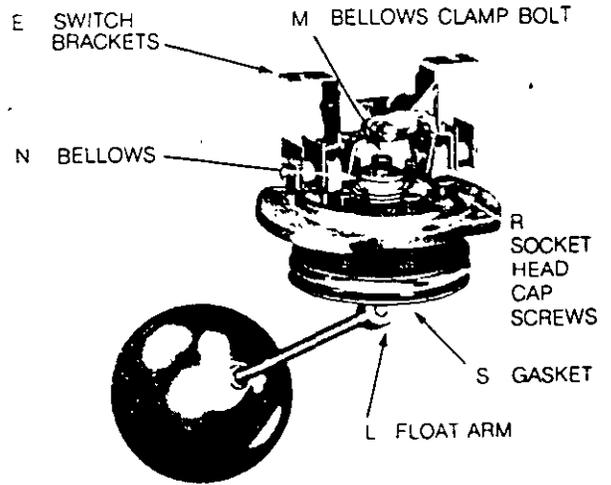
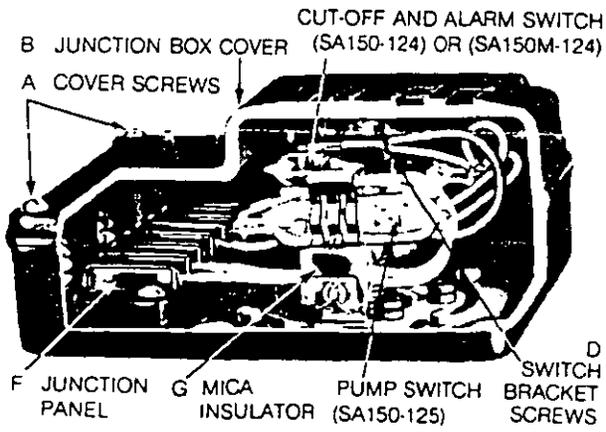
Es muy importante que este control sea vigilado celosamente. Que no esté tra-

bado, picado, sucio o con lodos interiormente. Estadísticamente la falla de este control es causante número uno de los siniestros en calderas.

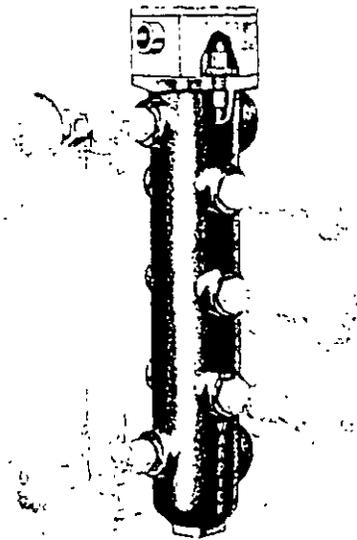
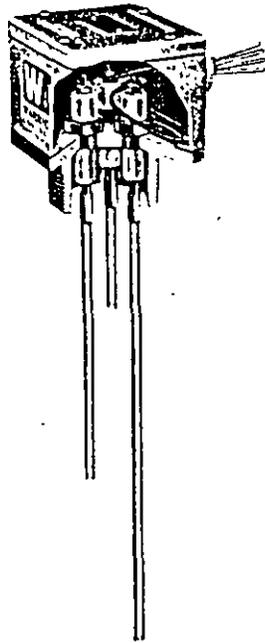
También es muy importante saberlo purgar y la frecuencia de hacerlo.

Los fabricantes de calderas opcionalmente proporcionan como protecciones auxiliares, un segundo control de nivel igual al primero o a base de electrodos en el interior del recipiente a presión de la marca WARRICK.





BELLOWS ASSEMBLY



BOMBAS DE ALIMENTACION DE AGUA

En las calderas paquete tubos de fuego, las bombas de agua operan con el sistema de operación intermitente, es decir, funciona por intervalos separados según se abata el nivel de agua en el interior de la caldera. La bomba de agua debe ser capaz de alimentar, el agua que continuamente se está evaporando y además recuperar el nivel abatido que manda la señal de arranque hasta su señal de paro. Por lo tanto, su capacidad en litros por hora es de 2.0 a 2.5 veces la capacidad evaporativa de la caldera. Tratándose de bombas tipo turbina su presión de operación puede ser igual a la presión de ajuste de la válvula de seguridad o cuando menos igual a la presión de opera-

ción más un quince por ciento. Tratándose de bombas tipo centrífugo su presión de operación debe ser igual a la presión de operación más un diez por ciento.

Cuando se decide bajar o subir la presión de operación de la caldera y se tiene moto-bomba de agua tipo turbina no pasa nada. En cambio cuando se tiene bomba tipo centrífugo y se desea subir o bajar la presión de operación de la caldera, es necesario revisar las curvas de operación de la bomba centrífuga, porque fácilmente se incrementa la potencia necesaria para operar la bomba y es común que el motor eléctrico sea insuficiente, inclusive al bajar la presión de operación.

CLASIFICACION DE BOMBAS DE AGUA

Tipo Turbina
Tipo Centrífugo

Baja velocidad 1750 rpm

Alta velocidad 3600 rpm

Un paso

Pasos múltiples

Las bombas de agua tipo turbina tienen un rendimiento hidráulico muy bajo y por lo tanto, requieren motores eléctricos de relativa alta capacidad. Las bombas de agua tipo centrífugo tienen buen rendimiento hidráulico y requieren motores eléctricos de menor capacidad que una tipo turbina.

Las calderas tubos de agua y en capacidades superiores, el agua se alimenta a la caldera en forma continua y solamente se usa el tipo centrífugo de paso múltiple. Su capacidad de bombeo es de 10 a 15 % superior a la capacidad evaporativa.

En calderas pequeñas los fabricantes instalan generalmente las marcas

SENTINEL (Alta velocidad) o AURORA (Baja velocidad). En calderas grandes los fabricantes instalan generalmente las marcas SULZER o KSB.

Las bombas tipo turbina alta velocidad son las que más rápidamente se dañan. Las impurezas del agua fácilmente erosionan sus alabes. Las de baja velocidad tardan más en dañarse y las tipo centrífugo son las de más larga vida operativa.

Modelos de Bombas de Alimentación de Agua a caldera generalmente instaladas y acopladas a motor eléctrico 4 polos, 1750 rpm en la marca AURORA-PICSA, ver modelos a continuación.

BOMBAS DE AGUA MARCA AURORA-PICSA

Capacidad CC	Presión de Trabajo de la Caldera								
	1.05 kg/cm ²			2.10 kg/cm ²			4.21 kg/cm ²		
	Modelo	HP	m	Modelo	HP	m	Modelo	HP	m
20	C4	1.0	1.0	C4	2.0	1.0	G4	1.0	0.6
30	C4	1.0	1.0	C4	2.0	1.0	G4	1.0	0.6
40	C4	1.0	1.0	G4	1.0	1.0	G4	1.0	0.6
50	C4	1.0	1.0	G4	1.0	1.0	G4	1.0	0.6
60	G4	0.5	1.5	G4	1.0	1.0	G4	1.0	0.6
70	G4	0.5	1.5	G4	1.0	1.0	G4	1.0	0.6
80	G4	0.5	1.5	G4	1.0	1.0	G4TRL	1.5	1.5
100	G4	0.5	1.5	G4	1.0	1.0	G4TRL	1.5	1.5
125	G4	0.5	1.5	I4TRL	2.0	1.0	I4TRL	2.0	2.2
150	G4TRL	0.5	2.4	I4TRL	2.0	2.2	I4TRL	2.0	2.2
200	I4	1.0	2.0	I4TRL	2.0	2.2	I5	3.0	3.0
250	I4TRL	2.0	2.2	I4TRL	2.0	2.2	I5	3.0	3.0
300	I5	3.0	4.0	I5	3.0	3.0	I5TRL	3.0	3.6
350	I5	2.0	4.0	----	---	---	----	---	---

Capacidad CC	Presión de Trabajo de la Caldera								
	5.62 kg/cm ²			7.03 kg/cm ²			8.80 kg/cm ²		
	Modelo	HP	m	Modelo	HP	m	Modelo	HP	m
20	G4	1.5	0.5	G4TRL	2.0	0.8	G4TRL	3.0	0.6
30	G4	1.5	0.5	G4TRL	2.0	0.8	G4TRL	3.0	0.6
40	G4TRL	2.0	1.0	G4TRL	2.0	0.8	G4TRL	3.0	0.6
50	G4TRL	2.0	1.0	G4TRL	2.0	0.8	G4TRL	3.0	0.6
60	G4TRL	2.0	1.0	G4TRL	2.0	0.8	G5TRL	5.0	1.0
70	G4TRL	2.0	1.0	G4TRL	2.0	0.8	G5TRL	5.0	1.0
80	G4TRL	2.0	1.0	G5TRL	3.0	1.5	G5TRL	5.0	1.0
100	I4TRL	3.0	1.6	G5TRL	3.0	1.5	G5TRL	5.0	1.0
125	I4TRL	3.0	1.6	G5TRL	3.0	1.5	G5TRL	5.0	1.0
150	I5	5.0	2.4	G5TRL	3.0	1.5	I5TRL	5.0	3.6
200	I5	5.0	2.4	I5TRL	5.0	3.0	I5TRL	5.0	3.6
250	I5TRL	5.0	3.6	I5TRL	5.0	3.6	I5TRL	5.0	3.6
300	F6TRL	10.0	3.6	F6TRL	10.0	3.6	F6TRL	15.0	2.8
400	F6TRL	10.0	3.6	F6TRL	10.0	3.6	F6TRL	15.0	2.8

m = altura mínima requerida, medida desde el nivel medio del tanque de condensados.

72 ESPECIFICACIONES DE CALDERAS

BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACION MARCA SULZER						
PRESION DE PRUEBA		1.58 kg/cm ²	15.82 kg/cm ²	21 kg/cm ²	26.37 kg/cm ²	31.65 kg/cm ²
PRESION DE DISEÑO		1.06 kg/cm ²	10.58 kg/cm ²	14.1 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	21 kg/cm ²
CC	PRESION DE OPERACION	1.06 kg/cm ²	9.5 kg/cm ²	13.36 kg/cm ²	16.17 kg/cm ²	19.69 kg/cm ²
20	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
40	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13 2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
60	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
80	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
100	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
125	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15
150	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-5 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	61.2/14/100	93/14/100	58/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	13.2/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/15	13.2/3500/15

BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACION MARCA SULZER						
PRESION DE PRUEBA		1.58 kg/cm ²	15.82 kg/cm ²	21 kg/cm ²	26.37 kg/cm ²	31.65 kg/cm ²
PRESION DE DISEÑO		1.06 kg/cm ²	10.58 kg/cm ²	14.1 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	21 kg/cm ²
CC	PRESION DE OPERACION	1.06 kg/cm ²	9.5 kg/cm ²	13.36 kg/cm ²	16.17 kg/cm ²	19.69 kg/cm ²
200	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	102/14/100	93/14/100	116/173/100	108/210/100	88/256/100
	Nq/rpm/HP motor	17.8/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/10	13.2/3500/15	13.2/3500/15
250	MODELO DE BOMBA	MBA 32-2 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	102/14/100	93/14/100	116/173/100	108/210/100	103/256/100
	Nq/rpm/HP motor	17.8/1700/ 1/2	13.2/3500/ 7 1/2	13.2/3500/10	13.2/3500/15	17.8/3500/15
300	MODELO DE BOMBA	HKP 13-3 ST (02)	MBA 32-4 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	143/14/100	142/123/100	116/173/100	166/210/100	103/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/ 3/4	17.8/350/ 7 1/2	13.2/3500/10	17.8/3500/15	17.8/3500/15
350	MODELO DE BOMBA	HKP 13-3 ST (02)	MBA 32-4 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB 32-8 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	143/14/100	142/123/100	116/173/100	166/210/100	103/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/ 3/4	17.8/350/ 7 1/2	13.2/3500/10	17.8/3500/15	17.8/3500/15
400	MODELO DE BOMBA	HPK 13-3 ST	MBA 32-4 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB32-10ST(09)
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	210/14/100	142/123/100	187/173/100	166/210/100	195/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/ 1 1/2	17.8/350/ 7 1/2	17.8/3500/15	17.8/3500/15	17.8/3500/20
500	MODELO DE BOMBA	HCP15-6 1/2-4ST(2)	MB 32-5 ST	MB 32-6 ST	MB 32-7 ST	MB 32-10 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	360/14/100	237/123/100	187/173/100	166/210/100	236/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/2	17.8/3500/15	17.8/3500/15	17.8/3500/15	17.8/3500/25
600	MODELO DE BOMBA	HCP 15-6 1/2-4ST(02)	MB 32-5 ST	HCP 13-5-6 ST	HCP13-5-8ST (07)	MB 32-10 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	360/14/100	237/123/100	264/173/100	240/210/100	236/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/2	17.8/3500/15	---/3500/20	---/350/20	17.8/3500/25

74 ESPECIFICACIONES DE CALDERAS

BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACION MARCA SULZER						
PRESION DE PRUEBA		1.58 kg/cm ²	15.82 kg/cm ²	21 kg/cm ²	26.37 kg/cm ²	31.65 kg/cm ²
PRESION DE DISEÑO		1.06 kg/cm ²	10.58 kg/cm ²	14.1 kg/cm ²	17.58 kg/cm ²	21 kg/cm ²
CC	PRESION DE OPERACION	1.06 kg/cm ²	9.5 kg/cm ²	13.36 kg/cm ²	16.17 kg/cm ²	19.69 kg/cm ²
700	MODELO DE BOMBA	HCP 15-6 1/2-4ST(02)	HCP 13-5-6ST (05)	HCP 13-5-6 ST	HCP 13-5-8 ST	HCP 13-5-10 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	360/14/100	342/123/100	264/173/100	324/210/100	336/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/2	---/3500/15	---/3500/20	---/3500/25	---/3500/30
800	MODELO DE BOMBA	HCP 15-6 1/2-4ST(02)	HCP 13-5-6ST (05)	HCP 13-5-6 ST	HCP 13-5-8 ST	HCP 13-5-10 ST
	Q(lt/min)/H(m)/T(°C)	360/14/100	342/123/100	264/173/100	324/210/100	336/256/100
	Nq/rpm/HP motor	---/1730/2	---/3500/15	---/3500/20	---/3500/25	---/3500/30

Moto-Bombas de alimentación de agua para calderas en la marca SENTINEL tipo turbina, alta velocidad (3,600 rpm).

Capacidad CC	Bomba Modelo	Presión de operación Caldera	
		7.0 kg/cm ²	8.8 kg/cm ²
20	T5SM	1 HP	2 HP
40	T6SM	3 HP	5 HP
60	T6SM	3 HP	5 HP
80	T6SM	3 HP	5 HP
100	T6SM	3 HP	5 HP
125	T8SM	7.5 HP	7.5 HP
150	T8SM	7.5 HP	7.5 HP
200	T9E-SM	7.5 HP	10 HP

No fabrican modelos para capacidades evaporativas superiores.

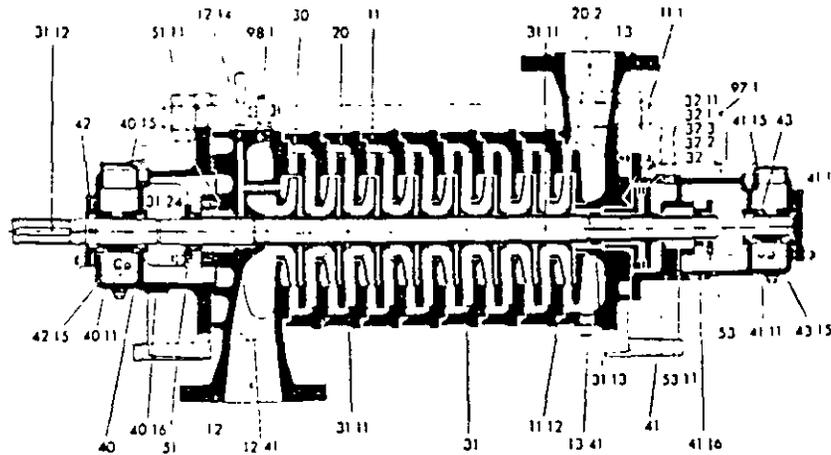
BOMBAS ALIMENTACION AGUA, MARCA KSB, CENTRIFUGAS MODELO WKL				
	P = 1 kg/cm ² H = 12.89 m	P = 4 kg/cm ² H = 51.55 m	P = 6 kg/cm ² H = 77.32 m	P = 7 kg/cm ² H = 90.06 m
250 HP GASTO: 5.87 m ³ /hr 1.63 l/seg	WKL 32-1 φ = 105; η = 47% BHP = 0.60 usa 1 HP	WKL 32-2 φ = 114; η = 48.5% BHP = 2.31 usa 3 HP	WKL 32-3 φ = 114; η = 48.8% BHP = 3.47 usa 5 HP	WKL 32-4 φ = 108; η = 46% BHP = 4.28 usa 5 HP
300 HP GASTO: 7.00 m ³ /hr 1.95 l/seg	WKL 32-1 φ = 105; η = 49% BHP = 0.68 usa 1 HP	WKL 32-2 φ = 117; η = 52% BHP = 2.59 usa 3 HP	WKL 32-3 φ = 117; η = 52% BHP = 3.88 usa 5 HP	WKL 32-4 φ = 110; η = 50% BHP = 3.93 usa 5 HP
350 HP GASTO: 8.22 m ³ /hr 2.28 l/seg	WKL 32-1 φ = 105; η = 50% BHP = 0.78 usa 1 HP	WKL 32-2 φ = 118; η = 54.52% BHP = 2.88 usa 3 HP	WKL 32-3 φ = 118; η = 54.52% BHP = 4.32 usa 5 HP	WKL 32-4 φ = 113; η = 52% BHP = 5.30 usa 7.5 HP
400 HP GASTO: 9.39 m ³ /hr 2.61 l/seg	WKL 32-1 φ = 105; η = 48.5% BHP = 0.92 usa 1 HP	WKL 32-2 φ = 120; η = 56.5% BHP = 3.17 usa 5 HP	WKL 32-3 φ = 120; η = 56.5% BHP = 4.76 usa 5 HP	WKL 32-4 φ = 115; η = 53% BHP = 5.95 usa 7.5 HP
500 HP GASTO: 11.74 m ³ /hr 3.26 l/seg	WKL 40-1 φ = 120; η = 49% BHP = 1.143 usa 1.5 HP	WKL 40-2 φ = 120; η = 53% BHP = 4.23 usa 5 HP	WKL 40-3 φ = 120; η = 53% BHP = 6.34 usa 5 HP	WKL 40-3 φ = 128; η = 53% BHP = 7.43 usa 7.5 HP
600 HP GASTO: 14.08 m ³ /hr 3.91 l/seg	WKL 40-1 φ = 120; η = 50.5% BHP = 1.33 usa 1.5 HP	WKL 40-2 φ = 123; η = 56% BHP = 4.80 usa 5 HP	WKL 40-3 φ = 123; η = 56% BHP = 7.20 usa 7.5 HP	WKL 40-3 φ = 131; η = 57% BHP = 8.29 usa 10 HP
700 HP GASTO: 16.43 m ³ /hr 4.56 l/seg	WKL 40-1 φ = 120; η = 48% BHP = 1.63 usa 2 HP	WKL 40-2 φ = 120; η = 59% BHP = 5.32 usa 7.5 HP	WKL 40-3 φ = 125; η = 59% BHP = 7.98 usa 10 HP	WKL 40-3 φ = 133; η = 59% BHP = 9.34 usa 10 HP
800 HP GASTO: 18.8 m ³ /hr 5.21 l/seg	WKL 40-1 φ = 120; η = 44.5% BHP = 2.014 usa 2 HP	WKL 40-2 φ = 130; η = 60% BHP = 5.98 usa 7.5 HP	WKL 40-3 φ = 130; η = 60% BHP = 8.96 usa 10 HP	WKL 40-3 φ = 135; η = 63% BHP = 10.0 usa 10 HP

η = Eficiencia; P = Presión de operación; H = Carga Hidráulica

76 ESPECIFICACIONES DE CALDERAS

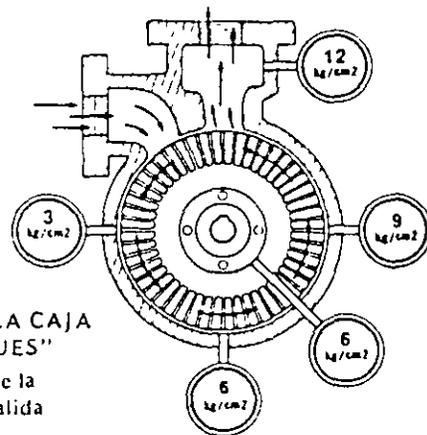
BOMBAS ALIMENTACION AGUA, MARCA KSB, CENTRIFUGAS MODELO WKL (Continua...)				
	P = 8 kg/cm ² H = 103.10 m	P = 8.8 kg/cm ² H = 113.4 m	P = 9.8 kg/cm ² H = 126.80 m	P = 10.2 kg/cm ² H = 131.44 m
250 HP GASTO: 5.87 m ³ /hr 1.63 l/seg	WKL 32-4 φ = 114; η = 48.5% BHP = 4.62 usa 5 HP	WKL 32-4 φ = 119; η = 48% BHP = 5.13 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 114; η = 48.5% BHP = 5.68 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 115; η = 48% BHP = 5.95 usa 7.5 HP
300 HP GASTO: 7.00 m ³ /hr 1.95 l/seg	WKL 32-4 φ = 117; η = 52% BHP = 5.17 usa 7.5 HP	WKL 32-2 φ = 110; η = 50% BHP = 5.92 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 117; η = 52% BHP = 6.36 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 117; η = 52% BHP = 6.59 usa 7.5 HP
350 HP GASTO: 8.22 m ³ /hr 2.28 l/seg	WKL 32-4 φ = 118; η = 54.5% BHP = 5.76 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 113; η = 52% BHP = 6.63 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 118; η = 54.5% BHP = 7.08 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 118; η = 54.5% BHP = 7.33 usa 7.5 HP
400 HP GASTO: 9.39 m ³ /hr 2.61 l/seg	WKL 32-4 φ = 120; η = 56.5% BHP = 6.35 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 115; η = 53% BHP = 7.44 usa 7.5 HP	WKL 32-5 φ = 120; η = 56.5% BHP = 7.8 usa 10 HP	WKL 40-4 φ = 131; η = 47% BHP = 9.72 usa 10 HP
500 HP GASTO: 11.74 m ³ /hr 3.26 l/seg	WKL 40-4 φ = 120; η = 53.5% BHP = 8.37 usa 10 HP	WKL 40-4 φ = 124; η = 55% BHP = 8.96 usa 10 HP	WKL 40-4 φ = 131; η = 53% BHP = 10.40 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 134; η = 52% BHP = 10.98 usa 15 HP
600 HP GASTO: 14.08 m ³ /hr 3.91 l/seg	WKL 40-4 φ = 123; η = 56% BHP = 9.60 usa 10 HP	WKL 40-4 φ = 128; η = 57% BHP = 10.37 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 133; η = 56% BHP = 11.81 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 135; η = 56% BHP = 12.24 usa 15 HP
700 HP GASTO: 16.43 m ³ /hr 4.56 l/seg	WKL 40-4 φ = 125; η = 59% BHP = 10.63 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 130; η = 59% BHP = 11.7 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 135; η = 59% BHP = 13.08 usa 15 HP	WKL 40-5 φ = 127; η = 59% BHP = 13.55 usa 15 HP
800 HP GASTO: 18.8 m ³ /hr 5.21 l/seg	WKL 40-4 φ = 130; η = 60% BHP = 11.95 usa 15 HP	WKL 40-4 φ = 134; η = 60% BHP = 13.15 usa 15 HP	WKL 40-5 φ = 129; η = 60% BHP = 14.7 usa 15 HP	WKL 40-5 φ = 130; η = 60% BHP = 15.23 usa 20 HP

η = Eficiencia; P = Presión de operación; H = Carga Hidráulica



Bomba tipo Centrífuga

11	Elemento del armazón.	32.3	Anillo de encaje para el 32.1.
11.1	Barra de tiro, roscada.	40	Soporte delantero.
11.12	Anillo de goma.	40.11	Nivel de aceite.
12	Tapa delantera.	40.15	Tapa de lubricación.
12.14	Canal de prensaestopas.	40.16	Escape del agua de goteo.
12.14	Canal de prensaestopas con perno de cierre.	41	Soporte trasero.
12.41	Desagüe.	41.1	Tapa de soporte.
13	Tapa trasera.	41.11	Nivel de aceite.
13.41	Desagüe.	41.15	Tapa de lubricación.
20	Buena directriz con pieza conductora.	41.16	Tubería de desviación del agua de goteo.
20.2	Ultima rueda directriz.	42	Casquillo de cojinete, delantero.
30	Rueda de álabes o rodete.	42.15	Anillo de engrase.
31	Eje	43	Casquillo de cojinete, trasero.
31.11	Chaveta para las ruedas de álabes.	43.15	Anillo de engrase.
31.12	Chaveta para el acoplamiento	51	Casquillo de prensaestopas, delantero.
31.13	Tuerca del eje.	53	Casquillo de prensaestopas, trasero.
31.24	Casquillo delantero del eje.	97.1	Tubería de escape del agua de descarga o de alivio.
32	Disco de equilibrio.	98.1	Grifo de aire para el 12.
32.1	Contradisco		
32.11	Anillo de goma.		
32.2	Anillo de encaje para el 32		



"PRESION EN LA CAJA DE EMPAQUES"
A la mitad de la presión de salida

Bomba tipo turbina.

BOMBAS DE ACEITE DIESEL

Generalmente se instalan las prestigiadas bombas de aceite diesel SUNTEC (antes Sundstrand) del modelo J (un paso) con colador tipo N normalmente y el modelo H (dos pasos) opcionalmente. Se aconseja usar el modelo opcional H (dos pasos) cuando se va a succionar combustible abajo del nivel de la caldera con carga negativa relativamente alta. Algunos fabricantes usan el sistema de dos tuberías (li-

neas de alimentación y retorno) para que la bomba trabaje a menor temperatura y previendo una eventual carga negativa (succión) relativamente baja.

Las bombas de combustible son de desplazamiento positivo. Por lo tanto, siempre deberán estar provista de un válvula de alivio integrada a la misma bomba o bien inmediatamente a la conexión de descarga.

Capacidad CC	Marca Modelo	rpm	Alternativa Marca Modelo	rpm
10-30	SUNTEC J4	1750	-----	-----
40-60	SUNTEC J6	1750	-----	-----
80-125	SUNTEC J6	3450	VICKING C 432	1750
125-250	TUTHILL 1L-A	1750	VICKING F 432	1750
300-600	TUTHILL 2L-A	1750	VICKING FH 432	1750

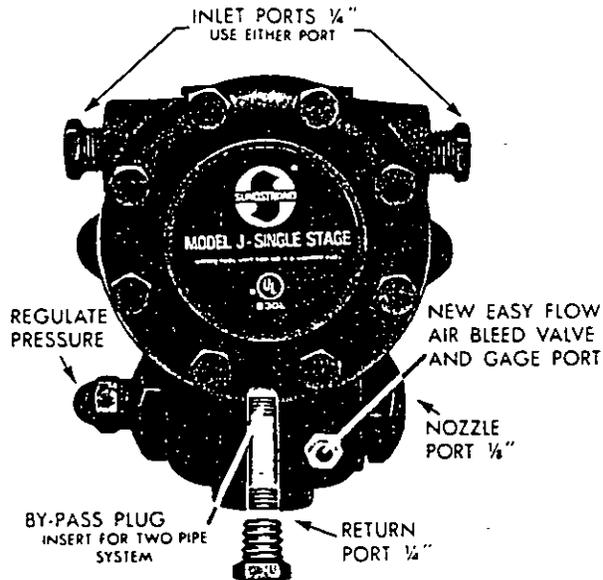
BOMBAS DE COMBUSTOLEO

Para alimentar combustóleo se usan bombas rotativas desplazamiento positivo tipo engranes marca TUTHILL o equivalentes de la serie C de 25 mm de entrada y salida, con descarga a 7.0 kg/cm² en 600 rpm acoplada a motor eléctrico de 1.0 HP hasta calderas de 125 CC y en

900 rpm acoplada a motor eléctrico de 2 HP hasta calderas de 200 CC. Para potencia térmica superior se maneja la de 32 mm de entrada y salida a 7.0 kg/cm² en 600 rpm acoplada a motor eléctrico de 2.0 HP hasta calderas de 600 CC.

Capacidad CC	Marca TUTHILL	gpm-rpm	HP	Marca VICKING	Marca BONASA
50-125	2CF 25mm	135-420	1/2	C-432	AP-603-F16
125-200	2CF 25mm	270-420	3/4	F-432	AP-603-F16
200-350	3CF 32mm	270-420	1	F-432	AP-603-F32
400-700	3CF 32mm	335-520	1 1/2	G-432	AP-603-F32

INSTRUCCIONES DE INSTALACION PARA BOMBAS "SUNTEC" ROTA-ROLL MODELO "J" UN PASO Y MODELO "H" DOS PASOS



Sistema de un tubo (Línea de alimentación succión solamente)

Las bombas son embarcadas sin tapón macho instalado en el orificio By-pass. Verifique que el tapón no esté instalado. Para líneas de succión con una longitud total inferiores a 15 m (50 pies) use tubo de cobre de 9.5 mm diámetro exterior (3/8" diámetro exterior). Para longitudes comprendidas entre 15 y 30 m (50 y 100 pies) use tubo de 12.7 mm diámetro exterior (1/2" diámetro exterior).

Los modelos "J" y "H" no se recomiendan para succionar de más de 0.6 m (2 pies), 41 mm de mercurio (2" de Hg) de vacío en el lado de succión de la bomba; excepto para el modelo J2-F (ver figura 2).

Sistema de dos tubos (una línea de alimentación y una de retorno)

Utilice el tapón macho que se encuentra en la bolsita de plástico que se

entrega con la unidad y colóquelo en la bomba como se muestra en la ilustración. Aprítelo perfectamente. Para recomendaciones de las medidas de las tuberías favor de referirse a las tablas adjuntas.

El vacío máximo de operación para las unidades modelo "J" es de 254 mm de mercurio (10" de Hg).

El modelo "H" no debe usarse cuando el vacío en la succión excede de 508 mm de mercurio (20" de Hg) a 1725 rpm y 381 mm de mercurio (15" de Hg) a 3450 rpm.

INFORMACION GENERAL (Todos los sistemas)

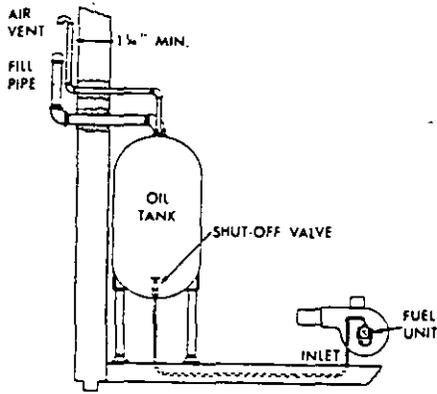
1.- Las líneas del combustible no deberán ser inferiores a 12.7 mm diámetro exterior tubo de cobre (1/2" diámetro exterior). Ver los datos y tamaños de las líneas de instalación.

2.- Las conexiones de las líneas deberán estar apretadas a prueba de aire. Revise todas las juntas y conexiones.

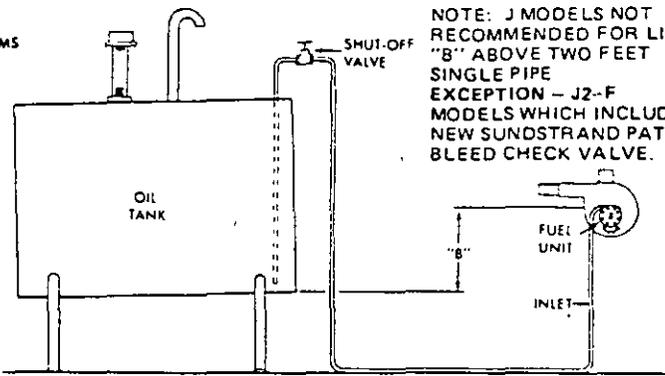
Nota: No usar cinta TEFLON para sellar las conexiones.

3.- Al operar la Bomba por primera vez o si la línea de succión se encuentra vacía, purge o llene la bomba con aceite lubricante o diesel.

4.- Las presiones en las líneas de succión y de retorno no deben exceder a 0.7 kg/cm² (10.0 lb/pulg²). Presiones más altas pueden causar fugas en el sello de la bomba.



ONE PIPE SYSTEMS



NOTE: J MODELS NOT RECOMMENDED FOR LIFT "B" ABOVE TWO FEET SINGLE PIPE EXCEPTION - J2-F MODELS WHICH INCLUDE THE NEW SUNSTRAND PATENTED BLEED CHECK VALVE.

INSTALL IN ACCORDANCE WITH LOCAL AND UNDERWRITERS REGULATIONS

PROCEDIMIENTO PARA PURGAR EL AIRE CON LA NUEVA VALVULA PURGA-FACIL (EASY-FLOW).

Sistema de un tubo

Ponga a funcionar el quemador, afloje la válvula Purga-Fácil una vuelta en el sentido del reloj para purgar rápido.

Para purgar sin derrames en un espacio reducido, puede usarse una manguerita conectada a la válvula con descarga en un recipiente; utilice una manguera de plástico de 4.76 mm diámetro interior (3/16" diámetro interior).

Procedimiento opcional

En un sistema de gravedad, antes de poner en marcha el quemador afloje el tapón macho del puerto de entrada no utilizado hasta que fluya combustible para dicho puerto.

Sistema de dos tuberías

El purgado de aire es automático. Si se opera la válvula de Purga-Fácil, la purga del aire se hará más rápida.

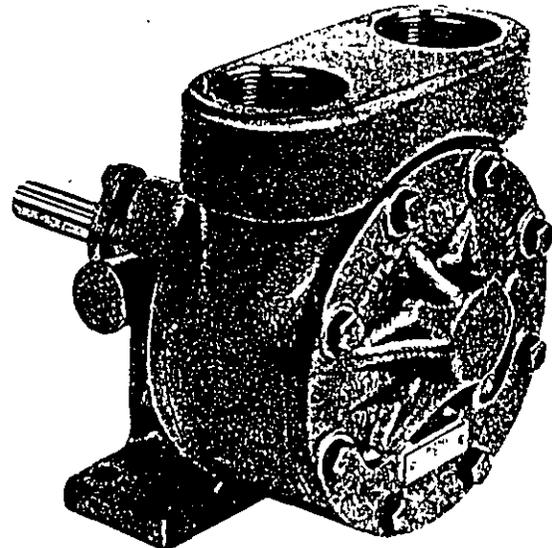
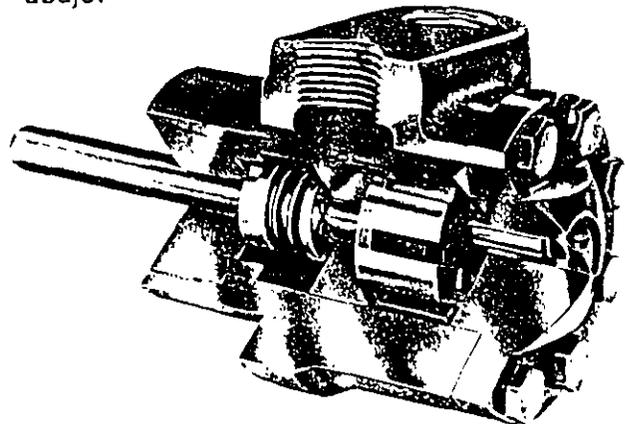
Montaje

El modelo "J" se puede montar cualquier posición.

Nota: La dirección de rotación y la locali-

zación de la salida del combustible se determinan mirando la bomba por el lado de la flecha con la válvula en la parte inferior.

El modelo "H" puede montarse con la válvula en posición horizontal arriba o abajo.



CONTROLES ELECTRICOS DE PRESION DE VAPOR

Los controles de presión del vapor son dispositivos eléctricos de seguridad, los cuales detectan la presión interior de la caldera. Son de posición normalmente cerrada. Al detectar la presión de ajuste, abren el circuito eléctrico y consecuentemente apagan el quemador. Estos aparatos tienen resortes calibrados o diafragmas que activan las cápsulas de mercurio. También tienen integrada una escala diferencial, la cual limita dentro de un diferencial de presión la elegida por el usuario. Su tapa de plástico permite observar su mecanismo interno de operación.

Generalmente se usa la marca HONEYWELL modelo L 404, tiene una ampolleta de mercurio y dos tornillos de ajuste. El del lado derecho se ajusta para que desconecte el quemador a la presión deseada y el del lado izquierdo se ajusta para que vuelva encender el quemador a diferencial sustractivo de presión elegida.

Modelo	Rango de operación lb/pulg ²	Diferencial lb/pulg ²
L404A1396	10-150	2-16
L404A1404	20-300	5-40
L404A1370	5-50	2-12
L404A1354	2-15	1-6

En calderas relativamente grandes con quemador modulante, también se incluye el control de presión marca HONEYWELL modelo L 91B de acción modulante. Este control tiene un potencióme-

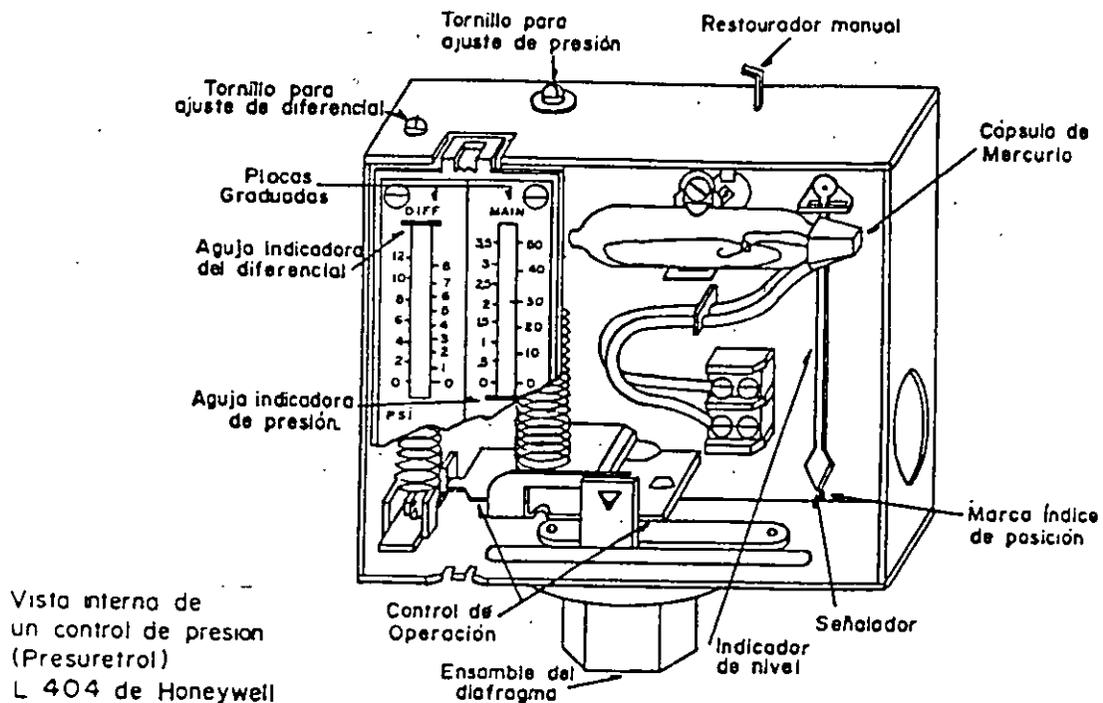
tro que se posiciona según sea la presión del vapor. Con auxilio y a través de un motor de acción modulante de 24 volts, Marca HONEYWELL modelo M941A el cual tiene integrado un interruptor auxiliar modelo Q 607A, al bajar la presión del vapor por medio de mecanismos abre la compuerta del aire y la válvula dosificadora de combustible; viceversa, al aumentar la presión del vapor las manda cerrar.

Modelo	Rango de operación lb/pulg ²	Diferencial lb/pulg ²
L91B1035	0-15	1-12
L91B1050	0-150	5-23
L91B1068	10-300	28-110

La línea de vapor hacia el control de presión va provista de una purga para auxiliarse en la limpieza de este tubo y evitar una eventual tapazón que inevitablemente subiría la presión de la caldera.

Los cuidados que se deben observar son para evitar lo siguiente:

- 1.- Mercurio líquido oxigenado
- 2.- Fuelle perforado o trabado
- 3.- Sarro o suciedad en la tubería de conexión
- 4.- Control desnivelado
- 5.- Alambrado en corto circuito



CONTROLES ELECTRICOS DE TEMPERATURA

Control eléctrico de temperatura es un aparato el cual a través de un sensor detecta una temperatura. Cuando la temperatura es igual o mayor a la temperatura límite, previamente seleccionada, nos proporciona una señal eléctrica de corte.

Cuando una caldera tiene quemador para combustóleo, es necesario poder controlar la temperatura del combustóleo a la entrada del quemador.

Calderas de agua caliente, (Caldera llena de agua) donde por un lado entra agua y por otro lado sale el agua con un incremento de temperatura, se requiere de controles de temperatura. Un control límite de temperatura para apagar la caldera y un control operacional de temperatura, para operar al quemador.

Los controles de temperatura más populares en el mercado mexicano son los de la marca HONEYWELL.

Modelo	Rango °C	Diferencial °C
L4006A1017	38 a 116	1-12
L4006A1371	4 a 82	5-23
L4006A1959	4 a 82	28-110

Para operar el precalentador de vapor que calienta el combustóleo a aproximadamente 95 °C se utiliza un control de temperatura dual modelo HONEYWELL L4081A1023

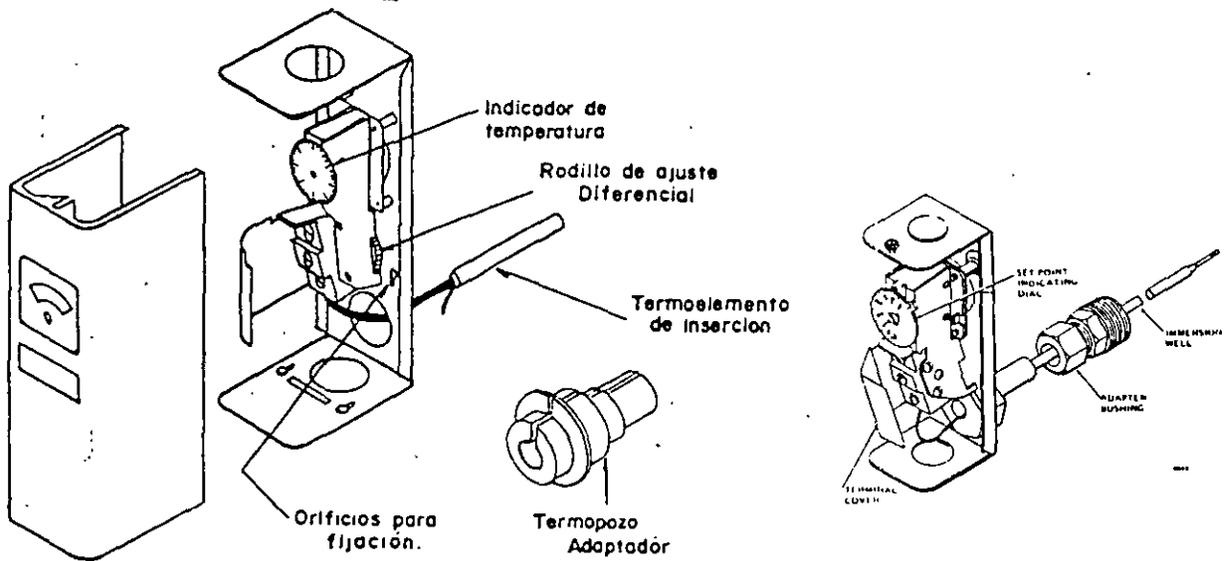
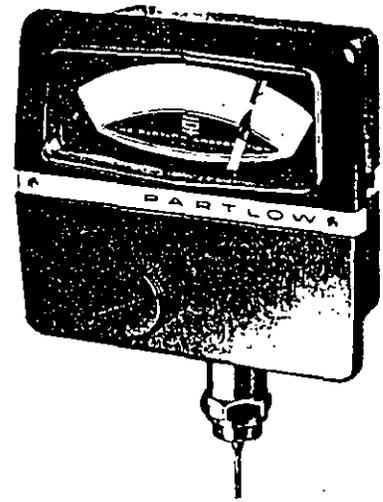
Para operar a un quemador modulante en calderas de agua caliente, se requiere un control de temperatura a base de un potenciómetro. HONEYWELL T991A1152 o el T991A1061 con rangos de operación de 71 a 127 °C.

En los calentadores de aceite se manejan temperaturas que van desde 180 °C hasta 350 °C. (HONEYWELL maneja temperaturas mximas de 127 °C).

Existe la marca PARTLOW de alta calidad.

Como control límite el PARTLOW LF4-445

Como control proporcional modulante el PARTLOW LFP-445.



Vista interna de un control de temperatura (Aquastato) L 4006 de Honeywell

VALVULAS SOLENOIDE

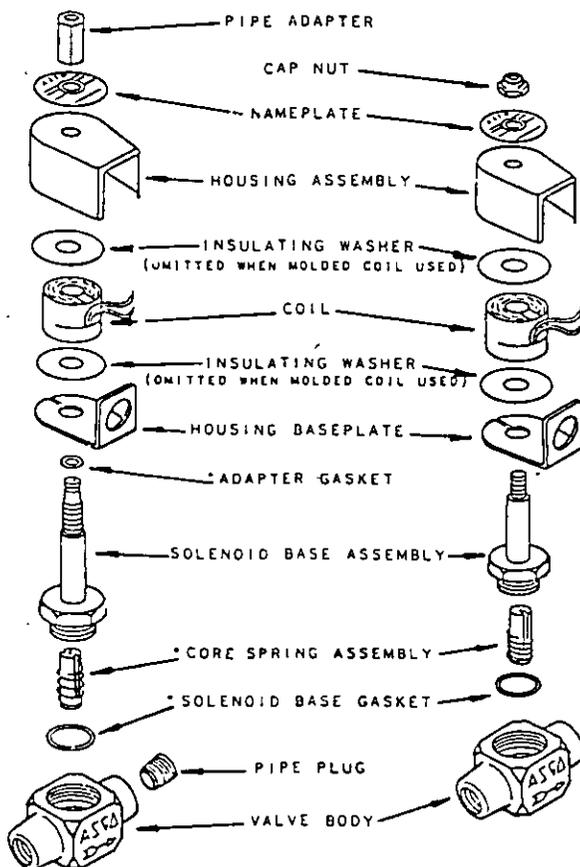
Para control de flujo de combustible y vapor, se utilizan válvulas solenoide dos vías conexión NPT, acción directa, normalmente cerrada marca ASCO, JEFFERSON o equivalentes, cuerpo de bronce forjado e interiores de acero inoxidable, bobinas clase F y H según sea la temperatura del combustible, NEMA tipo I

Por seguridad las válvulas principales de gas en quemadores de gas L.P. o natural, son de tipo de apertura lenta, cierre rápido y en unidades grandes se utiliza doble válvula conectado al mismo flujo de gas eléctricamente en paralelo.

CC	Cantidad	Marca ASCO Modelo	Diámetro Conexión	Diámetro Orificio
7.5-30	1	8262D20	1/4	3/32
30-100	2	8262D20	1/4	3/32
125-200	1	8210C6	3/8	5/32

NORMALLY OPEN CONSTRUCTION

NORMALLY CLOSED CONSTRUCTION



APLICACION DE VALVULAS SOLENOIDE JEFFERSON

- A) Para combustóleo (1312BS2). En calderas de combustóleo, usar únicamente el orificio amplio de 3/8", compitiendo contra la ASCO 8266C219L. JEFFERSON de 3/4" contra ASCO de 1/2".
- B) Para vapor de atomización utilizar 1390BT4 de 1/2" en calderas de hasta 125 CC. 1342BTO de 3/4" en calderas de hasta 350 CC. 1342BT1 de 1" en calderas mayores a 350 CC.
- C) Para aceite diesel 7.5 a 30 CC. Una flama 1327BA3 de 1/4" (3/32") 30 a 100 CC. Dos flamas 1327BA3 de 1/4" (3/32") 125 a 200 CC. Dos flamas flama baja: la 1327BA3 flama alta: 1a 1335BA1 (1/2")
- D) Para gas

JEFFERSON cuenta solamente con solenoides de baja presión en gas.

Para seleccionar, es necesario tomar en cuenta la presión de operación de la línea de gas.

7.5 a 60 CC:

de 7.5 a 20 CC 1330LA1 (1/2")
de 25 a 30 CC 1330LA2 (3/4")
de 40 a 60 CC 1330LA3L (1" R)

Piloto de Gas

Utilizar 1330LA1 de 1/2".

60 a 125 CC:

flama baja 1330LA1 (1/2")
flama alta 1330LA3L (1" R)

Solenoides para quemadores de gas.
(deben ser instaladas después de la reguladora de presión de gas).

Válvulas principales de gas.

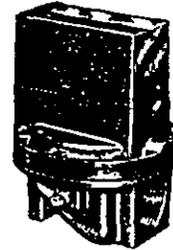
Los modelos JEFFERSON 1388 presentan una opción o alternativa para sustituir las válvulas ECLIPSE o HONEYWELL, de apertura lenta y cierre instantáneo.

Válvulas solenoide JEFFERSON								
Modelo	Uso	Diám. Pulg	Orificio pulg	N	Dif. max. psig	Presión Máx psig	Temp. max °C	Sustituye ASCO
1390BT4	Vapor	1/2	1/2	NC	1.5	220	180	8222A66
1342BT0	Vapor	3/4	3/4	NC	7.0	220	180	8222E3
1342BT1	Vapor	1	1	NC	7.0	220	180	8222B4
1312BS1	Combustol	1/2	3/16	NC	0	300	180	8266D57L
1312BS2	Combustol	3/4	3/8	NC	0	135	180	8266C219L
1327BA3	Dies/Agua	1/4	3/32	NC	0	300	180	8262D20
1335BA1	Dies/Agua	1/2	1/2	NC	1.5	150	150	8210C7
1335BA2	Dies/Agua	3/4	3/4	NC	1.5	150	150	8210D9
1330LA1	Gas B.P.	1/2	1/2	NC	0	1.5	----	8030A16
1330LA22	Gas B.P.	3/4	3/4	NC	0	1.5	----	8210C93
1330LAL	Gas B.P.	1	1	NC	0	7.2	----	8210B94
1330LA410L	Gas B.P.	1 1/4	1 1/2	NC	0	7.2	----	8210B55
1330LA4L	Gas B.P.	1 1/2	1 1/2	NC	0	7.2	----	8210B56
1330LA5L	Gas B.P.	2	2	NC	0	7.2	----	8210
1388LA16	Gas	1	1	NC	0	100	----	V5055
1388LA18	Gas	1 1/2	1 1/2	NC	0	100	----	V5055A1020
1388LA20	Gas	2	2	NC	0	100	----	V5055A1038
1388LA22	Gas	2 1/2	2 1/2	NC	0	100	----	V5055A1046
1388LA24	Gas	3	3	NC	0	100	----	V5055A1053

FILTROS PARA GAS.

JEFFERSON cuenta con un filtro tipo "Y", modelo 1359HS4, con maya de acero inoxidable de 150 micrones en 1/2" NPT, ideal para la protección de la reguladora y piloto de gas. Los pilotos de gas, deberán venir provistos de un filtro 1359HS4, para ser instalados antes de la reguladora de gas.

JEFFERSON también cuenta con un filtro mayor, el 1359HS6 en 3/4" NPT, para capacidades de gas mayores.



VALVULA PRINCIPAL DE GAS

Válvulas tipo diafragma operadas por solenoide para controlar el flujo de Gas L.P. a Natural de la marca HONEYWELL.

Estas válvulas tienen cuerpo en fundición de aluminio. Cierran al cortar la energía eléctrica. Son recomendables como válvulas principales de gas en calderas de 15 a 60 CC. Su tiempo de respuesta a la apertura es de 5 segundos y al cierre es de 2 segundos. La más pequeña V48A2151 de 19 mm tiene una capacidad de 18.9 m³/hr y la más grande V48A2268 de 75 mm tiene una capacidad de 157.5 m³/hr.

Para capacidades menores a 15 CC puede utilizar opción marca ASCO o JEFFERSON, capacidades superiores a 60 CC se sugiere utilizar válvulas principales de gas tipo hidramotor.

ACTUADORES PARA VALVULAS HIDRAMOTOR EN TUBERIAS DE ALIMENTACION DE GAS A QUEMADORES

HONEYWELL fabrica una serie de actuadores para válvulas hidramotor, que se instalan en los trenes de tuberías de alimentación de gas a quemadores industriales.

Generalmente se utiliza el actuador V4055A, de 2 posiciones abierto cerrado para gas en baja presión, montadas sobre las válvulas de la familia V5055A de 2 posiciones abierto y cerrado.

Los ACTUADORES V4055A se montan directamente sobre las válvulas V5055A.

Su característica principal es que abren lentamente (13 ó 26 segundos) y cierran de inmediato (máximo = 1 segundo) al haber algún corte de corriente eléctrica.

De esta forma, cuando existe una falta de corriente eléctrica momentánea, cierra la válvula de inmediato, no permitiendo el paso de gas hacia el quemador. Cumpliendo con esta función, se le deno-

mina "hidramotor o de seguridad para la alimentación de gas a quemador".

Ciertos usuarios exigen la instalación de tren FIA (Factory Insurance Association) o sea dos válvulas hidramotor, una seguida de la otra.

Los actuadores que normalmente se utilizan son: el V4055A1031 (para válvulas V5055A1020 ó A1038) el V4055A1064 (para válvulas V5055A1053 ó A1228).

Actuador	Tiempo de apertura seg	Nota:
V4055A1031	13	....
V4055A1064	26	Con placa

Otros modelos comerciales son:

Actuador	Tiempo de apertura seg	Nota:
V4055A1098	13	Sustituye a A1031
V4055B1039	13	Con placa para la V5055A1228, gas en alta presión

VALVULAS DE GAS HIDRAMOTOR EN TUBERIAS DE ALIMENTACION DE GAS A QUEMADORES

Las válvulas industriales de gas de la marca HONEYWELL, modelos V5055, se montan en la tubería de alimentación de gas al quemador, y requieren de un actuador V4055A antes mencionado.

Su operación es sencilla y proporciona una seguridad o protección adicional al usuario, por cortes en el suministro de corriente eléctrica.

Al no haber corriente eléctrica, cierran de inmediato (un segundo), no permitiendo de esta forma el paso de gas hacia el quemador.

Son válvulas normalmente cerradas (sin corriente están cerradas) de 2 posiciones abierto-cerrado.

HONEYWELL fabrica una serie de modelos:

- V5055A ON-OFF, baja presión
- V5055B Baja presión, con relación de apertura
- V5055C Baja presión, doble asiento
- V5055D ON-OFF, alta presión
- V5055E Alta presión, doble asiento

Generalmente se utiliza la válvula V5055A con un actuador V4055A.

Las válvulas V5055A en diámetros hasta de 3 pulgadas, con el actuador V4055A, tienen una presión máxima diferencial de operación de 5 psi, y una presión máxima de cierre, sin fugas de 15 psi.

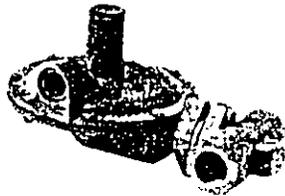
VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

Las calderas de combustóleo utilizan una válvula reductora de presión de vapor 100% mecánica para alimentar vapor a un máximo de 1.0 kg/cm² al calentador de combustóleo de baja presión.

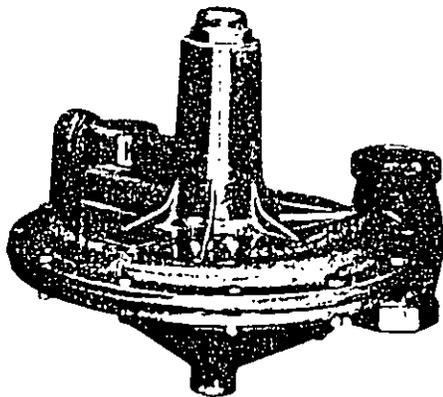
Estas mismas calderas también llevan un pequeño regulador de presión de gas L.P. para su piloto de encendido.

Las calderas con quemador principal de gas, también tienen incorporado su regulador de presión de gas del llamado baja presión. La presión en la entrada debe ser de 1 a 2 kg/cm² y su presión regulada a la salida es de 28 g/cm² aproximadamente.

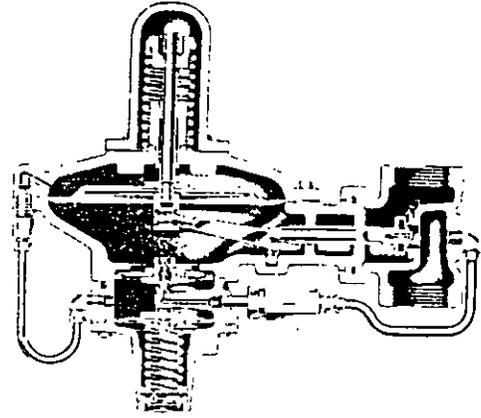
En válvulas reguladoras de presión de gas L.P. se debe prever una conexión de descarga al exterior, por una eventual falla o rotura del diafragma.



Serie-S100
Entrada Máxima: 125 Psi
Presión de Salida: 5.5" a 8.5" C.A.
Conexión: 19.1 mm (3/4") y 25 mm (1") N.P.T.



Serie-S200
Entrada Máxima: 100 Psi
Presión de Salida: 5-9" C.A. 8.5-18" C.A. 14-30" C.A.
Conexión: 38 mm (1 1/2") y 51 mm (2") N.P.T.



Serie-99
Entrada Máxima: 250 Psi
Presión de Salida: 5-2 Psi 2-10 Psi 10-20 Psi 10-65 Psi
Conexión: 51 mm. (2") N.P.T.

VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE GAS PARA PILOTO DE GAS

La presión de gas requerida a la entrada del piloto de gas de un quemador es de: Mínimo 5" columna H₂O (12 mbar ó 2.96 onzas = 0.185 psi). Máximo 15" columna H₂O (42 mbar ó 9 onzas = 0.56 psi).

A) Marca FISHER:

El regulador marca FISHER indicado para esta operación es el modelo R922.

Existiendo en éste dos alternativas:

Generalmente el R922 con el resorte 1B4136-27222 color NEGRO.

Con este resorte podemos regular la presión de salida entre 10 y 20 pulgadas columna de agua.

Cuando se requiere de una presión menor a las 10 pulgadas columna de agua, ser necesario cambiar el resorte por el modelo 1B4135-27222 color BLANCO, el cual nos permitir regular entre 5 y 10 pulgadas columna de agua.

En ocasiones podemos utilizar el resorte color CADMIO que nos dá única- mente presiones entre 10 y 13 pulgadas columna de agua.

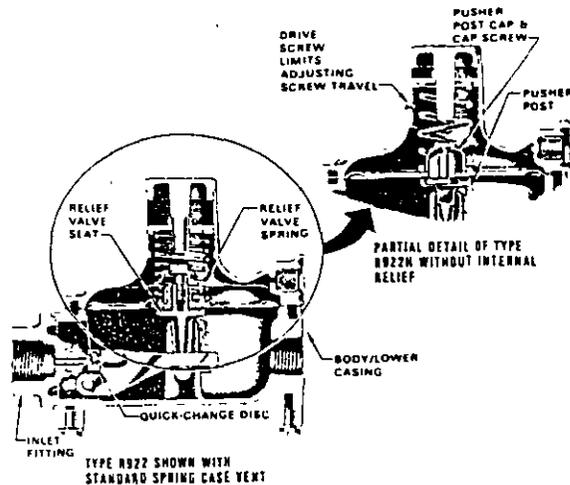
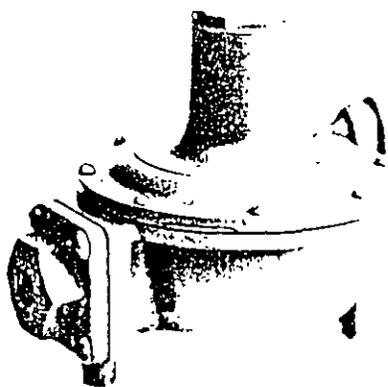
B) Marca HARPER WYMAN el mayormente instalado en los pilotos.

El regulador HARPER WYMAN modelo REGO 2403-C4 (1/2" NPT) con resorte 7 a 16 pulgadas columna de agua con un flujo máximo de 7 m³/hr es de fabricación nacional muy económico, puede sustituir a los modelos de FISHER antes mencionados.

HARPER WYMAN tiene un modelo de importación con un flujo de 14 m³/hora que es el REGO2503 con un rango de 7 a 14 pulgadas columna de agua.

C) Marca CMS

CMS es un fabricante nacional que únicamente lo fabrica con un resorte verde. Su modelo LOBO es regulable entre 5 y 11 pulgadas columna de agua. Tiene una entrada de 1/2" y una salida de 1" y dice el fabricante que deja pasar un flujo de 14 m³/hr. Este se podría utilizar en calderas pequeñas hasta 100 CC.



REGULADORA DE PRESION PARA VAPOR O AIRE DE ATOMIZACION

Las calderas de combustóleo requieren para la atomización del combustóleo aire comprimido o vapor. Normalmente utilizan vapor de la propia caldera. La presión de salida de la reguladora debe tener un rango MINIMO DE 10 psig Y MAXIMO DE 30 psig REGULABLE y resistir una temperatura de operación de 210 °C en el caso normal. Solamente cuando la caldera trabaja a una presión de operación mayor a 18.5 kg/cm², requeriré de una reguladora de acero con presión máxima de diseño de 300 psig.

Al trabajar con vapor, se tienen altas temperaturas y por lo tanto se requiere de diafragma, asiento e interiores de acero inoxidable. No use de neopreno.

Una válvula reductora de presión se debe instalar en un lugar accesible, debe estar alejada de un codo, para evitar de esta forma régimen turbulento.

Cuando requiere una válvula reductora del presión ya sea para gas, aire, vapor o agua, debe tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Presión de entrada y presión de salida a ser regulada.

- 2) El flujo de salida va de acuerdo a tablas de fabricante y depende de la presión de entrada hacia la reductora.
- 3) Normalmente una reguladora de presión se instala, colocando un manómetro con cola de cochino, una válvula macho (o globo) lubricada, un filtro para proteger la reductora.
- 4) Es recomendable la instalación de una válvula de seguridad, posterior al último manómetro, para el caso de que el orificio o la reductora se dañe y no reduzca la presión debidamente.

Rango CC	Modelo	Diámetro [pulg]	Resorte	Capacidad en [lb/hr] con salida 25 [psig] y presión de entrada de: [en psig]			
				75	100	150	200
Hasta 120	95L	1/2	IE395727192 Rojo	100	100	100	100
150-400	95L	3/4	IE399127162 Rojo	400	480	640	810
400 ó mayor	95L	1	IE399127162 Rojo	470	570	750	960

REGULADORA DE PRESION PARA VAPOR O AIRE DE ATOMIZACION EN QUEMADOR POWERMASTER MODELO FML, FMH Y FMHL.

Manejan una reductora de presión para aire, gas, vapor, agua, con interiores de acero inoxidable. Tamaños de 1/2 hasta 2". Tanto en la marca IISA y SWINDEMEX, al tener orificios similares tienen las mismas capacidades de vapor.

Tiene tres tipos de resorte, para pre-

siones de salida de:

- 3 - 15 psig - BAJO
- 10 - 50 psig - MEDIANO
- 30 - 150 psig - ALTO

La presión máxima de operación es de 250 psig a la entrada (18 kg/cm²) y una temperatura máxima de 250 °C.

Capacidades de válvulas reductoras de presión IISA para atomización de combustible.

Rango CC hasta	Modelo	Diámetro [pulg]	Resorte	Capacidad en [lb/hr] con salida 25 [psig] y presión de entrada de: [en psig]				
				40	50	75	100	150
125	IISA	1/2	Bajo	66	84	120	152	210
200	IISA	3/4	Bajo	100	127	182	233	333
300	IISA	1	Bajo	143	186	265	335	486
400	IISA	1 1/4	Bajo	200	250	360	470	660
500	IISA	1 1/2	Bajo	230	310	430	550	800

Las capacidades de vapor de la reductora de presión IISA son bastante inferiores a las de FISHER.

SWINDEMEX

Reguladores de presión tipo D con interiores de acero inoxidable.

Maneja 2 tipos de resorte:

Resorte grueso para salida en BAJA (De 2 a 30 psig)

Resorte delgado para salida en ALTA (De 30 a 150 psig)

Generalmente se utiliza el de BAJA para atomizaciones de vapor.

La reductora de presión puede recibir vapor hasta de 18 kg/cm².

Rango CC	Modelo Marca	Diámetro [pulg]	Capacidad en (lb/hr) con salida 25 (psig) y presión de entrada de: [en psig]			
			75	100	150	200
125	D-SWINDEMEX	1/2	113	143	205	270
150	D-SWINDEMEX	3/4	433	505	725	955
----	D-SWINDEMEX	1	433	505	725	655

HERSOL:

La HERSOL es la más económica y rara vez se encuentra en las calderas.

ESPREAS DE FLUJO CONSTANTE PARA QUEMADORES DE DIESEL

Las espreas o boquillas de atomización de aceite diesel tienen dos parámetros marcados exteriormente sobre el cuerpo de éstas. El flujo constante de diesel en galones por hora y el ángulo geométrico de aspersión. El flujo lo garantizan en $\pm 7\%$ con una viscosidad del Diesel de 34 a 36 S.S.U., y una presión de atomización de 100 lb/pulg² (7.03 kg/cm²) y temperatura de 75 a 80 °F. El ángulo geométrico de aspersión en la medida interior del cono de aspersión en grados y lo garantizan en ± 5 grados.

Las calderas tubos de fuego de diámetro reducido con relación a su longitud utilizan boquillas de 30 grados. Calderas con hogares amplios se van hasta 45 grados ó 60 grados.

Los fabricantes de calderas hacen

una buena elección de espreas para la capacidad especificada en altitud y placa o factura. Sin embargo, algunas veces el usuario tendrá que hacer ajustes en campo.

¿Cuándo es eso?

Primeramente usted debe tener gases de combustión incoloros, ni blancos ni negros. Después usted debe obtener 12% de bióxido de carbono. Al aplicarle la carga térmica a la caldera la presión del vapor no debe bajar a niveles inferiores a los previamente ajustados en el control de presión. Si la caldera no se apaga y la presión se baja constantemente, quiere decir que la caldera o las espreas son chicas. Si la caldera dura poco tiempo prendida y mucho tiempo apagada, es indicación que la caldera o boquillas están excedidas para esa carga térmica. Es recomendable que la caldera permanezca encendida la mayor parte del tiempo, sosteniendo la presión de

trabajo al aplicarle la carga térmica.

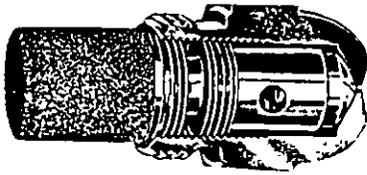
LAS CALDERAS DE BUENA EFICIENCIA TERMICA (80%) REQUIEREN 0.288 gpm POR CADA CABALLO CALDERA								
CC	Cant. Boq.	Total Req. [gph]	Presión Comb. [psi]	Esprea(s)	Pres. Comb. [psi]	Esprea(s)	Pres. Comb. [psi]	Esprea(s)
7.5	1	2.25	100	(1) de 2.25	125	(1) de 2.0	----	----
10	1	3.0	100	(1) de 3.0	130	(1) de 2.5	----	----
12.5	1	3.75	110	(1) de 3.5	150	(1) de 3.0	----	----
15	1	4.5	100	(1) de 4.5	125	(1) de 4.0	----	----
20	1	6.0	100	(1) de 6.0	100	(2) de 3.0	120	(1) de 5.5
25	1	7.5	100	(1) de 7.5	100	(1) 4.0 y (1) 3.5	115	(1) de 7.0
30	2	8.6	100	(1) 4.5 y (1) 4.0	115	(1) 4.5 y (1) 3.5	115	(1) de 8.0
40	2	11.5	100	(1) 5.5 y (1) 6.0	120	(1) 5.5 y (1) 5.0	130	(2) de 5.0
50	2	14.4	100	(1) 7.5 y (1) 7.0	125	(2) 4.5 y (1) 3.5	110	(2) de 7.0
60	3	17.3	100	(2) 6.0 y (1) 5.0	125	(2) 5.5 y (1) 5.5	115	(3) de 5.5
70	3	20.1	100	(2) 7.0 y (1) 6.0	125	(3) de 6.0	110	(3) de 6.5
80	3	23.0	100	(2) 8.0 y (1) 7.0	125	(3) de 7.0	105	(3) de 7.5
100	4	28.8	105	(4) de 7.0	125	(2) 6.0 y (2) 7.0	100	(3) 7.0 y (1) 8.0
125	4	36.0	100	(4) de 9.0	125	(4) de 8.0	100	(2) 10.0 y (2) 8.0
150	4	43.2	100	(3) 11.0 y (1) 10.0	120	(4) de 10.0	125	(3) 9.0 y (1) 12.0
200	4	57.6	105	(4) de 14.0	120	(4) de 13.0	120	(2) 14.0 y (2) 12.0

Cuando use más de una esprea, instale la más pequeña en la línea o portaboquilla que abre primero.

Use aire comprimido y/o solvente para la limpieza de boquillas. Terminantemente prohibido limpiar las espreas con alfileres, agujas, alambres o cepillos me-

tálicos. Puede alterar drásticamente el orificio y consecuentemente la flama o carburación.

Las marca más usada es la MONARCH pero existen otros fabricantes.



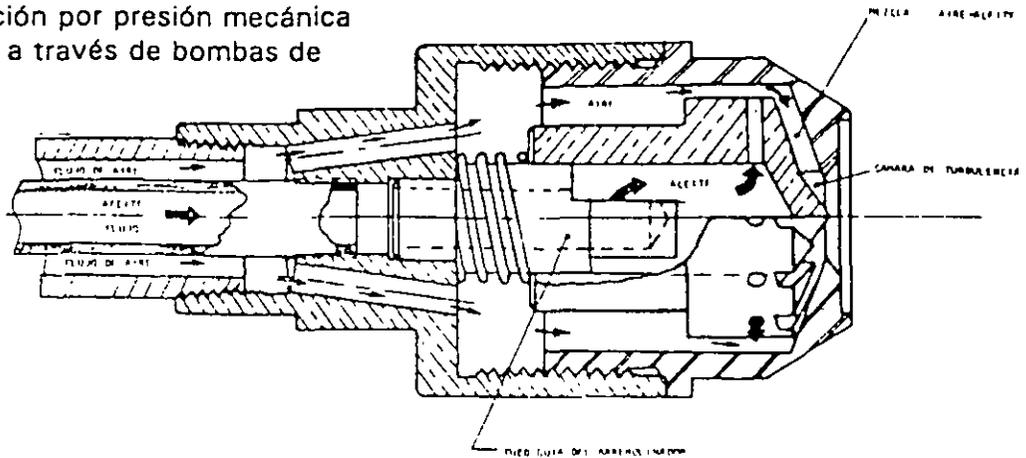
ESPRESAS DE FLUJO VARIABLE PARA COMBUSTOLEO O DIESEL CON ATOMIZACION POR AIRE O VAPOR

Monarch tiene boquillas de flujo variable para calderas relativamente grandes con quemador de Diesel o combustóleo. Los modelos E 179-H y E 180-H son de atomización por presión mecánica del combustible a través de bombas de

21.1 kg/cm² y la dosificación se efectúa regulando el retorno por desviación "By pass". Los fabricantes mexicanos de calderas no la utilizan regularmente en sus calderas.

Monarch también tiene los modelos C-169-WA y C-170-WA para atomización con aire en baja presión 1.5 kg/cm² que proporcionan un excelente resultado.

Las boquillas de flujo variable diseñadas y fabricadas originalmente por CLEAVER BROOKS tienen una gran aceptación en el mercado de calderas industriales.



DESGLASE DEL CONJUNTO BOQUILLA-QUEMADOR EN CALDERAS CLEAVER BROOKS PARA ATOMIZACION CON AIRE. DESCRIPCION Y No. DE PARTE.							
CC	50-100	125-150	200	250-350	400	500	600-800
Boquilla	251-14	251-13	251-10	251-15	251-75	251-51	251-68
Block Manifold	106-46	106-46	106-46	106-46	106-46	106-46	106-46
Tubo Quemador	90-140	90-148	90-148	90-163	90-204	90-204	90-240
Tubo Combustible	90-141	90-147	90-147	90-166	90-203	90-203	90-203
Porta Boquilla	277-47	277-47	277-47	277-58	277-75	277-75	277-75
Resorte	82-33	82-33	82-33	82-6	82-7	82-7	82-7
Empaque O'Ring	853-55	853-55	853-55	853-55	853-55	853-55	853-55
Seguro	46-14	46-14	46-14	46-14	46-14	46-14	46-14

Existe la válvula de control operada por una leva ajustable, marca ATLAS modelo 235-1, que dosifica con precisión el suministro de combustible a las boquillas sin retorno de flujo variable, así como la equivalente marca HAUCK modelo S-3-5.

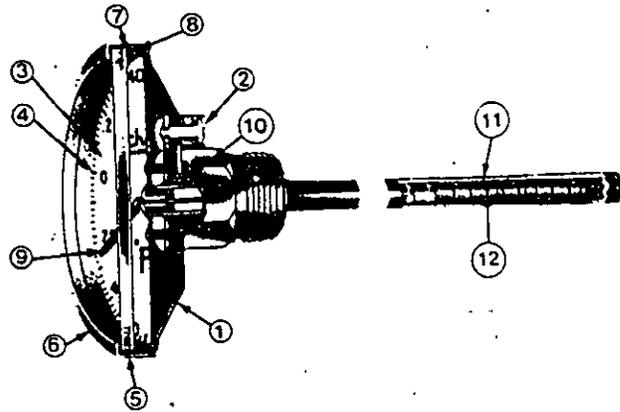
Las Calderas CLEAVER BROOKS tienen un vástago dosificador de flujo variable de combustible a las boquillas también llamado válvula medidora, que se debe revisar e instalar según carga térmica real independientemente de la capacidad nominal de la caldera.

No. 1	HASTA	80 CC
No. 2		100 CC
No. 3		125-150 CC
No. 4		200 CC
No. 5		250-350 CC
No. 6		400 CC
No. 7		500-800 CC

TERMOMETRO DE CHIMENEA

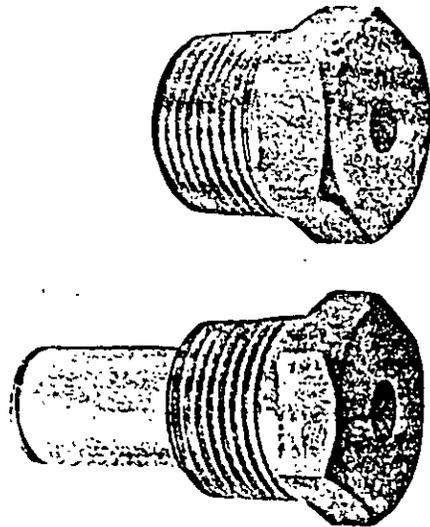
Este elemento muy pocos fabricantes de calderas lo instalan como equipo estándar, sin embargo, su uso auxilia enormemente a los operadores de calderas. A través de él saben cuando deben lavar y deshollinar; Como está su eficiencia de combustión y hasta anuncia anticipadamente desórdenes graves en la caldera. Es muy recomendable su instalación.

El más popular es el de la marca ROCHESTER bimetalico en cartulas de 75 y 127 mm en escalas de 50 a 500 °C y vástago de 152 mm.



1.- Caja; 2.- Recalibrador; 3.- Carátula; 4.- Escalas; 5.- Cristal; 6.- Bisel; 7.- Empaque; 8.- Separador; 9.- Aguja; 10.- Buje; 11.- Vástago; 12.- Elemento Sensor Bometálico.

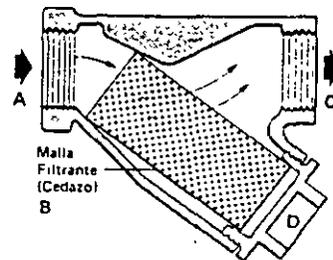
TAPON FUSIBLE



El tapón fusible supuestamente es un medio mecánico de protección para la caldera. Es una especie de tapón macho en latón con cuerdas NPT de 13 ó 19 mm; con un relleno interior de aleación BABITT 230 que al contacto con el vapor se fun-

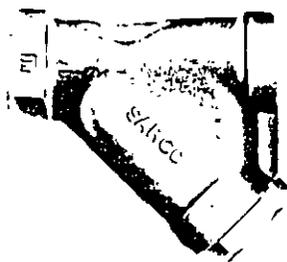
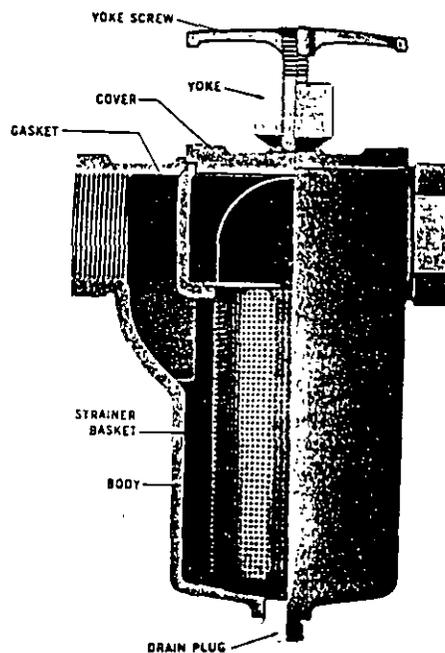
de. Cubierto con agua a presión en ebullición no se funde. Estos a su vez tienen dos longitudes, el llamado cañón largo de 51 mm y el llamado cañón corto de 30 mm.

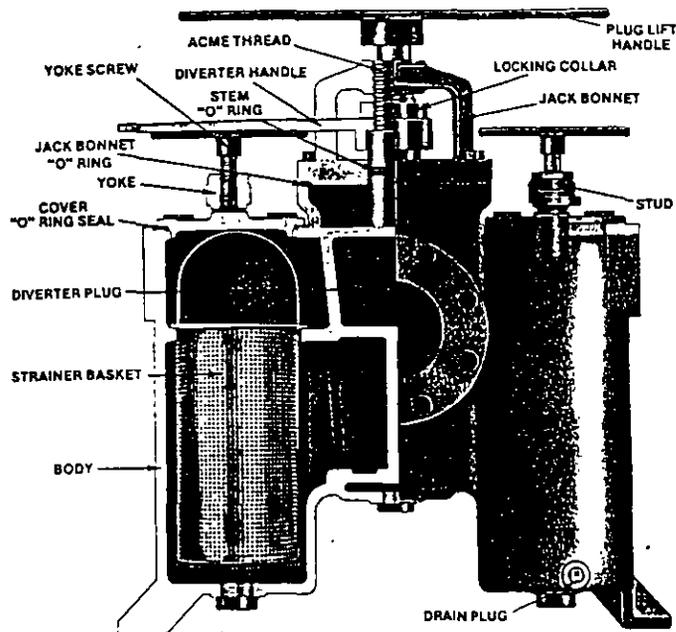
Se instala con el propósito de que escape vapor a la cámara de combustión anunciando PELIGRO al momento de abatirse el nivel interior de agua en la caldera. Esto es efectivo si el tapón no está envejecido (6 meses) y el operador está frente al quemador para descubrir su accionamiento. De no ser así, no sirve como medio de protección. Los operadores de calderas automáticas se confían y suelen alejarse de las calderas por momentos.



FILTROS

Todos los fluidos que intervienen en una caldera tales como, diesel, combustóleo, gas, agua, aire y vapor para prevenir la suciedad y por razones de seguridad siempre llevan filtros de buena calidad.





ARRANCADORES MAGNETICOS

El mando de fuerza eléctrica a los motores de ventilador, bomba de agua y resistencias eléctricas en las calderas de combustóleo, se hace a través de contactores de corriente alterna tripolares.

TERMOMAGNETICOS-CONTACTORES-BIMETALICOS SIEMENS EN 3 X 220 VOLTS.				
Motor HP	Fusible (A) Tipo/Catalogo	Interruptor Termomagnetico (A)**	Contactora (Categoria uso) AC 2/3 Tam. No. Tipo	Relevador Bimetalico (Regulación a) Tipo
1/4	3NA1011/311457(6)	-----	3TB42 (1)	3UA52(1.0-1.6)
1/3	3NA1011/311457(6)	-----	3TB42 (1)	3UA52(1.6-2.5)
1/2	3NA1011/311457(6)	-----	3TB42 (1)	3UA52(1.6-2.5)
3/4	3NA1012/311469(10)	-----	3TB42 (1)	3UA52(2.5-4.0)
1	3NA1012/311469(10)	-----	3TB42 (1)	3UA52(2.5-4.0)
1.5	3NA1013/311471(16)	-----	3TB42 (1)	3UA52(4.0-6.3)
2	3NA1013/311471(16)	-----	3TB42 (1)	3UA52(6.3-10)
3	3NA1014/311483(20)	-----	3TB42 (1)	3UA52(6.3-10)
5	-----	3VT-5200 OWN (30)	3TB42 (1)	3UA52-54(10-16)
7.5	-----	3VT-5200 OWQ (50)	3TB44 (2)	3UA54(16-25)
10	-----	3VT-5200 OWQ (50)	3TB44 (2)	3UA54(25-36)
15*	-----	3VT-5200 OWS (70)	3TB48 (4)	3UA43(30-45)
20*	-----	3VT-5200 QWT (100)	3TB48 (4)	3UA42-43(40-63)
25*	-----	3VT-5300 OWU (125)	3TB50 (6)	3UA43(55-80)
30*	-----	3VT-5300 OWU (125)	3TB50 (6)	3UA43(55-80)

RESISTENCIAS ELECTRICAS

5 KW; 3NA1017/311510 " 3VT5200 OWN (30); 3TB42(1)3UA52-54(10-16)
 7.5 KW; 3NA1018/311522 " 3VT5200 OWQ (50); 3TB44(2)3UA54 (16 - 25)
 10 KW; 3VT-5200-OWS(70); 3TB48(4); 3UA43(30 A 55).

CHIMENEAS

Las chimeneas tienen la función de evacuar los gases de combustión a la atmósfera y despejarlos a una área relativamente grande. En calderas de operación manual carentes de ventiladores de tiro forzado o tiro inducido, también tienen la función de crear un tiro natural, o sea una diferencia de presiones que alimente el aire necesario para la combustión. Si a una caldera tipo paquete con ventilador de tiro forzado o inducido se le instala una chimenea muy alta, puede provocarle alteraciones en la combustión y entonces ser necesario instalarle una compuerta en la base de la chimenea para que anule el efecto de inductor sobre el quemador y no afecte el ciclo de encendido automático y la carburación de la unidad.

Los elementos de una chimenea son: brida de conexión a la caldera, faldón, bota-aguas y sombrero.

Los que instalan colectores de hollín son personas que tratan de corregir el efecto y no la causa. Los colectores de hollín no impiden que se siga generando hollín y por mucho hollín que colecten siempre se quedarán cortos en su colección. Mejor preocúpese por carburar correctamente su caldera.

En la construcción de chimeneas debe considerarse seriamente el calibre de lámina pues interiormente no se pintan ni se protegen de la corrosión. Son muy atacadas por el oxígeno libre y el ácido sulfúrico producto de la reacción química entre las condensaciones de H_2O y el bióxido de azufre generados en la combustión.

No olvide que la base de la chimenea debe llevar un termómetro bimetálico para observar el comportamiento de la caldera.

Diámetro Mínimo para Caldera con Tiro Forzado o Inducido	
CC	Diámetro [mm]
15-20	152
30-40	204
50-60	254
70-100	305
125-200	407
250-350	508
400-700	610

EQUIPOS COLATERALES EN SALA DE CALDERAS

Suavizadores de agua

Siendo la función del agua en la industria menos importante que en la vida de los seres humanos, es irónico que en la industria y no el hombre, es donde se requiere el agua químicamente más pura. Casi toda la industria requiere de agua tratada. En la industria, el agua dura o agua con alguno de los componentes que es poseedora, puede afectar la supervivencia de los equipos. Las calderas no desarrollan su capacidad debido a incrustación o corrosión. El acabado de las telas es defectuoso. Las lavanderías sufrirán desperdicio innecesario de productos químicos, etc.

Suavización de agua por intercambio iónico.

Posiblemente las más comunes y menos tolerables impurezas en el agua, son los iones de calcio y magnesio, causantes de la dureza. Estos son responsables de la incrustación que se forma y deposita en calderas, tuberías, condensadores, sistemas de recirculación, lavadoras de botellas y cualquier otro equipo en el

que se usa agua caliente. La presencia del calcio y magnesio afecta el sabor de muchos alimentos, especialmente los enlatados. En las operaciones del proceso en donde se emplean jabón o detergentes alcalinos, el uso de agua dura no únicamente desperdicia éstos, sino que se obtienen productos de inferior calidad al formarse depósitos insolubles en los artículos que han sido procesados. Con agua suavizada en la industria textil, se obtiene un artículo terminado de una coloración más brillante y más firme.

El proceso de intercambio iónico para suavización de agua es altamente efectivo y al mismo tiempo sencillo. El agua a tratar es pasada a través de una columna de intercambio catiónico en ciclo sódico, que reemplaza los indeseables iones de calcio y magnesio por iones de sodio, que no causan ningún problema.

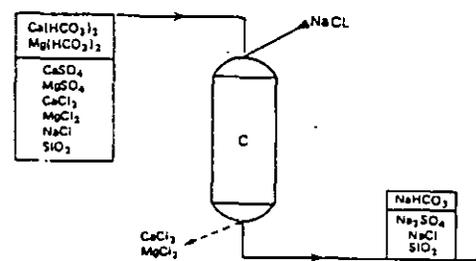
Una vez que se haya pasado por la columna una cantidad definida de agua, su capacidad de intercambio se ve agotada, por haberse cargado la masa con iones de calcio y magnesio y es necesario regenerar la misma, para esto, se invierte el proceso, es decir, se hace pasar por la columna una solución de sal común NaCl por medio de un eyector especial interconstruido en válvulas que funcionan automáticamente al hacer el movimiento que corresponde a la regeneración.

Los equipos de suavización de agua son construidos de placa de acero, con cabezas elípticas troqueladas, ensambladas y soldadas al cuerpo. Para asegurar una perfecta distribución de las aguas de lavado, los equipos están provistos de una cámara de presión para retroirrigación indirecta, así como accesorios de aspersión superiores, que aseguran distribución del agua al estar la unidad en servicio.

Todos los equipos están equipados con válvulas semiautomáticas de tipo múltiple que simplifica su manejo al combinar

el trabajo de seis válvulas comunes en una sola. Las válvulas de las unidades harán todas las operaciones de la regeneración, moviendo la palanca a una de las tres posiciones de que consta, o sea, retrolavado, regeneración y servicio. Las ventajas de estas válvulas son muchas; acción por medio de una sola palanca, ningún contacto de partes metálicas, ajuste exacto, construcción sencilla, eyector interconstruido y ningún desgaste.

Usos del agua suavizadora; el agua suavizada por intercambio iónico, encuentra usos en aplicaciones tan variadas como: lavanderías, calderas, hospitales, empacadoras, industria química, industria textil, embotelladoras, cervecerías, plantas termoeléctricas, fábricas de hielo, hoteles, tenerías, etc.



Explicación del diagrama de todas las posibilidades de operación de las válvulas de puertos múltiples, funcionamiento y características de sus partes importantes que hacen fácil el manejo de los equipos suavizadores.

Posición No. 1 Lavado

La válvula invierte el flujo hacia arriba. Lo importante es que estas válvulas de puertos múltiples tienen integrado un regulador de presión ajustable o regulable el cual evita que el lecho se revuelva, se tire y se pierda tiempo y dinero. Deber ajustarse la presión hasta que el lecho se

afloja a un nivel adecuado. El flujo arrastra o expulsa al drenaje los desechos e impurezas acumuladas durante el ciclo de suavizado hasta arrastrar todos los desechos y deja la resina limpia, antes de ser regenerada con sal.

Posición No. 2 Regeneración y Enjuague.

Se tiene integrado en la válvula de puertos múltiples un eyector regulable para succionar automáticamente salmuera que se requiera. El mismo flujo de agua pasa a través del eyector integrado a la válvula y el volumen de salmuera es regulable desde cero hasta la necesidad requerida en tiempo y volumen. Basta abrir la válvula de salmuera y la válvula de puertos múltiples, transportar la salmuera hasta el tanque de resina y una vez que se suministra la cantidad de salmuera o productos químicos adecuados. Cierre la válvula de salmuera y la misma válvula de paso múltiple en posición número 2 hace el enjuague o lavado automático. La válvula de puertos múltiples seguirá suministrando agua al tanque de resina para enjuagar la sal de la resina, hasta obtener agua suave.

Posición No. 3 Servicio

Poniendo la palanca en la posición No. 3 está en servicio de suavizado. El flujo del agua es hacia abajo a través de la resina suavizadora para salir a las líneas del agua suave.

IMPORTANTE: Es necesaria una presión de 2.5 a 3.5 kg/cm² en el agua del suavizador para que pueda operar el eyector integrado. De no alcanzar esta presión, el suavizador no se regenera por falta de aspiración de salmuera.

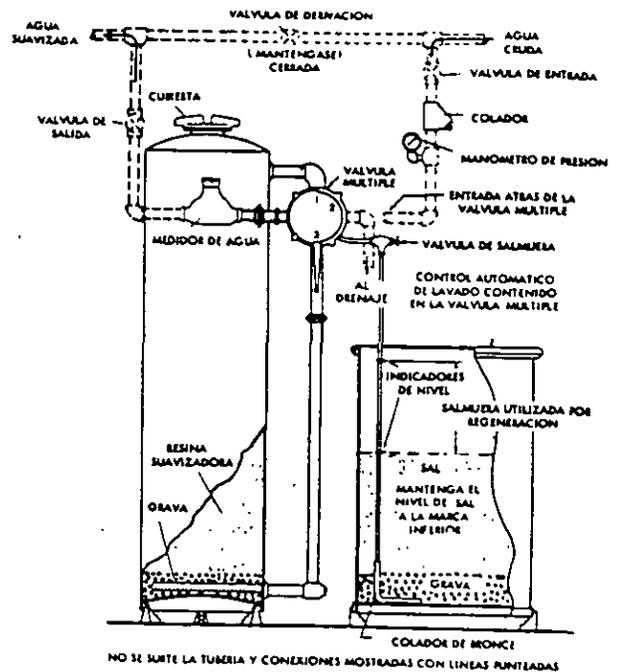


DIAGRAMA DE INSTALACION

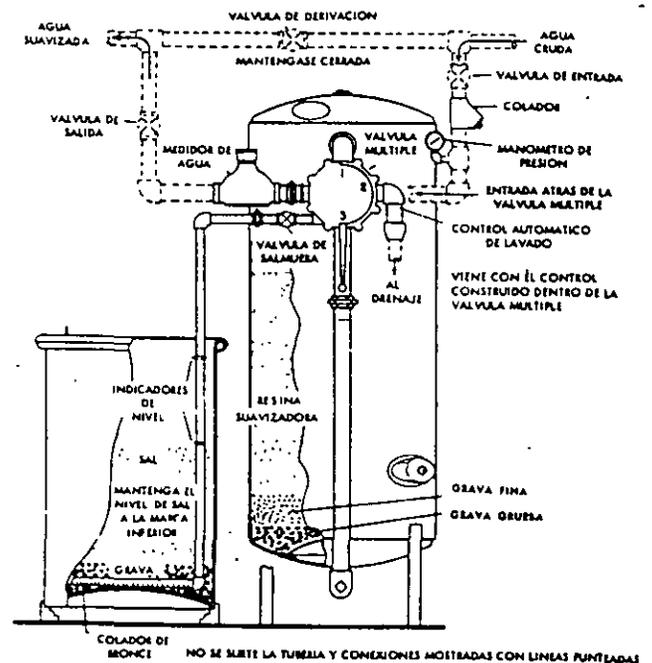
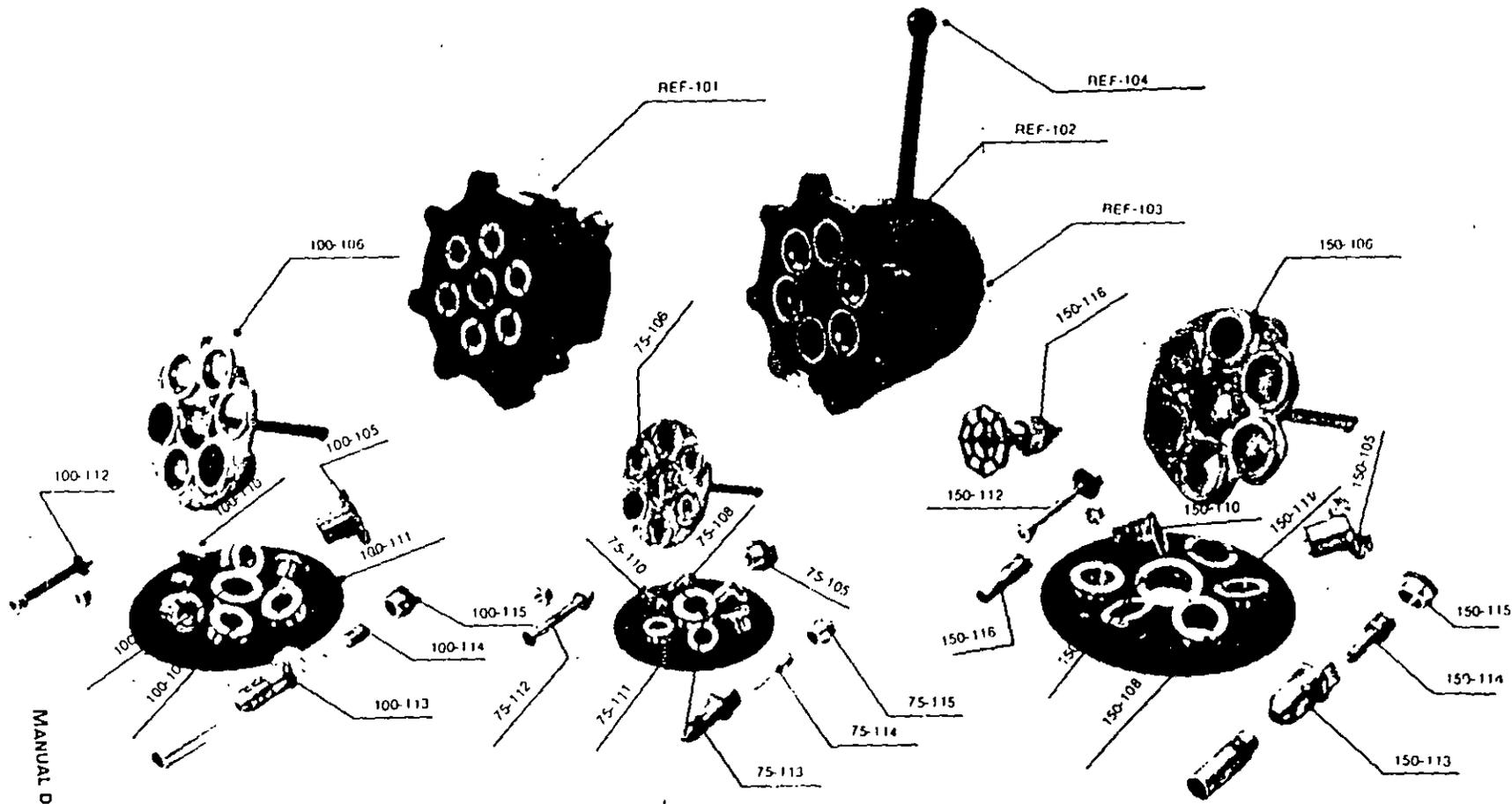
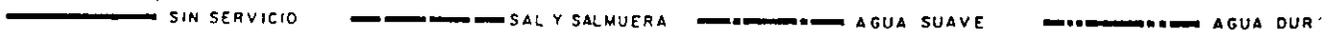
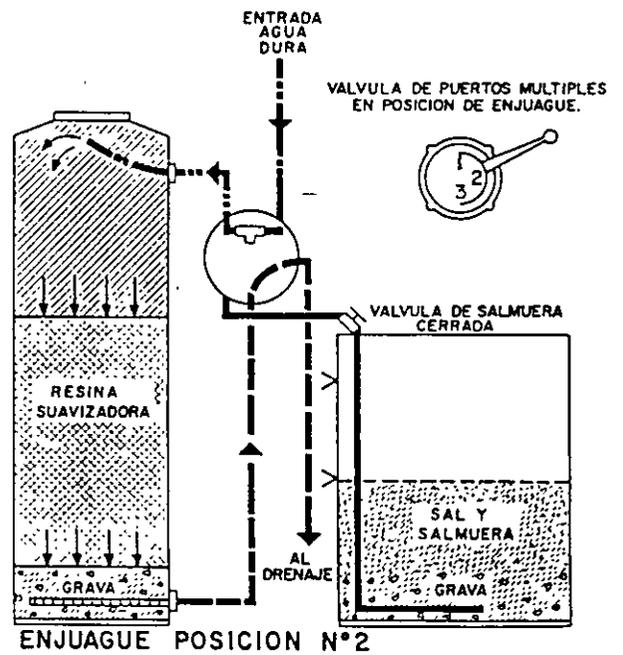
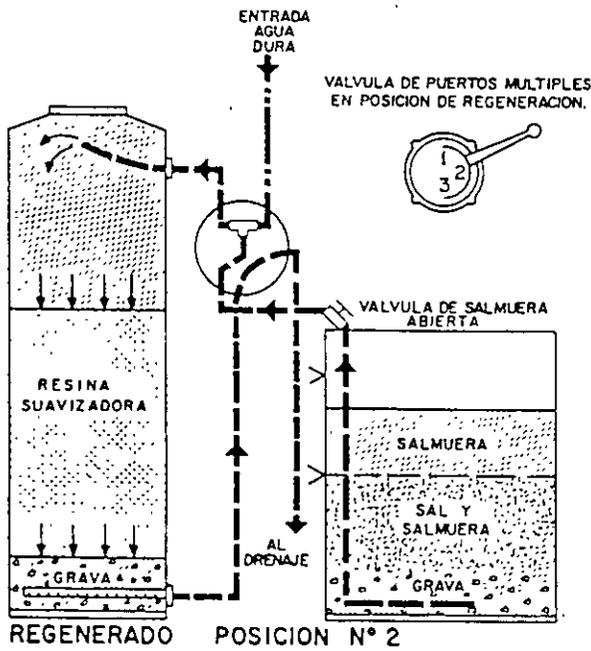
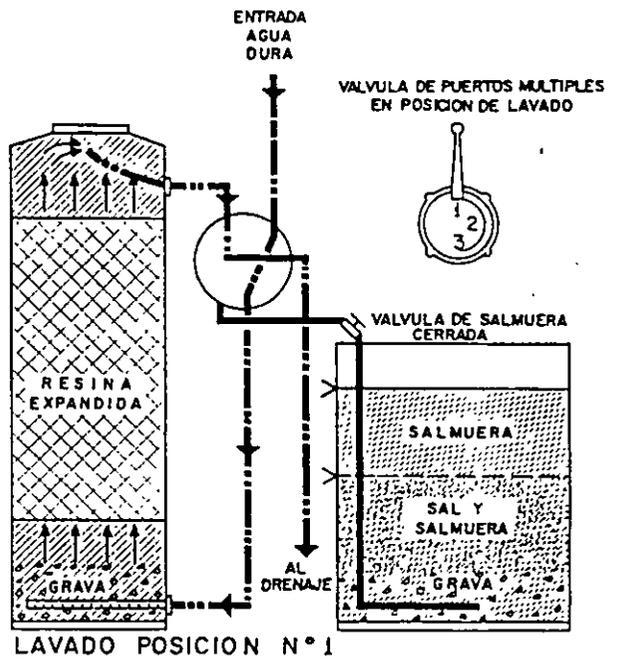
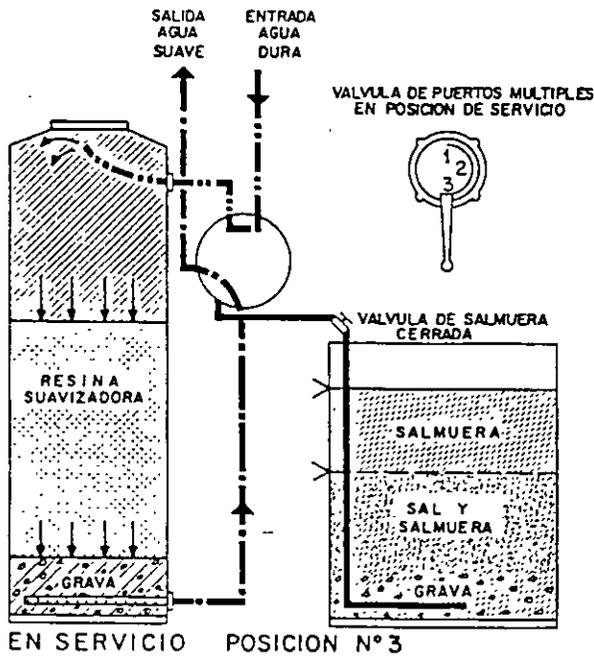
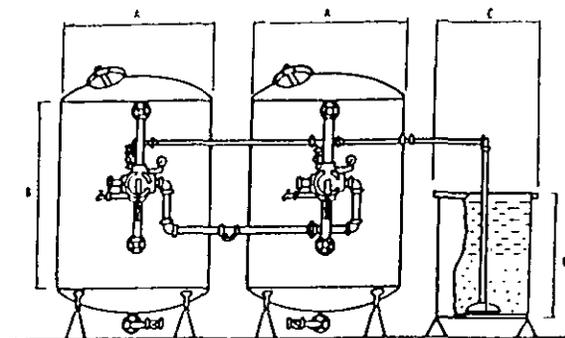


DIAGRAMA DE INSTALACION

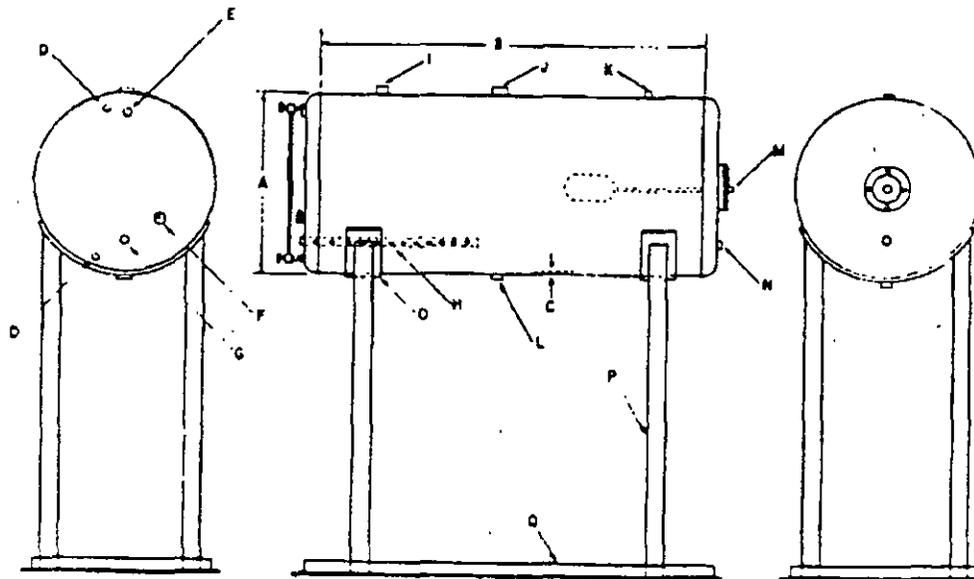


OPERACION DE EQUIPO SUAVIZADOR: POSICIONES DE LA VALVULA DE PUERTOS MULTIPLES





Modelo	Capacidad de Resina		Diámetro Tubería		Flujo Máx. [lpm]	Sal usada por Regeneración Capacidad [kg]		Dimensiones en cm				Capacidad de Almacenamiento de Sal	Peso [kg]
	[Granos]	[Pies ³]	[mm]	[pulg]		Máxima	Mínima	A	B	C	D		
IET-150	45000	1.5	19	3/4	39	9	4.5	28	122	38	91	80	150
IET-180	60000	2	19	3/4	44	12	7	28	122	38	91	80	180
IET-220	80000	2.7	19	3/4	55	15	7.5	38	122	48	91	80	220
IET-250	100000	3.3	19	3/4	58	19	9.5	38	122	48	91	115	250
IET-300	125000	4.2	19	3/4	58	24	12	38	152	48	91	115	300
IET-400	125000	4.2	25	1	70	24	12	38	152	48	91	200	400
IET-460	150000	5	25	1	80	28	14	48	152	48	120	300	460
IET-470	150000	5	38	1 1/2	100	28	14	48	152	48	120	300	470
IET-750	200000	6.7	38	1 1/2	100	38	19	57	152	57	120	300	750
IET-760	200000	6.7	38	1 1/2	120	38	19	57	150	57	120	300	760
IET-765	250000	8.3	38	1 1/2	140	47	24	57	150	57	120	350	765
IET-850	300000	10	38	1 1/2	160	56	29	77	150	77	120	400	850
IET-1000	450000	15	38	1 1/2	200	84	42	77	150	88	120	700	1000
IET-1050	450000	15	51	2	240	84	42	77	150	88	120	700	1050
IET-1500	600000	20	51	2	320	144	57	90	183	105	120	900	1500



DIMENSIONES EN mm DE TANQUE PARA RETORNO DE CONDENSADOS

	325	700	1100	1850	2650
Capacidad del Tanque en Its	325	700	1100	1850	2650
Para capacidades en Caballos Caldera	20-60	80-125	150-200	250-350	400-500
A Diámetro	580	770	960	1060	1060
B Longitud	1220	1520	1520	2085	3050
C Calibre lámina	12	12	3.2(1/8")	3.2(1/8")	3.2(1/8")
D Cristal de nivel 1/2 cople	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")
E Derrame, 1/2 cople estandar	25(1")	25(1")	51(2")	51(2")	51(2")
F Termómetro, 1/2 cople estandar	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")	13(1/2")
G retorno condensados alta presión 1/2 cople	38(1 1/2")	51(2")	51(2")	51(2")	51(2")
H Tubo de distribución, tubo estandar con perforaciones de 1/4" en ambos lados	38(1 1/2")	51(2")	51(2")	51(2")	51(2")
I Retorno condensado baja presión 1/2 coples	32(1 1/4")	51(2")	51(2")	51(2")	51(2")
J Ventila 1/2 cople estandar	63(2 1/2")	63(2 1/2")	63(2 1/2")	63(2 1/2")	63(2 1/2")
K Alimentación directa agua 1/2 coples estandar	19(3/4")	19(3/4")	19(3/4")	19(3/4")	19(3/4")
L Purga, 1/2 cople estandar	32(1 1/4")	38(1 1/2")	38(1 1/2")	38(1 1/2")	38(1 1/2")
M Alimentación agua 1/2 cople	25(1")	25(1")	25(1")	25(1")	25(1")
N Salida de agua 1/2 cople estandar	32(1 1/4")	63(2 1/2")	63(2 1/2")	63(2 1/2")	63(2 1/2")
O Placa de refuerzo 4.8 mm por	102	127	127	178	178
P Patas, canal de ___ por ___ altura	76x1200	102x1200	102x1200	150x1520	150x1520
Q Base, ángulo lados iguales 4.8 mm por	38(1 1/2")	4.6 x 51	4.6 x 51	6.3 x 51	6.3 x 51

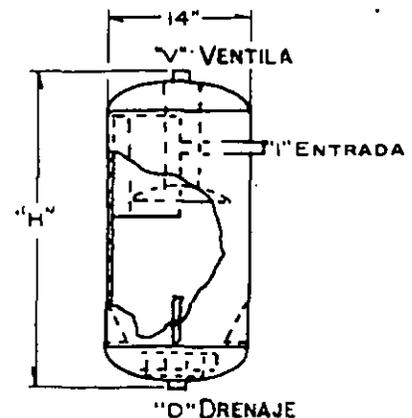
TAMAÑOS ESTANDAR DE TANQUES DE COMBUSTIBLE			
Capacidad [lts]	Diámetro [mm]	Longitud [mm]	Lámina Calibre
1500	870	2440	12
2000	960	2740	12
3000	1060	3660	12
4000	1250	3350	12
5150	1350	3660	12
6000	1350	4270	12
7300	1440	4570	1/8"
10000	1540	5490	1/8"
15000	1830	5796	3/16"
20000	2120	6100	3/16"

SEPARADOR CENTRIFUGO DE PURGAS

En el cambio de fase líquida a fase vapor, permanecen sólidos en suspensión dentro de la caldera, cuya concentración aumenta al incrementar el número de horas de generación de vapor. Para disminuir esa concentración de sólidos en suspensión, periódica o continuamente se purga la caldera. Si la presión manométrica del vapor es menor a 0.5 kg/cm^2 , se puede purgar la caldera, arrojando los desechos directamente a un drenaje común, pero si su presión de operación es mayor a esta cifra, es necesario descargar la purga de su caldera a una fosa de 1.0 m^3 abajo del nivel de piso, con un colchón de agua que cubra el 40% del volumen, y un arreglo tal, que se evacue al drenaje común. Esta fosa debe tener un registro de hombre y una ventila amplia al exterior.

A veces la construcción de la fosa de purgas es problemática y no es económica, pero se tiene como alternativa el separador de purgas, el cual suple con creces la fosa. Es un tanque de presión metálico, vacío, con entrada tangencial el tubo de purga con mamparas interiores y fácil de instalarse arriba o abajo del nivel

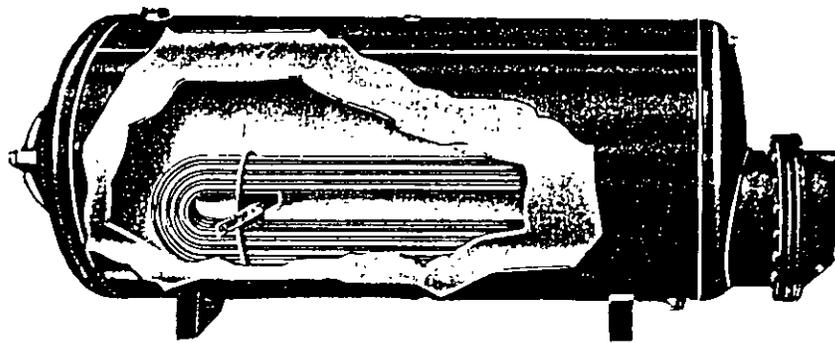
del piso. Este separador permite la evaporación súbita, con bajo nivel de ruido, y en forma suave y amortiguada descarga los lodos al drenaje y el vapor a la atmósfera.



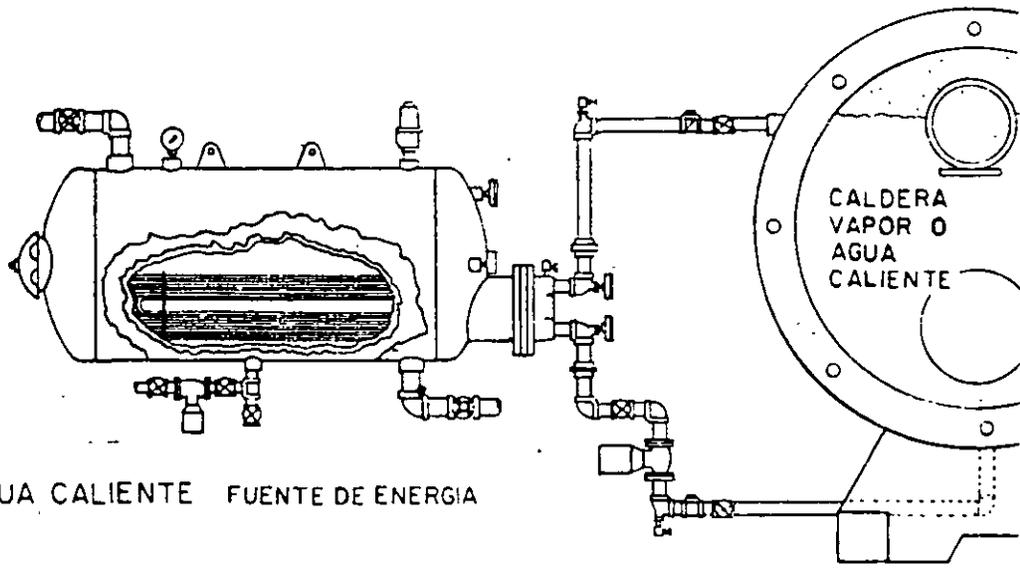
Dimensiones de H, I, D y V en la tabla de la siguiente página.

Dimensiones en Separador Centrifugo de Purgas Acotación en: pulg

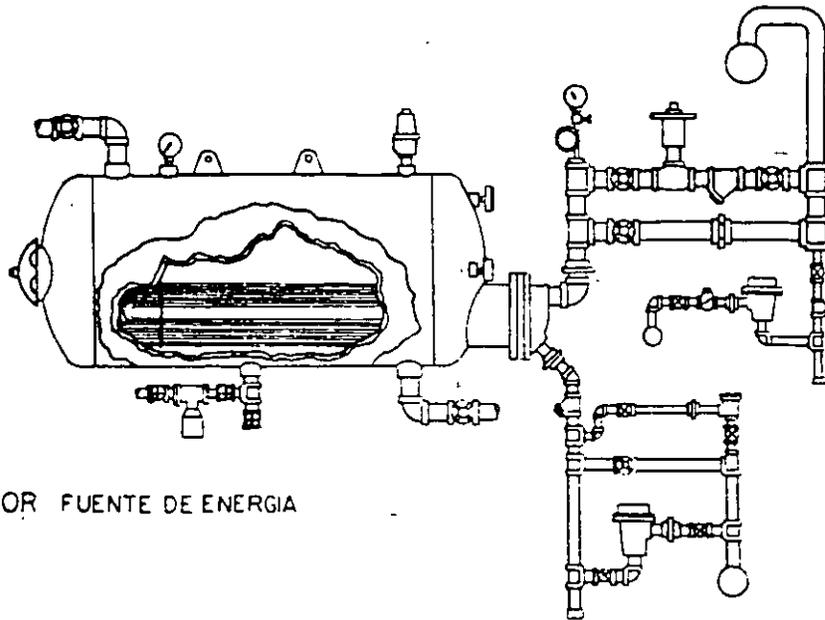
TAMAÑO VALVULA PURGA	1" ϕ				1 1/4" ϕ				1 1/2" ϕ				2" ϕ			
	H	I	D	V	H	I	D	V	H	I	D	V	H	I	D	V
Dimensiones Separador																
Presión de operación 0-15	14	1	2	2 1/2	20	1 1/4	3	4	20	1 1/2	3	4	20	2	4	5
16 - 50	20	1	2	2 1/2	34	1 1/4	3	4	34	1 1/2	3	4	34	2	4	5
51 - 100	20	1	3	2 1/2	34	1 1/4	4	4	34	1 1/2	4	4	34	2	5	5
101 - 125	34	1	3	3	34	1 1/4	4	4	34	1 1/2	4	5	34	2	5	5
126 - 150	34	1	3	3	34	1 1/4	4	4	34	1 1/2	4	5	56	2	5	5



TANQUES DE AGUA CALIENTE



AGUA CALIENTE FUENTE DE ENERGIA



VAPOR FUENTE DE ENERGIA

TANQUES ALMACENADORES DE AGUA CALIENTE CON CAMBIADOR DE CALOR A VAPOR (INTEGRADO)							
PRESION DE TRABAJO 7.0 kg/cm ² VAPOR DE 7.0 kg/cm ²							
CAPACIDAD DE TANQUE EN Its	3000	4000	5000	7000	10000	15000	20000
TANQUE ALMACENADOR DIAMETRO x LONGITUD [m]	1.16 x 2.74	1.16x3.66	1.35 x 3.35	1.44 x 4.28	1.64 x 4.57	1.83 x 5.49	1.93 x 6.41
ESPEJOR EN (mm) Y [pulg] CUERPO TAPAS	6.3 (1/4) 7.9 (5/16)	6.3 (1/4) 7.9 (5/16)	7.9 (5/16) 9.5 (3/8)	7.9 (5/16) 11.1(7/16)	9.5 (3/8) 11.1(7/16)	11.1(7/16) 14.28 (9/16)	11.1(7/16) 14.28 (9/16)
CAMBIADOR DE CALOR: DIAMETRO POR LONGITUD [pulg x m] SUP. DE TRANS. DE CALOR [m ²] CAP. DE CALENTAMIENTO [kcal/h] ΔT = 40°C	6 x 1.22 1.34 120000	6 x 1.82 2 160000	6 x 2.13 2.32 200000	8 x 1.52 3.05 280000	8 x 2.13 4.55 400000	10 x 1.52 6.15 600000	10 x 2.13 8.25 800000
VALVULA DE CONTROL TERMOSTATICO DIAMETRO EN [mm] 25T	13	19	25	25	32	38	51
(3) VALVULAS: DOS COMP. UNA GLOBO	13	19	25	25	32	38	51
TRAMPA DE VAPOR TAMAÑO EN [mm]	25	25	25	25	25	38	38
MARCA SARCO MODELO	FT1014	FT1014	FT1014	FT1010	FT1010	FT1014	FT1014
DOS FILTROS DE VAPOR TIPO	1-13 1-25	1-19 1-25	2-25	2-25	1-25 1-32	2-38	1-38 1-51
UNA VALVULA DE ALIVIO DIAMETRO EN [mm] AJUSTADA A 8.8 kg/cm ²	19	25	25	32	32	38	51
REGISTRO DE HOMBRE 38 x 28 cm	.....	.....	1	1	1	1	1
TERMOMETRO ANGULAR EN ESCALA DE 0 a 130 °C	1	1	1	1	1	1	1
SUPERFICIE EXTERIOR DE TANQUE POR FORRAR CON AISLAMIENTO TERMICO EN [m ²]	13.59	16.27	17.9	23.9	29.23	38.57	46.98
PESO APROXIMADO DEL EMBARQUE [kg]	650	825	1135	1530	2200	3400	4125.

INTRODUCCION Y GENERALIDADES SOBRE RECIPIENTES CRIOGENICOS

Recipiente Criogénico: Aparato construido para operar con fluidos en estado líquido a temperaturas bajas y criogenicas.

- Los conceptos fundamentales de la tecnología criogenica y de bajas temperaturas se utilizan en casi todas las ramas principales de la industria criogenica, tiene un vasto campo de desarrollo en el futuro, es algo que puede sustentarse al observar sus diferentes aplicaciones en la industria del espacio, en los procesos del oxigeno para la producción de acero, en el área de la industria de los procesos químicos, en la industria médica, así como en la utilización de procesos criogenicos en la industria del petróleo, del gas natural, del cemento, del vidrio y en la industria alimenticia y electrónica. Uno de los principales beneficios de la tecnología criogenica reside en el hecho de que un numero importante de gases se transforma en líquido a temperatura inferior a la temperatura ambiente.
- El manejo de gas licuado requiere de un menor espacio del recipiente, que aunado al ahorro correspondiente en el costo de los materiales, transportación, fabricación e instalación, lo hace realmente costeable. En términos de volumen, los principales consumidores comerciales de los productos derivados de los procesos criogenicos, están representados por la industria del acero y la industria de los procesos químicos.
- Entre los productos criogenicos y de bajas temperaturas de importancia comercial, se encuentra el Propano refrigerado, Amoniacó anhídrido, Bióxido de carbono, Oxido nitroso, Etano, Etileno, Metano, Oxigeno, Nitrógeno, Argón, Cloro, Hidrógeno y Helio.

Para este propósito se considera los términos:

Baja temperatura de 0°C A - 100°C
Temperatura Criogenica de - 100°C A - 273°C

- **Materiales y Propiedades**
La selección de metales para la aplicación de bajas temperaturas debe realizarse tomando en consideración una gran diversidad de propiedades mecánicas incluyendo las mas usadas como: Límite de cedencia (σ_s), Resistencia a la tensión (T_s), Límite de fatiga, Ductibilidad (%RA) y resistencia al impacto (Charpy)
- Los aceros del 2 ¼ a 3 ½ por ciento de níquel con bajo contenido e carbono son utilizadas en instalaciones fijas para almacenaje de gases licuados a temperaturas de hasta - 100°C (- 150°F). Su uso frecuente se especifica para la fabricación de tanques como Propano, Bióxido de carbono, Acetileno, Etano, se basan en la norma ASTM A 300.
- Los aceros al 8 y 9 por ciento de níquel con bajo contenido de carbono, son aceros ferriticos, específicamente diseñados para la aplicación criogenica norma ASTM A 353

- Mientras que las correspondientes al acero al 9 por ciento de níquel (GRADO A) y al acero al 8 por ciento de níquel (GRADO B) Templado y Revenido se indican en el estándar ASTM A 533.
- El código de Calderas de Recipientes a Presión ASME autoriza en el uso del acero al 9 por ciento de níquel en la construcción de recipientes sin necesidad de tratamiento Térmico inclusive, y se ha utilizado en la fabricación de varios tipos de equipos destinados a la producción y almacenamiento de Oxígeno, Nitrógeno, Argón, Metano líquido así como para separación de helio a bajas temperaturas.
- Los aceros Inoxidables Austeníticos (que no pueden ser endurecidos mediante tratamiento térmico), están considerados como materiales excelentes para toda la gama de aplicaciones criogenicas debido a su excelente resistencia al impacto y alta ductibilidad y bajas temperaturas así como a la enorme resistencia a la corrosión. Se anexa a la tabla I y II.

TABLA I PUNTOS DE EBULLICION DE LOS GASES Y RELACION DE ACEROS PARA SERVICIO A TEMPERATURAS DE PUNTO DE EBULLICION

PRODUCTO	FORMULA QUIMICA	PUNTO DE EBULLICION APROXIMADO (A 1 ATM)				ACEROS NORMALMENTE CONSIDERADOS PARA SERV. A TEMP. DE PUNTO DE EBULLICION
		° C	° K	° F	° R	
BUTANO	C6H10	-0.6	272.5	30.9	490.6	ASTM A 333, GRADOS 1 Y 6
DIOXIDO DE AZUFRE	So2	-10.0	263.1	14.0	473.7	
ISOBUTANO	(CH3)2C2H4	-10.2	262.9	13.6	473.3	
CLORURO DE METILO	CH3CL	-23.7	249.4	-10.7	449.0	ASTM A 516 (b)
FLUROCARBONO						
REFRIGERANTE 12	CCL2F2	-30.0	243.1	-22.0	437.7	USS CHAR - PAC (ASTM A 537) (c)
AMONIACO	NH3	-33.3	239.8	-27.9	431.6	USS CHAR - PAC (ASTM A 537) (c)
FLUROCARBONO						
REFRIGERANTE 22	CHCLF2	-10.6	232.5	-41.0	418.7	ACERO AL 2 1/2 DE NIQUEL (ASTM A 203, A 333, GRADO 7; Y A 334, GRADO 7)
KETANO	C2 H20	-41.0	232.1	-41.8	417.9	
PROPANO	C3H8	-42.3	230.8	-44.1	415.6	ACERO AL 3 1/2 DE NIQUEL (ASTM A 203, A 333, GRADO 3, Y A 334, GRADO 3)
PROPILENO	C3H6	-47.0	226.1	-52.6	407.1	
SULFURO DE HIDROGENO	H2S	-59.6	213.5	-75.3	384.4	ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300)
BIOXIDO DE CARBONO (A)	CO2	-78.5	194.8	-109.3	350.4	
ACETILENO	C2H2	-84.0	189.1	-119.2	340.5	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d)
ETANO	C2H6	-83.3	184.8	-126.1	332.8	
OXIDO NITROSO	N2O	-89.5	183.6	-129.1	330.6	ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353, A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
ETILENO	C2H4	-103.8	169.3	-154.8	304.9	
XENON	Xe	-109.1	164.0	-165.4	295.3	ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300)
OZONO	O3	-111.9	161.3	-169.4	290.3	
CRIPTON	Kr	-151.8	121.3	-241.2	218.5	ASTM A 553 GRADO A
METANO	CH4	-161.4	111.7	-258.5	201.2	
OXIGENO	O2	-183.0	90.1	-297.4	162.3	ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300)
ARGON	Ar	-185.7	87.4	-302.3	157.4	
FLUOR	F2	-187.0	86.0	-304.6	155.1	ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS (AISI SERIE 300)
MONOXIDO DE CARBONO	CO	-192.0	81.1	-313.6	146.1	
NITROGENO	N2	-195.8	77.3	-320.4	139.3	ASTM A 213, A 240, A 269, A 312
NEON	En	-245.9	27.2	-410.6	49.1	
TRITIO	T2	-248.0	25.1	-414.4	45.3	ASTM A 213, A 240, A 269, A 312
DEUTERIO	D2	-249.5	23.6	-417.1	42.6	
HIDROGENO	H2	-252.7	20.4	-422.9	38.8	ASTM A 213, A 240, A 269, A 312
HELIO	He4	-268.9	4.2	-452.1	17.8	
HELIO	He3	-269.9	5.2	-453.8	5.9	

(a) SUBLINA

(b) HASTA ESPECIFICACION ASTM A 300

(c) CON MODIFICACIONES

(d) HASTA - 170°C (- 275 °F)

TABAL II. NUMEROS DE ESPECIFICACION, COMPOSICION NORMAL Y PROPIEDADES MINIMAS DE RESISTENCIA A LA TENSION DE ACEROS AL CARBONO Y ACEROS DE ALEACION PARA APLICACIONES DE BAJAS TEMPERATURAS Y SERVICIO CRIOGENICO.

DESIGNACION USS	ASTM No. DE ESP Y GRADO	COMPOSICION NOMINAL POR CIENTO					RESISTENCIA A LA CEDENCIA	RESISTENCIA A CEDENCIA	ELONGACION (POR CIENTO EN 2 PULG.)	TEMPERATURA DE SERVICIO MAS BAJA EN OPERA CION NORMAL (°F)
		C	Mn	Si	Ni	Cr	MILES DE LBS POR PULG. 2	MILES DE LBS P/ PULG. 2		
ACEROS AL CARBON										
USSCHAR - PAC	A 537 - A	0.18	1.15	0.35	—	—	70	—	—	
	A 537 - B	0.18	1.15	0.35	—	—	80	60	23	
	A 516	0.16	0.75	0.25	—	—	55	30	28	
	A 516	0.19	0.75	0.25	—	—	60	32	26	
	A 516	0.22	1.10	0.25	—	—	65	35	24	
	A 516	0.25	1.10	0.25	—	—	70	38	22	
ACEROS DE ALEACION										
USS "T" - 1"	A 517 - F	0.15	0.85	0.25	0.85	0.55(1)	125	115	18	
USS 2 1/2 % Ni	A 203 - A	0.20	0.70	0.25	2.30	—	65	37	25	
	A 203 - B	0.23	0.70	0.25	2.30	—	70	40	23	
USS 3 1/2 % Ni	A 203 - D	0.17	0.70	0.25	3.50	—	65	37	24	
	A 203 - E	0.20	0.70	0.25	3.50	—	70	40	22	
USS 8 % Ni	A 553 - B	0.10	0.50	0.25	8.00	—	100	85	22	
USS 9 % Ni	A 353	0.10	0.50	0.25	9.00	—	100	75	22	
	A 553 - A	0.10	0.50	0.25	9.00	—	100	85	22	

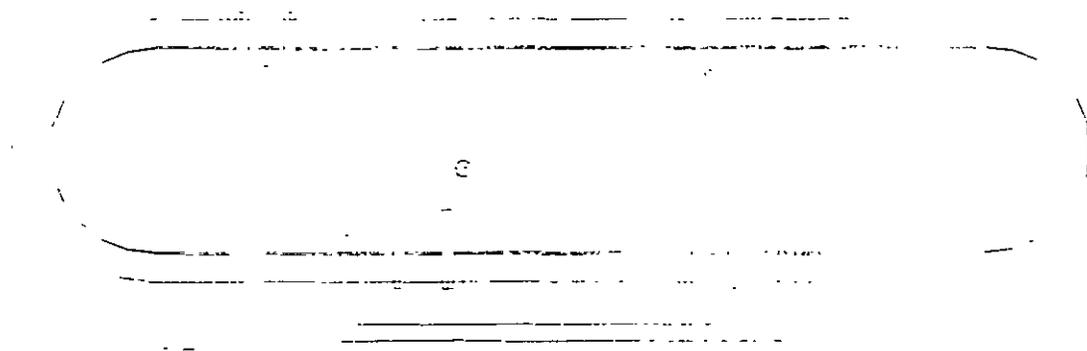
(1) TAMBIEN CONTIENE 0.05 V, 0.25 Cu Y 0.003 B

NOTA: OTRAS NORMAS ASTM Y ASME CONTIENEN ESPECIFICACIONES DE ESTOS ACEROS PARA UNA DIVERSIDAD DE PRODUCTO, TALES COMO TUBERIAS SEÑALADAS Y SIN COSTURA (ASTM A 333 Y A 334).

TIPOS DE RECIPIENTES CRIOGENICOS

- Bajas temperaturas para bióxido de carbono conocido como CO_2 son horizontales y construidas de material acero al carbón con un aislamiento de poliuretano y lámina galvanizada, para evitar transferencia de temperatura.

Dibujo No. 1



- Temperatura criogénica para Oxígeno, Nitrógeno, Argón, pueden ser horizontales y verticales, su fabricación son dos recipientes en uno, en el tanque interior es de acero inoxidable y el exterior es de acero al carbón y entre ellos se encuentra un espacio anular o vacío relleno de aislamiento perlita para evitar transferencia de temperatura.

Dibujo No. 1

Dibujo No. 2

- Manejo y seguridad de los equipos criogenicos y bajas temperaturas se debe conocer básicamente la operación del equipo así como los productos que se manejan con su análisis de riesgo.
- En la operación se debe de proporcionar el manual técnico del equipo para la capacitación al personal involucrado para saber sobre los riesgos de los productos.
- El equipo básico de seguridad de los recipientes criogenicos son: válvula de seguridad, disco de ruptura, válvula de tres vías, aviso de seguridad, señalización de riesgo, protección guarnición, tope barrera, aislamiento tubos de vapor, iluminación, el recipiente criogenico siempre debe estar aterrizado, bien definida su área del tanque, agua para descongelar, pintura en buen estado y rotulación de la razón social.
- Tipos de mantenimiento que se debe proporcionar a los tanques criogenicos preventivo, correctivo esto debe quedar acentado en una bitácora que llevará el encargado del mismo recipiente, así como variación de presiones y apertura de válvulas de seguridad, etc.
- Tipos de pruebas que se pueden aplicar a los recipientes criogenicos:

Como detectar recipientes dañados o fisurados por medio de



Pruebas
Técnicas
Procedimientos

Baja temperatura Gas Carbónico



Hidrostática
Hidrostática Neumática
Ultrasonido
Rayos X

Temperatura Criogenica O₂ , N₂ , Ar



Hidrostática Neumática
Fuga de helio

Temperatura Criogenica Hidrógeno



Ultrasonido
Emisión Acústica

INTRODUCCION Y GENERALIDADES SOBRE RECIPIENTES CRIOGENICOS

Recipiente Criogénico: Aparato construido para operar con fluidos en estado líquido a temperaturas bajas y criogénicas.

- Los conceptos fundamentales de la tecnología criogénica y de bajas temperaturas se utilizan en casi todas las ramas principales de la industria criogénica, tiene un vasto campo de desarrollo en el futuro, es algo que puede sustentarse al observar sus diferentes aplicaciones en la industria del espacio, en los procesos del oxígeno para la producción de acero, en el área de la industria de los procesos químicos, en la industria médica, así como en la utilización de procesos criogénicos en la industria del petróleo, del gas natural, del cemento, del vidrio y en la industria alimenticia y electrónica. Uno de los principales beneficios de la tecnología criogénica reside en el hecho de que un número importante de gases se transforma en líquido a temperatura inferior a la temperatura ambiente.
- El manejo de gas licuado requiere de un menor espacio del recipiente, que aunado al ahorro correspondiente en el costo de los materiales, transportación, fabricación e instalación, lo hace realmente costoso. En términos de volumen, los principales consumidores comerciales de los productos derivados de los procesos criogénicos, están representados por la industria del acero y la industria de los procesos químicos.
- Entre los productos criogénicos y de bajas temperaturas de importancia comercial, se encuentra el Propano refrigerado, Amoníaco anhídrido, Bióxido de carbono, Oxido nítrico, Etano, Etileno, Metano, Oxígeno, Nitrógeno, Argón, Cloro, Hidrógeno y Helio.

Para este propósito se considera los términos:

Baja temperatura de 0°C A - 100°C
Temperatura Criogénica de - 100°C A - 273°C

• Materiales y Propiedades

La selección de metales para la aplicación de bajas temperaturas debe realizarse tomando en consideración una gran diversidad de propiedades mecánicas incluyendo las más usadas como: Límite de cedencia (σ_s), Resistencia a la tensión (T_s), Límite de fatiga, Ductibilidad (%RA) y resistencia al impacto (Charpy).

- Los aceros del 2 ¼ a 3 ½ por ciento de níquel con bajo contenido de carbono son utilizadas en instalaciones fijas para almacenaje de gases licuados a temperaturas de hasta - 100°C (- 150°F). Su uso frecuente se especifica para la fabricación de tanques como Propano, Bióxido de carbono, Acetileno, Etano, se basan en la norma ASTM A 300.
- Los aceros al 8 y 9 por ciento de níquel con bajo contenido de carbono, son aceros ferríticos, específicamente diseñados para la aplicación criogénica norma ASTM A 353.

- Mientras que las correspondientes al acero al 9 por ciento de níquel (GRADO A) y al acero al 8 por ciento de níquel (GRADO B) Templado y Revenido se indican en el estándar ASTM A 533.
- El código de Calderas de Recipientes a Presión ASME autoriza en el uso del acero al 9 por ciento de níquel en la construcción de recipientes sin necesidad de tratamiento Térmico inclusive, y se ha utilizado en la fabricación de varios tipos de equipos destinados a la producción y almacenamiento de Oxígeno, Nitrógeno, Argón, Metano líquido así como para separación de helio a bajas temperaturas.
- Los aceros Inoxidables Austeníticos (que no pueden ser endurecidos mediante tratamiento térmico), están considerados como materiales excelentes para toda la gama de aplicaciones criogénicas debido a su excelente resistencia al impacto y alta ductibilidad y bajas temperaturas así como a la enorme resistencia a la corrosión. Se anexa a la tabla I y II.

TABLA I. PUNTOS DE EBULLICION DE LOS GASES Y RELACION DE ACEROS PARA SERVICIO A TEMPERATURAS DE PUNTO DE EBULLICION

PRODUCTO	FORMULA QUIMICA	PUNTO DE EBULLICION APROXIMADO (A 1 ATM)				ACEROS NORMALMENTE CONSIDERADOS PARA SERV. A TEMP. DE PUNTO DE EBULLICION
		°C	°K	°F	°R	
BUTANO	C6H10	-0.6	272.5	30.9	490.6	ASTM A 333, GRADOS 1 Y 6 ASTM A 333, GRADOS 1 Y 6 ASTM A 516 (b)
DIOXIDO DE AZUFRE	So2	-10.0	263.1	14.0	473.7	
ISOBUTANO	(CH3)2C2H4	-10.2	262.9	13.6	473.3	
CLORURO DE METILO	CH3CL	-23.7	249.4	-10.7	449.0	
FLUOROCARBONO REFRIGERANTE 12	CCL2F2	-30.0	243.1	-22.0	437.7	USS CHAR - PAC (ASTM A 537) (c)
AMONIACO	NH3	-33.3	239.8	-27.9	431.6	USS CHAR - PAC (ASTM A 537) (c)
FLUOROCARBONO REFRIGERANTE 22	CHCLF2	-10.6	232.5	-41.0	418.7	ACERO AL 2 1/2 DE NIQUEL (ASTM A 203; A 333, GRADO 7, Y A 334, GRADO 7)
KETANO	C2 H2O	-41.0	232.1	-41.8	417.9	
PROPANO	C3H8	-42.3	230.8	-44.1	415.6	ACERO AL 3 1/2 DE NIQUEL (ASTM A 203; A 333, GRADO 3, Y A 334, GRADO 3) ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300)
PROPILENO	C3H6	-47.0	226.1	-52.6	407.1	
SULFURO DE HIDROGENO	H2S	-59.6	213.5	-75.3	384.4	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
BIOXIDO DE CARBONO(A)	CO2	-78.5	194.8	-109.3	350.4	
ACETILENO	C2H2	-84.0	189.1	-119.2	340.5	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
ETANO	C2H6	-83.3	184.8	-126.1	332.8	
OXIDO NITROSO	N2O	-89.5	183.6	-129.1	330.6	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
ETILENO	C2H4	-103.8	169.3	-154.8	304.9	
XENON	Xe	-109.1	164.0	-165.4	295.3	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
OZONO	O3	-111.9	161.3	-169.4	290.3	
CRIPTON	Kr	-151.8	121.3	-241.2	218.5	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
METANO	CH4	-161.4	111.7	-258.5	201.2	
OXIGENO	O2	-183.0	90.1	-297.4	162.3	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
ARGON	Ar	-185.7	87.4	-302.3	157.4	
FLUOR	F2	-187.0	86.0	-304.6	155.1	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
MONOXIDO DE CARBONO	CO	-192.0	81.1	-313.6	146.1	
NITROGENO	N2	-195.8	77.3	-320.4	139.3	ACERO AL 8% DE NIQUEL (ASTM A 553) (d) ACERO AL 9% DE NIQUEL (ASTM A 353; A 333, GRADO 8; Y A 334, GRADO 8)
NEON	En	-245.9	27.2	-410.6	49.1	
TRITIO	T2	-248.0	25.1	-414.4	45.3	ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300) ASTM A 213, A 240, A 269, A 312)
DEUTERIO	D2	-249.5	23.6	-417.1	42.6	
HIDROGENO	H2	-252.9	20.4	-422.9	36.8	ACEROS INOXIDABLES (AISI SERIE 300) ASTM A 213, A 240, A 269, A 312)
HELIO	He	-268.9	4.2	-452.1	7.8	
HELIO	He3	-269.9	5.2	-453.8	5.9	

(a) SUBLINA

(b) HASTA ESPECIFICACION ASTM A 300

(c) CON MODIFICACIONES

(d) HASTA - 170°C (- 275 °F)

TABAL II. NUMEROS DE ESPECIFICACION, COMPOSICION NORMAL Y PROPIEDADES MINIMAS DE RESISTENCIA A LA TENSION DE ACEROS AL CARBONO Y ACEROS DE ALEACION PARA APLICACIONES DE BAJAS TEMPERATURAS Y SERVICIO CRIOGENICO.

DESIGNACION USS	ASTM No. DE ESP Y GRADO	COMPOSICION NOMINAL POR CIENTO					RESISTENCIA A LA CEDENCIA	RESISTENCIA A CEDENCIA	ELONGACION (POR CIENTO EN 2 PULG.)	TEMPERATURA DE SERVICIO MAS BAJA EN OPERACION NORMAL (°F)
		C	Mn	Si	Ni	Cr	MILES DE LBS POR PULG. 2	MILES DE LBS P/ PULG. 2		
ACEROS AL CARBONO										
USSCHAR - PAC	A 537 - A	0.18	1.15	0.35	—	—	70	60	23	
	A 537 - B	0.18	1.15	0.35	—	—	80	60	23	
	A 516	0.16	0.75	0.25	—	—	55	30	28	
	A 516	0.19	0.75	0.25	—	—	60	32	26	
	A 516	0.22	1.10	0.25	—	—	65	35	24	
	A 516	0.25	1.10	0.25	—	—	70	38	22	
ACEROS DE ALEACION										
USS "T" - 1"	A 517 - F	0.15	0.85	0.25	0.85	0.55(1)	125	115	18	
USS 2 1/2 % Ni	A 203 - A	0.20	0.70	0.25	2.30	—	65	37	25	
	A 203 - B	0.23	0.70	0.25	2.30	—	70	40	23	
USS 3 1/2 % Ni	A 203 - D	0.17	0.70	0.25	3.50	—	65	37	24	
	A 203 - E	0.20	0.70	0.25	3.50	—	70	40	22	
USS 8 % Ni	A 553 - B	0.10	0.50	0.25	8.00	—	100	85	22	
USS 9 % Ni	A 353	0.10	0.50	0.25	9.00	—	100	75	22	
	A 553 - A	0.10	0.50	0.25	9.00	—	100	85	22	

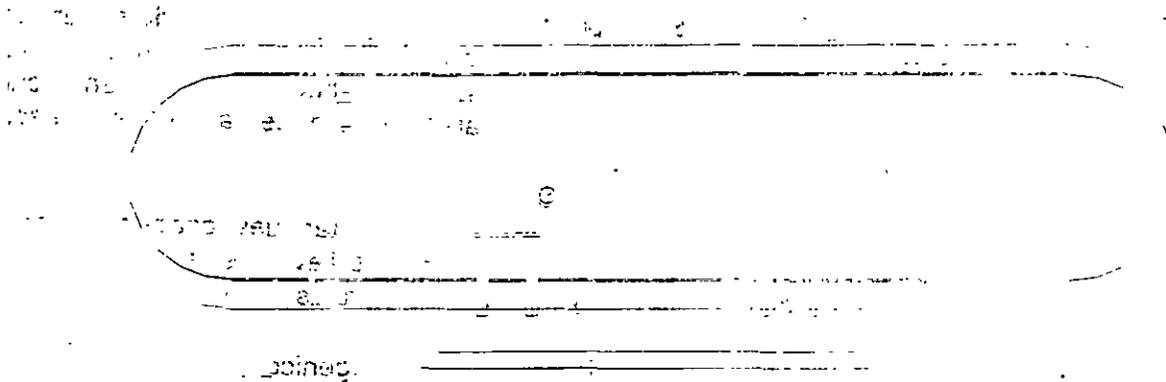
(1) TAMBIEN CONTIENE 0.05 V. 0.25 Cu Y 0.003 B

NOTA: OTRAS NORMAS ASTM Y ASME CONTIENEN ESPECIFICACIONES DE ESTOS ACEROS PARA UNA DIVERSIDAD DE PRODUCTO, TALES COMO TUBERIAS, SEÑALADAS Y SIN COSTURA (ASTM A 333 Y A 334)

TIPOS DE RECIPIENTES CRIOGENICOS

- Bajas temperaturas para bióxido de carbono conocido como CO_2 son horizontales y construidas de material acero al carbón con un aislamiento de poliuretano y lámina galvanizada, para evitar transferencia de temperatura.

Dibujo No. 1



- Temperatura criogenica para Oxígeno, Nitrógeno, Argón, pueden ser horizontales y verticales, su fabricación son dos recipientes en uno, en el tanque interior es de acero inoxidable y el exterior es de acero al carbón y entre ellos se encuentra un espacio anular o vacío relleno de aislamiento carlita para evitar transferencia de temperatura.

Dibujo No. 1

Dibujo No. 2

- Manejo y seguridad de los equipos criogenicos y bajas temperaturas se debe conocer básicamente la operación del equipo así como los productos que se manejan con su análisis de riesgo.
- En la operación se debe de proporcionar el manual técnico del equipo para la capacitación al personal involucrado para saber sobre los riesgos de los productos.
- El equipo básico de seguridad de los recipientes criogenicos son: válvula de seguridad, disco de ruptura, válvula de tres vías, aviso de seguridad, señalización de riesgo, protección guarnición, tope barrera, aislamiento tubos de vapor, iluminación, el recipiente criogenico siempre debe estar aterrizado, bien definida su área del tanque, agua para descongelar, pintura en buen estado y rotulación de la razón social.
- Tipos de mantenimiento que se debe proporcionar a los tanques criogenicos preventivo, correctivo esto debe quedar acentado en una bitácora que llevará el encargado del mismo recipiente, así como variación de presiones y apertura de válvulas de seguridad, etc.
- Tipos de pruebas que se pueden aplicar a los recipientes criogenicos:

Como detectar recipientes dañados o fisurados por medio de



Pruebas
Técnicas
Procedimientos

Baja temperatura Gas Carbónico



Hidrostática
Hidrostática Neumática
Ultrasonido
Rayos X

Temperatura Criogenica O₂ , N₂ , Ar



Hidrostática Neumática
Fuga de helio

Temperatura Criogenica Hidrógeno



Ultrasonido
Emisión Acústica