



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Escuela Nacional de Estudios Profesionales ARAGON

29

**Operación y Mantenimiento de una Planta de  
Generación de Vapor y de una Planta de  
Emergencia de un Centro Hospitalario**

Sist. 29242

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A N

**ARTURO MARQUEZ FRAGOSO  
ROSALINO CUEVAS ROMAN**

MEXICO, D. F.

1 9 8 5



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mis Padres:

A mis Hermanos:

A mis Profesores:

A mis Compañeros y Amigos:

S E M B R A N D O  
( fragmento )

De aquel rincón bañado por los fulgores del sol que nuestro cielo triunfante llena; de la florida tierra donde entre flores se deslizó mi infancia dulce y serena; envuelto en los recuerdos de mi pasado, borroso cual lo lejos del horizonte, guardo el extraño ejemplo, nunca olvidado, del sembrador más raro que hubo en el monte.

Aún no se si era sabio, loco o prudente aquel hombre que humilde traje vestía; sólo se que al mirarle toda la gente con profundo respeto se descubría.

Y es que acaso su gesto severo y noble a todos asombraba por lo arrogante: ¡ Hasta los leñadores mirando al roble sienten las majestades de lo gigante !

Una tarde de otoño subí a la sierra y al sembrador, sembrando, miré risueño.

¡ Desde que existen hombres sobre la tierra nunca se ha trabajado con tanto empeño !

Quise saber, curioso lo que el demente sembraba en la montaña sola y bravía; el infeliz oyóme benignamente y me dijo con honda melancolía:

Siembro robles y pinos y sicomoros; quiero llenar de frondas esta ladera, quiero que otros disfruten de los tesoros que darán estas plantas cuando yo muera. ¡ Por qué tantos afanes en la jornada sin buscar recompensa ? - dije y el loco murmuró, con las manos sobre la azada: - Acaso tú imagines que me equivoco; acaso, por ser niño, te asombre mucho el soberano impulso que mi alma enciende; por los que no trabajan, trabajo y lucho, si el mundo no lo sabe, ¡ Dios me comprende !

Por eso cuando al mundo, triste contemplo, yo me afano y me impongo ruda-tarea y sé que vale mucho mi pobre ejemplo, aunque pobre y humilde parezca y sea.

¡ Hay que luchar por todos los que no luchan !  
¡ Hay que hacer que nos oigan los que no escuchan !  
Dijo el loco, y con noble melancolía por las breñas del monte siguió trepando, y al perderse en las sombras, aún repetía:  
- ¡ Hay que vivir sembrando ! ¡ siempre sembrando !

M.R. Blanco Belmonte.

# I N D I C E

## INTRODUCCION

## CAPITULO I.

### FUNDAMENTOS TEORICOS

PAGINA.

1.1	Termodinámica .....	1
1.2	Propiedades Termodinámicas .....	1
1.3	Ley cero de la Termodinámica .....	1
1.4	Primera Ley de la Termodinámica .....	1
1.5	Temperatura .....	2
1.6	Calor .....	2
1.7	Trabajo .....	2
1.8	Comparación entre Trabajo y Calor .....	3
1.9	Fase .....	3
1.10	Calor Específico .....	3
1.11	Cálculo de la cantidad de Calor .....	4
1.12	Calor Sencible y Calor Latente .....	4
1.13	Calor Latente de vaporización .....	6
1.14	Temperatura de Saturación .....	6
1.15	Vapor Sobrecalentado .....	7
1.16	Entalpía .....	7
1.17	Energía Interna, Entalpía y Calor Específico de los Gases Ideales .....	8
1.18	Métodos de Transferencia de Calor .....	9

1.18.1	Conducción .....	9
1.18.2	Convección .....	10
1.18.3	Radiación .....	10
1.19	Tablas de Vapor .....	10
1.20	Tiro Natural .....	11
1.21	Tiro Mecánico .....	11
1.22	Tiro Forzado .....	11
1.23	Tiro Inducido .....	11

## CAPITULO II.

### DESCRIPCION DE LA PLANTA DE GENERACION DE VAPOR Y LA PLANTA DE EMERGENCIA ELECTRICA PARA UN CENTRO HOSPITALARIO

2.1	Caldera y Generador de Vapor .....	12
2.2	Clasificación de Calderas .....	12
2.2.1	Clasificación por capacidad .....	14
2.3	Componentes de un Generador de Vapor .....	15
2.4	Principio de funcionamiento de un Generador de Vapor .....	15
2.5	Métodos de Operación .....	18
2.6	Localización de las Unidades Hospitalarias ..	19
2.7	Cálculo para cubrir las demandas de vapor de las unidades hospitalarias y auxiliares .....	20
2.8	Conceptos para el cálculo de la demanda de vapor para la unidad de lavandería .....	21
2.8.1	Calor necesario para el calentamiento de agua	21

2.8.2	Calor necesario para producir el Cambio de Estado .....	21
2.9	Factores para cálculo las necesidades de agua caliente de los diferentes servicios ..	23
2.10	Explicación de Terminos Usados .....	23
2.11	Cálculo de la demanda de vapor para la unidad de lavandería .....	23
2.12	Consumo horario probable de agua caliente ...	24
2.13	Calor necesario para calentamiento del agua .	25
2.14	Calor necesario para elevar la temperatura .. del agua desde 70° hasta 90° .....	26
2.15	Volúmen del tanque para agua caliente .....	28
2.16	Vapor requerido para consumo directo .....	29
2.17	Cantidad de uniformes que deberan ser planchados .....	30
2.18	Consumo horario de vapor con presión = 8.79 Kg/Cm .....	30
2.19	Consumo transformado a vapor con presión igual a 14 Kg/Cm .....	31
2.20	Consumo horario máximo posible .....	31
2.21	Cuadro comparativo técnico-económico .....	32
2.22	Descripción de la central de vapor y Red de Distribución de las instalaciones .....	33
2.23	Red de Distribución .....	34
2.24	Estaciones reductoras de presión .....	36
2.25	Válvulas Reductoras de Presión y sus Tuberías de Conexión .....	38
2.26	Como seleccionar una válvula reductora de presión .....	38

2.27	Funcionamiento de una Válvula Reductora de .. Presión .....	39
2.28	Controles y Componentes .....	40
2.29	Accesorios .....	44
2.30	La Planta de Emergencia y el Interruptor de .. Transferencia .....	46
2.30.1	Importancia de la Planta de Emergencia .....	46
2.31	Motores de Combustion Interna .....	47
2.32	Ciclo de cuatro tiempos .....	48
2.33	Motores Diesel .....	49
2.34	Diferencia de Motores de Gasolina a Diesel ..	50
2.35	Secuencia de procesos de motores .....	52
2.36	Principio de funcionamiento de un generador .	56
2.37	Partes que constituyen la Planta de Emergencia	57
2.37.1	Sistema de Combustible .....	57
2.37.2	Sistema de Arranque ... ..	58
2.37.3	Sistema de Enfriamiento .....	58
2.38	Lista de los servicios que deben de conectar se a la planta de emergencia dividido en 2 .. grupos .....	59
2.39	Interruptor de Transferencia .....	59
2.40	Clasificación de Interruptores de Transferen cia .....	61
2.41	Elementos que integran un equipo de transfe rencia .....	62

2.41.1	Accesorios .....	62
2.42	Relevadores de detección de falla .....	62
2.43	Regreso de la energía .....	68

CAPITULO III.

MANUAL DE OPERACION.

3.1	Pasos a seguir en el arranque inicial del equipo .....	73
3.2	Preparaciones para el arranque .....	76
3.3	Conjunto del Atomizador y Placa de Atomización .....	77
3.4	Antes de encender el quemador .....	78
3.5	Encendido del quemador .....	78
3.6	Puntos importantes en la operación del quemador .....	79
3.7	Secuencia normal de encendido .....	80
3.8	Secuencia Normal de Paro .....	82
3.9	Problemas de encendido .....	83
3.10	Abreviaturas usadas en el diagrama unifilar .....	88
3.11	Descripción de la Secuencia de Operación ...	90
3.12	Secuencia del Control Programador Fireye ...	96
3.12.1	Secuencia de Operación .....	96

CAPITULO IV.

MANUAL DE MANTENIMIENTO.

4.1	Teoría del Mantenimiento .....	101
4.2	Definición de Conservación y Mantenimiento ..	101
4.3	Objetivo del Manual de Mantenimiento .....	102
4.4	Mantenimiento Corresctivo .....	102
4.5	Mantenimiento Preventivo .....	103
4.6	Confiabilidad .....	104
4.7	Disminución del tiempo fuera de servicio ....	104
4.8	Prolongación de la vida útil .....	105
4.9	Menor Costo de Reparación .....	105
4.10	Factibilidad de calcular Stocks .....	105
4.11	Uniformidad en la carga de trabajo .....	105
4.12	Rutinas .....	105
4.13	Sistema Rutinizado .....	106
4.14	Beneficios que podrán lograrse con la implan tación de un sistema rutinizado .....	106
4.15	Ejecución de las Revisiones .....	107
4.16	Mantenimiento Predictivo .....	108
4.17	Programa de Mantenimiento .....	109
4.18	Fases del plan de mantenimiento preventivo ..	110
4.19	Sistema de Mantenimiento por medio de Kardex.	111
4.20	Verificación de recursos necesarios .....	112
4.21	Instrucciones de estructuración del sistema .	113
4.22	Requerimientos de recursos .....	113

4.23	Descripción de formatos .....	114
4.24	Levantamiento de Inventarios .....	115
4.25	Programación y distribución de cargas de trabajo .....	117
4.26	Cálculo de la programación .....	117
4.27	Intrucciones de operación del sistema .....	118
4.28	Instructivo para un mantenimiento preventivo de las plantas de emergencia .....	131
4.28.1	Inspecciones Diarias .....	131
4.29	Cuando se arranque la máquina .....	131
4.30	Inspección S <sub>e</sub> manal .....	131
4.31	Inspecciones Mensuales .....	132
4.32	Inspecciones Semestrales .....	133
4.33	Recomendaciones Generales .....	134
4.34	Generalidades .....	134

CAPITULO V.

INSTRUMENTACION.

5.1	Instrumentación y Medición .....	136
5.2	Bosquejo Historico del Control Automático ...	136
5.3	Conceptos Básicos en Medición .....	137
5.4	Sensibilidad .....	138
5.5	Histeresis .....	138

5.6	Exactitud .....	138
5.7	Precisión .....	139
5.8	Localización de Instrumentos .....	139
5.9	Diferentes principios de medidores .....	140
5.10	Medidores Indicadores .....	141
5.11	Los Medidores Registradores .....	141
5.12	Los Medidores Integrados .....	141
5.13	Transmisor de Presión Diferencial "BK" .....	143
5.14	Transmisor-Convertidor de Raíz Cuadrada .....	143
5.15	Receptor Neumático clase "8" .....	144
5.16	Integrador o Registrador de Variables .....	144
5.17	Indicador Transmisor de Presión .....	145
5.18	Indicador Transmisor de Temperatura .....	145
5.19	Indicador Relacionador Aire-Combustible "AB-41" .....	145
5.20	Controlador Neumático Tipo "AD" .....	146
5.21	Controlador Neumático "AN" .....	146
5.22	Estación Selectora M/A para control de combus- tión .....	146
5.23	Estación Selectora M/A para compuesta Ducto- Gases .....	146
5.24	Posicionador Válvula Reguladora de Petróleo .	146
5.25	Posicionador Servomotor Tiro Forzado .....	146
5.26	Válvulas de Seguridad .....	146

5.27	Regulador de Agua de Alimentación Termohidráulica .....	147
	CONCLUSIONES .....	149
	BIBLIOGRAFIA .....	150

## INTRODUCCION

Por las grandes necesidades que demanda la población de nuestro país, hace más de 20 años y por decreto presidencial se creó en México el "Instituto Mexicano del Seguro Social", considerando en aquellos años que este vendría a ser la solución a una demanda de seguridad y bienestar social en la parte que corresponde a la salud, sin embargo lo calculado en ese entonces es insuficiente en la actualidad, debido a los grandes crecimientos demográficos y por ende los asentamientos humanos en todo el país; se han descentralizado creando más centros hospitalarios de esta naturaleza como son el Centro Médico Nacional, Centro Médico "La Raza", Hospital General "20 de Noviembre", Hospital General de la "S.S.A.", con el propósito de cubrir la demanda actual, sin embargo todos estos centros se encuentran ubicados en el área metropolitana con lo que el tiempo y las distancias que se recorren para transportar un paciente de cualquier estado del interior de la República a estos centros es muy costoso, porque el medio de transporte es en avión o en helicóptero, arriesgando además la vida del paciente.

Así que basados en lo antes comentado y por nuestra política actual de máximo aprovechamiento de recursos así como la situación económica por la que atravieza el país se están creando proyectos para la descentralización de este tipo de centros hospitalarios en algunos estados de la República, los cuáles deben cumplir con los siguientes requisitos que son: Funcionalidad y Eficiencia, para satisfacer las necesidades de la región.

Una parte de esta funcionalidad y eficiencia se debe a la conservación de sus inmuebles así como de la operación y mantenimiento de sus equipos los cuáles son de vital y necesaria importancia para que las unidades de un centro hospitalario de esta magnitud, con equipos de un alto grado de complejidad y dentro de los cuáles se encuentran, la planta de generación de vapor así como el constante suministro de energía eléctrica -- que en caso de falla deberá ser suministrada por medio de sus plantas de emergencia. Ya que estas dos fuentes de energía no deben faltar en ningún momento por la prioridad que representa la infinidad de usos dentro de la unidad hospitalaria.

Así que los equipos que suministran esta energía deben estar siempre en óptimas condiciones de funcionamiento para lo cual

se requiere de personal altamente capacitado para mantener en operación las 24 horas del día, durante los 365 días del año y además con la mínima posibilidad de interrupción, tratando -- siempre que estas fallas no sean en el equipo y mucho menos -- por falta de organización humana.

Por lo anteriormente expuesto el propósito del presente trabajo es el "Anteproyecto de Operación y Mantenimiento de una -- Planta de Generación de Vapor y de una Planta Eléctrica de -- Emergencia de un Centro Hospitalario", que se instalará en Saltillo Coahuila, estado al cual hemos elegido por ser el más -- adecuado para reducir tiempos, distancias y costos por la cercanía que representa las principales zonas industriales de los estados vecinos entre los cuáles se encuentran Nuevo León, Durango, Chihuahua, parte norte de Zacatecas y Sonora.

## CAPITULO I

### 1.- FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 1.1 TERMODINAMICA.

Es la ciencia que trata del calor y del trabajo y de aquellas propiedades de las sustancias que guardan - alguna relación con calor y trabajo.

#### 1.2 PROPIEDADES TERMODINAMICAS.

Estas son intensivas y extensivas. La propiedad intensiva es independiente de la masa y la propiedad extensiva, varia directamente con la masa.

#### 1.3 LEY CERO DE LA TERMODINAMICA.

Esta establece que cuando dos cuerpos tienen igualdad de temperatura con un tercero, los tres tienen igualdad de temperatura entre sí.

#### 1.4 PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA.

Con mucha frecuencia se le llama ley de la conservación de la energía, la cual específica con claridad que debe tomarse en cuenta toda la energía transferida a un cuerpo, sabemos que toda (o una parte) de la energía suministrada a un material puede producir -- trabajo y que la parte de energía transferida que no sea utilizada para efectuar trabajo externo permanece en el cuerpo como "energía térmica almacenada".

Toda la energía transferida a un cuerpo, debe considerarse para una o alguna combinación de las siguientes alternativas:

- a) Para incrementar la energía cinética interna.
- b) para incrementar la energía potencial y
- c) Para producir trabajo externo.

Matemáticamente la ecuación general de la energía es:

$$\Delta Q = \Delta E_C + \Delta E_P + \Delta W$$

- $\Delta Q$  = Energía transferida al cuerpo.  
 $\Delta E_C$  = Parte de la energía transferida que incrementa la energía cinética interna.  
 $\Delta E_P$  = Parte de la energía transferida que incrementa la energía potencial interna.  
 $\Delta W$  = parte de la energía transferida que se utiliza para producir trabajo externo.

### 1.5 TEMPERATURA.

La temperatura es una propiedad de la materia. De acuerdo con la teoría cinética, "La temperatura es la medida del promedio de la energía cinética de -- translación de la molécula, en virtud de la transmisión de energía de una sustancia al termómetro", pero desde el punto de vista macroscópico, "La temperatura de un cuerpo es su estado térmico considerado con referencia a su potencia de comunicar calor a otros cuerpos".

### 1.6 CALOR.

Termodinámicamente se define calor como la energía de tránsito de un cuerpo a otro como resultado de -- una diferencia de temperatura entre dos cuerpos. -- Toda transferencia de energía se manifiesta en trabajo.

Otro aspecto de esta definición de calor es que un cuerpo nunca contiene calor, más bien el calor se -- identifica solamente cuando cruza el límite. Por -- lo tanto el calor es un fenómeno transitorio.

### 1.7 TRABAJO.

Se define generalmente como una fuerza  $F$  actuando -- a lo largo de un desplazamiento  $X$ , en la misma di-- rección de la fuerza.

$$W = \int_1^2 F \cdot dx$$

Para problemas termodinámicos tenemos que:

$${}_1W_2 = \int_1^2 \delta W = \int_1^2 Pdv$$

donde:

W= Trabajo  
W= Trabajo en el punto inicial y el punto final  
dw= Diferencial de Trabajo  
P= Presión  
dv= Diferencial de Volumen

#### 1.8 COMPARACION ENTRE TRABAJO Y CALOR.

Existe mucha similitud entre calor y trabajo lo cual mostramos inmediatamente.

- a) Calor y trabajo son ambos, fenómenos transitorios. Los sistemas nunca tienen calor o trabajo, pero cualquiera o ambos cruzan el límite del sistema, cuando este sufre un cambio de estado.
- b) Ambos, calor y trabajo, son fenómenos del límite. Ambos se observan solamente en los límites del sistema y ambos representan la energía que cruza el límite del sistema.
- c) Ambos, calor y trabajo, son funciones de trayectoria y diferenciales inexactas.

#### 1.9 FASE.

Es una cantidad de material homogénea en todas sus partes.

En cada fase de sustancias puede existir a varias presiones y temperaturas, o usando el término termodinámico, en varios estados.

#### 1.10 CALOR ESPECIFICO.

Si para elevar la temperatura de 1 kg. de un cuerpo  $dt$  grados se gastan  $dq$  unidades de calor, la relación.

$$C = \frac{dq}{dt}$$

C= Calor Específico  
dq= Diferencial de Gasto de Calor  
dt= Diferencial de Temperatura

Se llama calor específico es decir la cantidad de calor necesario para elevar 1°C la temperatura de 1 kg del cuerpo. Puede ser a presión y volumen constante y se representa por Cv, Cp, según el caso y sus unidades son:

$$(J/Kg^{\circ}K)$$

donde

J= Joule  
Kg= Kilogramo Masa  
°K= Grado Kelvin

#### 1.11 CALCULO DE LA CANTIDAD DE CALOR.

De acuerdo a la definición de calor específico, es evidente que la cantidad de energía suministrada o extraída, a una masa conocida de material para producirle un cambio específico en su temperatura, puede obtenerse a partir de la siguiente relación:

$$Q = M C (T_2 - T_1)$$

donde

Q= Cantidad de Energía Térmica  
M= Masa  
C= Calor Específico  
T<sub>1</sub>= Temperatura Inicial  
T<sub>2</sub>= Temperatura Final

#### 1.12 CALOR SENSIBLE Y CALOR LATENTE.

La energía térmica transferida o proveniente de una sustancia puede provocar un cambio en la fase de la sustancia así como también un cambio en su temperatura. Por conveniencia, la energía térmica se divide en dos tipos o categorías, dependiendo de si la sustancia absorva o ceda energía térmica. A la energía térmica que cause o produzca un cambio en la temperatura de la sustancia se le llama calor sensible, - - mientras que a la energía térmica que cause o produzca un cambio en la fase de la sustancia se le llama calor latente.

Al producirse un aumento en la temperatura, casi todos los materiales experimentan dos cambios en su es

tado de agregación, primero estos pasan de la fase sólida a la fase líquida, y después, al seguir aumentando la temperatura al líquido hasta un valor tal que no pueda existir como líquido, el líquido pasará a ser vapor.

Cuando ocurre un cambio entre las fases sólida y líquida, en cualquier dirección, al calor latente involucrado se le conoce como calor latente de fusión, - cuando ocurre un cambio entre las fases líquido y vapor, en cualquier dirección, al calor latente involucrado se le llama calor latente de vaporización.

La energía suministrada a una sustancia durante el cambio de la fase sólida a la fase líquida es utilizada por las moléculas en forma parcial para vencer a las fuerzas de atracción que las mantienen ligadas y además para separarlas una distancia tal que les permita el movimiento de unas con respecto de otras de tal manera que la sustancia pierda rapidez de la fase sólida y se vuelva líquida.

En la fase líquida no puede soportarse independientemente a sí misma y toma la forma del recipiente que lo contiene.

La atracción que se tiene entre las moléculas de un sólido es considerable y se necesita en forma relativa una gran cantidad de energía para vencer esta atracción. Para cualquier sustancia, el calor latente de fusión es la cantidad de energía por unidad de masa necesaria para producirse el cambio entre las fases líquida y vapor.

Es importante enfatizar que el cambio de fase ocurre en cualquier dirección a la temperatura de fusión; - que es, la temperatura a la cual el sólido pasa a líquido y que es la misma a la cual el líquido estando congelado pasa a ser sólido.

Por lo tanto, la cantidad de energía necesaria para producir el cambio será la misma en cualquiera de los dos casos y puede obtenerse a partir de la siguiente expresión.

$$Q = m (h_{if})$$

donde:

Q= Cantidad de calor latente

m= Masa

$h_{if}$ = Calor latente de fusión.

### 1.13 CALOR LATENTE DE VAPORIZACION.

Cualquier cantidad de energía suministrada a un líquido después de que el líquido llega a la temperatura de saturación es utilizada para aumentar el grado de separación molecular (aumentándose la energía potencial interna) y el líquido pasará de la fase líquida a la de vapor.

A medida que la sustancia cambia de fase líquida a vapor, las moléculas de la sustancia adquieren suficiente energía para vencer sustancialmente todas las fuerzas de restricción incluyendo la fuerza de gravedad. La cantidad de energía necesaria es muy grande para efectuar el trabajo interno necesario y superar dichas fuerzas restrictivas. Por esta razón, la capacidad de una sustancia para absorber energía mientras se cambia de la fase líquida a la de vapor, es de consumo muy grande muchas veces mayor que la energía necesaria para pasar de la fase sólida a la líquida.

La cantidad de energía necesaria para vaporizar o condensar una masa dada de un fluido a la temperatura de saturación, puede calcularse mediante la siguiente ecuación.

$$Q_l = m (h_{fg})$$

donde:

$Q_l$ = Cantidad de energía térmica latente

m= Masa

$h_{fg}$ = Calor latente de vaporización.

### 1.14 TEMPERATURA DE SATURACION.

La temperatura a la cual un fluido cambia de la fase líquida a la fase de vapor o, a la inversa, de -

la fase de vapor a la fase líquida, se le llama temperatura de saturación.

Un líquido a la temperatura de saturación se le llama líquido saturado, y un vapor a la temperatura de saturación se le llama vapor saturado.

Para una determinada presión, la temperatura de saturación es la temperatura máxima que el líquido puede tener y la temperatura mínima que el vapor puede tener.

La temperatura de saturación es diferente para los distintos fluidos y, para un fluido en particular -- varía en forma considerable con la presión del fluido.

#### 1.15 VAPOR SOBRECALENTADO.

Un vapor a cualquier temperatura arriba de su temperatura de saturación correspondiente a su presión es conocido como vapor sobre - calentado.

Cuando la temperatura de un vapor a sido aumentada - con respecto a su temperatura de saturación, el vapor se dice que está sobrecalentado y la energía suministrada para sobrecalentar el vapor comunmente se le conoce como sobrecalentamiento.

#### 1.16 ENTALPIA.

La entalpia es una propiedad calculable de la materia que algunas veces a sido muy pobremente definida como "Calor Total".

Más específicamente la entalpia (H) de una masa dada de un material a una condición termodinámica conocida es la suma de todas las energías suministradas a la misma para mantenerla en su condición actual con respecto a una condición inicial conocida arbitrariamente como punto de entalpia cero.

La entalpia se puede calcular mediante la siguiente ecuación.

$$h = U + Pv$$

donde:

h= Entalpia  
U= Energía Interna  
P= Presión absoluta  
v= Volumen Específico

### 1.17 ENERGIA INTERNA, ENTALPIA Y CALOR ESPECIFICO DE LOS GASES IDEALES.

Tomando en cuenta algunas relaciones con respecto a la energía interna, la entalpia y los calores específicos a presión constante y a volumen constante de un gas ideal encontramos que:

Un gas ideal definido ya, como aquel cuya ecuación de estado es:

$$P V = R T$$

Se puede ver que para un gas ideal la energía interna es función de la temperatura unicamente.

$$U = f (t)$$

Esto significa que un gas ideal a determinada temperatura tiene un valor definido de energía interna U sin importar la presión.

De donde la relación entre la energía interna U y la temperatura, puede establecerse usando la definición de calor específico a volumen constante.

$$C_v = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

Puesto que la energía interna de un gas ideal no es función del volumen, para un gas ideal podemos escribir.

$$C_{v_o} = \frac{du}{dt}$$

$$du = C_{v_o} dt$$

En donde el subíndice (o) denota el calor específico de un gas ideal para una masa dada m.

$$du = C_{v_0} dt$$

De la definición de entalpia y de la ecuación de estado de un gas ideal se sigue:

$$h = U + Pv = U + RT$$

Puesto que R es una constante y U es sólo función de la temperatura se sigue que la entalpia h, de un gas ideal es también función de la temperatura únicamente, esto es que:

$$h = f(t)$$

La relación entre la entalpia y la temperatura se obtiene del calor específico a presión constante.

$$C_p = \left( \frac{\partial h}{\partial T} \right)_p$$

Puesto que la entalpia de un gas ideal es solo función de la temperatura e independiente de la presión, se sigue que:

$$C_{p0} = \frac{dh}{dt}$$

$$dh = C_{p0} dt$$

Para una masa (m) por lo tanto

$$dh = m C_{p0} dt$$

## 1.18 METODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

La transferencia de energía en calor ocurre de tres maneras que son:

CONDUCCION  
 CONVECCION  
 RADIACION

### 1.18.1 CONDUCCION

La transferencia de calor por conducción, ocurre cuando la energía es transmitida por contacto directo entre las moléculas de un cuerpo simple o entre las moléculas de dos o más-

cuerpos con buen contacto térmico entre ambos.

La razón de transferencia de calor por conducción, como previamente se estableció, está en proporción directa a la diferencia de temperaturas que se tiene entre las partes de alta y baja temperatura.

#### 1.18.2 CONVECCION.

La transferencia de calor por convección ocurre cuando el calor se desplaza de un lugar a otro por medio de corrientes establecidas mediante un medio que fluye.

Estas corrientes se conocen como corrientes de convección y se producen debido al cambio de densidad produciéndose a través de la expansión de la porción calentada del flujo.

#### 1.18.3 RADIACION.

La transferencia de calor por radiación ocurre en la forma de movimiento ondulatorio similar a ondas ligeras en donde la energía se transmite de un cuerpo a otro sin la necesidad de la intervención de la materia.

La tierra recibe calor del sol por radiación, la energía solar produce vibraciones en las moléculas y es impartida en forma de ondas de energía radiante al espacio que rodea al sol, la energía radiante es absorbida y transformada en energía interna de modo que el movimiento vibratorio del cuerpo caliente es producido en el cuerpo frío.

#### 1.19 TABLAS DE VAPOR.

Debido a las fuerzas de atracción relativamente grandes que se tienen entre las moléculas de un vapor, siempre se tendrá una fricción interna cuando el vapor está sujeto a un cambio de condición por lo tanto, no puede deducirse el comportamiento de los vapo

res a través de aplicaciones de la ley para el gas - ideal. Por esta razón se determinan en forma experi- mental las propiedades de flujo saturado y vapores - sobrecalentados y todos estos datos se publican en - forma de tablas y gráficas.

#### 1.20 TIRO NATURAL.

Es el producido por la tendencia del aire caliente a subir, sin tiro natural es casi siempre un tiro indu- cido y es necesario tener algún tipo de chimenea.

#### 1.21 TIRO MECANICA.

Es el producido por algunos accesorios construídos - por el hombre, tales como ventiladores, sopladores, - venturis, inyectadores.

#### 1.22 TIRO FORZADO.

Existe cuando el aire y el combustible son suminis- trados al horno bajo una presión positiva, de tal -- forma que son empujados o forzados dentro de la cáma- ra de combustión.

#### 1.23 TIRO INDUCIDO.

Existe cuando se tiene una presión negativa a la sa- lida del hogar, la cual jala los gases de combustión hacia afuera de la cámara de combustión.

## CAPITULO II

### 2.- DESCRIPCION DE LA PLANTA DE GENERACION DE VAPOR Y LA PLANTA DE EMERGENCIA ELECTRICA PARA UN CENTRO HOSPITALARIO.

#### 2.1 CALDERA Y GENERADOR DE VAPOR.

En la generación de vapor, existen dos términos que algunas veces son confundidos: Caldera y Generador de vapor.

Técnicamente la caldera fué la sección de una unidad productora de vapor, la cual contenía el medio que iba a calentarse y no incluía el hogar y los accesorios, varios y necesarios para la operación de la unidad. Por definición ésto es correcto, pero a través de los años, se ha venido refiriendo a las calderas como si se incluyera los hogares, mamparas y equipo total para quemar el combustible, incluyendo los quemadores y algunas veces muchos de los auxiliares.

El término "Generador de Vapor", por otra parte, es el usado hoy en día para designar correctamente a la unidad completa. En otras palabras, Generador de vapor es el conjunto de aparatos destinados a producir vapor saturado y sobresaturado para usos industriales.

En la época actual se ha llevado a cabo un gran desarrollo en el diseño de generadores de vapor durante las últimas tres décadas y el avance de estas unidades ha progresado desde que se consideró como una unidad de alta presión operando en las proximidades de las 100 psl., hasta las unidades que operan en la actualidad y que involucran presiones alrededor de los 5000 psl.

#### 2.2 CLASIFICACION DE CALDERAS.

Básicamente existen tres tipos de calderas en el orden de su utilización y estos son:  
Calderas de Tubos de agua o acuotubulares.  
Calderas de Tubos de Humo.

Calderas de Tipo casco (en desuso).

Este último tipo de calderas en los tiempos modernos no existe prácticamente y estaba constituido básicamente por un gran tanque o casco lleno con el medio que iba a ser calentado y con un hogar debajo de él en el que se suministraba calor.

En la actualidad las calderas se diseñan para varios rangos de producción de vapor, estas pueden ser tubos de humo (pirotubulares), o de tubos de agua (acuotubulares), siendo estas últimas las más utilizadas por ser las más eficientes y en instalaciones de gran capacidad de vapor, solo se utilizan las calderas enfriadas por tubos de agua.

El combustible utilizado para ser quemado en el hogar de las calderas puede ser, solido, líquido o gaseoso por ejemplo:  
Leña, carbón, coke, petróleo crudo, diesel, gas, etc

La caldera de tubos de humo consiste de un gran casco, pero a través del cual pasa una cantidad de tubos en el interior de los cuales pasan los gases producto de la combustión.

Los gases calientes pasan a través de los tubos y son descargados a la atmosfera, por medio de la chimenea. Son de evaporación muy rápida y además están limitadas por la carga de vapor que puedan manejar.

La caldera de tubos de agua consiste de un número de tambores (domos) interconectados por muchos tubos a través de los cuales pasa el medio a evaporar, o sea el agua.

Los gases calientes pasan sobre los tubos en la superficie exterior, generalmente haciendo varios pasos a través de sección de la unidad, antes de que sean descargados a la atmósfera. Este tipo de construcción proporciona salidas de vapor muy grandes y opera con altas eficiencias.

### 2.2.1 CLASIFICACION POR CAPACIDAD.

En la clasificación general respecto a su capacidad de producción, se consideran los siguientes tamaños: calderas chicas, son las que producen hasta 27,000 Kg de vapor/hr., o 60,000 Lbs de vapor/hr. Caldera mediana, -- son las que producen hasta 90,000 Kg de vapor/hrs. ó 200,000 Lbs de vapor/hrs., de ésta capacidad en adelante se consideran calderas grandes.

Las calderas de pequeña capacidad, se usan generalmente en instalaciones industriales para procesos que requieren vapor. Regularmente vienen ensambladas ya de la fábrica, con todo su equipo auxiliar para ser instalado de inmediato en el lugar de utilización, motivo por el cual que son llamadas calderas tipo paquete.

Las calderas tamaño mediano, pueden ser utilizadas para industrias donde se requiere -- una gran cantidad de vapor para procesos, a la vez puede ser incluido o no un turbo generador, dependiendo de la posibilidad de utilizar el vapor de extracción de la turbina para los procesos requeridos.

Las calderas de esta capacidad se utilizan -- también exclusivamente para la producción de energía eléctrica en las plantas termoeléctricas.

Las calderas de tamaño grande en su totalidad puede decirse, que se usan en centrales de fuerza.

Para el presente trabajo el empleo de calderas usualmente puede clasificarse en dos categorías principales: las de diseño para ser vicio público, en las cuales el principal -- trabajo es suministrar vapor sobrecalentado a una turbina y las calderas para proceso --

(como es el caso que nos ocupa) donde el -- principal objetivo es suministrar vapor saturado a los hospitales.

Es decir vapor con un porcentaje de humedad, el cual tiene la temperatura correspondiente a su presión, para los diferentes usos que se le dá, por ejemplo:

Calefacción, esterilización en autoclaves, -- cocción de alimentos en marmitas y en las -- unidades de lavado de ropa.

### 2.3 COMPONENTES DE UN GENERADOR DE VAPOR.

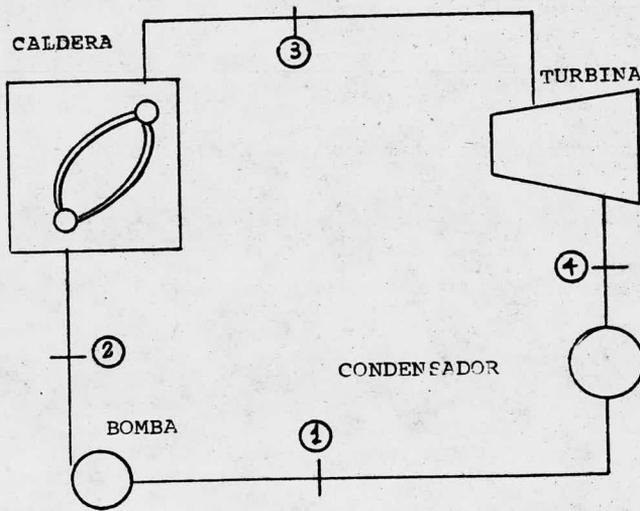
El generador de vapor esta compuesto de los siguientes equipos:

- 1.- Tanque receptor de combustible.
- 2.- Tanque de almacenamiento de combustible.
- 3.- Dique de derrames.
- 4.- Calentamiento y bombeo.
- 5.- Tanque de diario.
- 6.- Precalentadores de combustible.
- 7.- Quemadores.
- 8.- Caldera.
- 9.- Sobrecalentadores.
- 10.- Economizador.
- 11.- Precalentadores de aire.
- 12.- Tiro inducido.
- 13.- Tiro forzado.
- 14.- Aire caliente.
- 15.- Colectores de hollín.

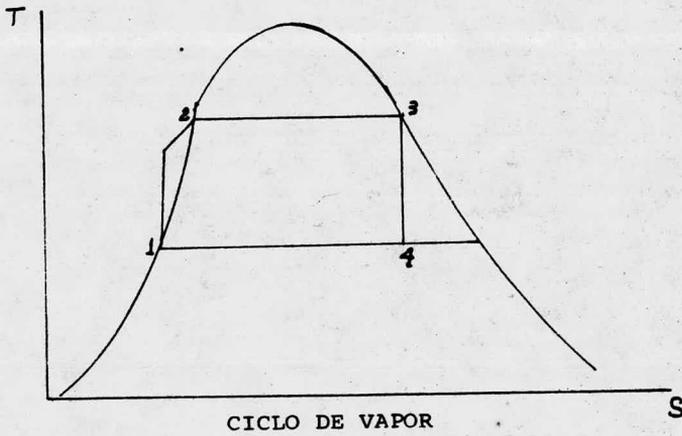
### 2.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN GENERADOR DE VAPOR

Para tratar el principio de funcionamiento de una -- caldera tenemos que tomar en cuenta que es una máquina térmica y por lo tanto es un sistema que recibe calor y desarrolla trabajo mientras realiza un ciclo termodinámico.

Un ejemplo típico de máquina térmica los constituye la planta de generación de vapor como se muestra en la figura 1 y 2.



PLANTA DE VAPOR  
FIG. 1



CICLO DE VAPOR  
FIG. 2

En la figura 1 y 2 se observa que el vapor procedente de la caldera se expande adiabáticamente en la turbina, desarrollando trabajo, hasta una presión mucho menor. En el condensador el vapor disipa calor al transformarse en líquido, puesto que la presión en éste es mucho menor que la presión en la caldera, una bomba incrementa la presión del líquido para introducirlo a ésta, requiriéndose un trabajo negativo. Mediante la adición de calor en la caldera se transforma el líquido en vapor, completándose así el ciclo termodinámico.

Analizando toda la planta de generación de vapor como un sistema cerrado. Es decir según la ecuación:  $\oint dQ = \oint dW$  puesto que no todo el calor suministrado al sistema se convierte en trabajo positivo, la eficiencia térmica se define como la fracción de calor suministrado al sistema en el ciclo termodinámico que se convierte en trabajo neto positivo, es decir según la ecuación:

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\oint dW}{Q_{\text{ent}}} = \frac{Q_{\text{ent}} + Q_{\text{sal}}}{Q_{\text{ent}}} \\
 &= 1 + \frac{Q_{\text{sal}}}{Q_{\text{ent}}} \\
 &= 1 - \frac{|Q_{\text{sal}}|}{Q_{\text{ent}}}
 \end{aligned}$$

donde:

$Q_{\text{ent}}$  = Calor neto suministrado al sistema

$Q_{\text{sal}}$  = Calor neto disipado por el sistema -  
(una cantidad negativa).

En el caso de la planta de generación de vapor descrita  $Q_{\text{ent}}$  corresponde al calor suministrado en la caldera,  $Q_{\text{sal}}$  al calor disipado en el condensador.

Por otra parte:

$$\oint dW = W_{\text{neto}} = W_{\text{turbina}} + W_{\text{bomba}}$$

El trabajo de la bomba, cantidad negativa, es generalmente muy pequeño comparado con el trabajo desarrollado por la turbina.

Por consiguiente:  $W_{\text{neto}} = W_{\text{turbina}}$ .

## 2.5 METODOS DE OPERACION.

Los métodos de operación en las plantas generadoras de vapor han evolucionado considerablemente, pues - en sus principios, los pocos aparatos de medición - que se usaban, regularmente estaban dispersos por - diferentes lugares de la planta y el control de la operación era totalmente hecha a mano, directamente sobre los órganos de cierre y apertura, basándose - el operario sobre indicaciones desordenadas de difícil lectura y crédito, tales como, niveles de cristal remotos y la observación del humo de la chimenea dando como resultado una operación muy cansada y extremadamente deficiente. Hasta cierto punto, esto puede ser justificable, porque no se disponía de mejores medios y la capacidad de esas plantas era pequeña. Actualmente, la capacidad de las plantas -- comparativamente es mayor y tiene la tendencia a -- aumentar, por tanto esto significa una alta inversión en equipo que es necesario proteger y mantener en operación ininterrumpidamente lo mas posible, ya que siendo su propósito el de alimentar a un centro hospitalario, cuyo paro por falta de alimentación - del generador de vapor causaria un gran daño, por - lo que se ve la necesidad de proveer a las centrales de vapor, de los medios que proporcionen la óptima operación de las mismas.

Afortunadamente, en la actualidad se puede disponer del equipo necesario para medir y registrar con -- cierta exactitud las diferentes variables que intervienen en el proceso de la producción de vapor, es posible accionar los órganos de cierre y apertura - con un mínimo de esfuerzo y es posible también, automatizar la operación dentro de las mejores condiciones de eficiencia.

Para asegurar en una planta generadora de vapor, --

las mayores posibilidades de eficiencia y continuidad de operación, es necesario tener instrumentos - que hagan un registro digno de confianza.

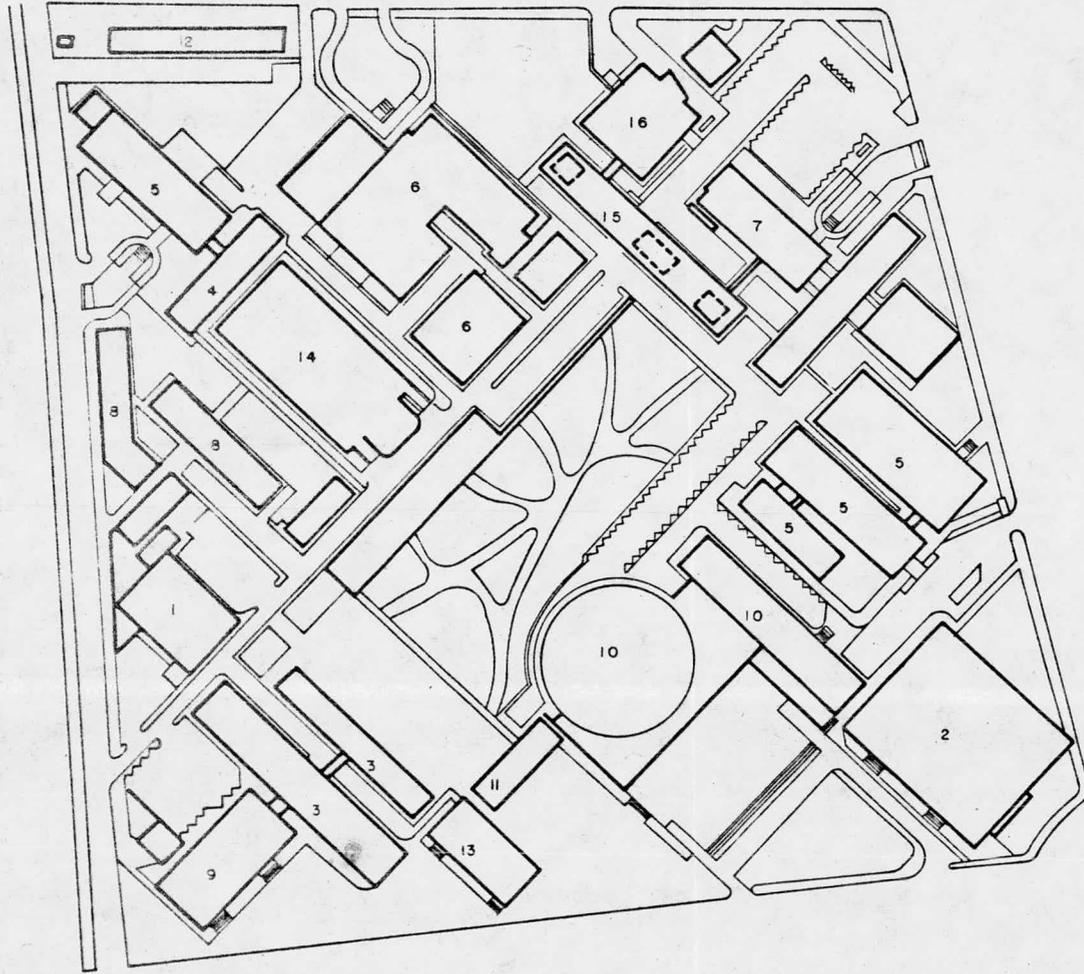
Entre ellos deberán estar incluidos, el de temperatura de vapor, agua de alimentación, pérdidas de tiro, flujo de vapor y consumo de combustible. Si -- los datos proporcionados por los instrumentos son -- utilizados continuamente, los ajustes de combustible y aire alimentados, pueden hacerse rápidamente para corregir cualquier desviación de lo normal; -- además puede deducirse la necesidad de dar mantenimiento al generador de vapor, para restituir la eficiencia de las superficies de transferencia de calor, la necesidad de posibles cambios en el procedimiento de operación para mejorar ésta.

Se utilizan varios tipos de instrumentos para proveer los registros necesarios y hacer posible, una comprobación continua de la operación de la planta. La razón principal que justifica la utilización de estos instrumentos, es que a través de su uso, puede obtenerse más vapor a una temperatura y presiones más uniforme, utilizando el mínimo de combustible.

## 2.6 LOCALIZACION DE LAS UNIDADES HOSPITALARIAS.

Como este anteproyecto se llevará acabo en el Estado de Coahuila por considerarse este el lugar que -- cumple, con los requisitos necesarios de urbaniza-- ción y comunicación así como por las condiciones -- geográficas del terreno y el clima que es el mismo-- para toda la zona norte de la República se determi-- no que las unidades hospitalarias y Auxiliares que-- darán distribuidas conforme al plano No. 1 y que son las que a continuación se enumeran:

- 1.- UNIDAD DE LAVANDERERIA
- 2.- HOSPITAL DE PEDIATRIA
- 3.- HOSPITAL GENERAL
- 4.- HOSPITAL DEL TORAX
- 5.- HOSPITAL GINECO-OBSTETRICIA
- 6.- HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEdia
- 7.- HOSPITAL DE ONCOLOGIA



- 1.\_ LAVANDERIA CENTRAL
- 2.\_ HOSPITAL DE PEDIATRIA
- 3.\_ HOSPITAL GENERAL
- 4.\_ HOSPITAL DEL TORAX
- 5.\_ HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA
- 6.\_ HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA
- 7.\_ HOSPITAL DE ONCOLOGIA
- 8.\_ HOSPITAL DE CONVALECIENTES
- 9.\_ ANEXO DEL HOSPITAL GENERAL
- 10.\_ UNIDAD DE CONGRESOS Y CAFETERIA
- 11.\_ UNIDAD DE HABITACION Y ENSEÑANZA
- 12.\_ UNIDAD DE INVESTIGACION CIENTIFICA
- 13.\_ FARMACIA
- 14.\_ ESTACIONAMIENTO
- 15.\_ CONCERVACION
- 16.\_ MORTUORIO

UNAM ENEP ARAGON			
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
PLANO GENERAL DE URBANIZACION			
TESIS PROFESIONAL			
Dibujo No.	Rosalino Cuevas Roman	Fecha	Esc
01	Arturo Márquez	F. 1985	s/e

- 8.- HOSPITAL DE CONVALECENCIA
- 9.- ANEXO DEL HOSPITAL GENERAL
- 10.- UNIDAD DE CONGRESOS
- 11.- UNIDAD DE HABITACION Y ENSEÑANZA
- 12.- UNIDAD DE INVESTIGACION CIENTIFICA

2.7 CALCULO PARA CUBRIR LAS DEMANDAS DE VAPOR DE LAS --  
UNIDADES HOSPITALARIAS Y AUXILIARES.

En el presente capítulo se efectuará el cálculo de la demanda máxima de vapor de solamente una de las unidades del Centro Hospitalario ya que dicho cálculo servirá como ejemplo representativo siendo este el procedimiento que se debe de seguir para todas las demás unidades de las cuales solo se presentarán los valores totales al final.

Para efectos del cálculo de la capacidad total de vapor requerido, se recopilan datos de consumos probables máximos, tomados en base al número y clase de equipos que serán instalados en cada uno de los hospitales y al final se comparará la capacidad resultante del estudio con la capacidad de generación de vapor.

El balance térmico es un censo de cargas donde se anotan las cantidades de vapor y/o vapor utilizado en un proceso industrial referido a un período de tiempo (una hora generalmente).

El vapor utilizado en procesos Industriales se usa con la finalidad de ser un medio de presión. En este capítulo nos referimos al cálculo de las necesidades de vapor para procesos en que el vapor es utilizado como medio de calentamiento indirecto.

En términos generales, nuestros planteamientos se pueden resumir en dos casos típicos.

- a) Calor necesario para calentamiento del agua (calor sensible).
- b) Calor necesario para producir el cambio de estado (calor latente de vaporización).

La demanda de vapor por cada 24 hrs. de servicio, de la unidad de lavandería es el tema principal-

para el cálculo del presente trabajo y por lo -- tanto se llevará a cabo más adelante.

Así mismo se deben de suponer los incrementos de demanda adicional (colchones) por ampliación futura.

## 2.8 CONCEPTOS PARA EL CALCULO DE LA DEMANDA DE VAPOR -- PARA LA UNIDAD DE LAVANDERIA.

Como se dijo anteriormente, el planteamiento del -- problema se resume en dos casos a saber:

### 2.8.1 CALOR NECESARIO PARA CALENTAMIENTO DEL AGUA.

En este caso se requiere calentar una masa -- dada hasta una temperatura "X" en un periodo de tiempo ("y"), y debemos determinar la can tidad de vapor requerido en Kg/hr., y su pre sión en Kg/cm<sup>2</sup>.

El cálculo del calor sensible lo determina-- mos mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = W C_p \Delta T$$

donde:

W= Peso de la masa dada que deseamos calentar en una hora  
C<sub>p</sub>= Calor específico de la masa  
 $\Delta T$ = Incremento de temperatura

### 2.8.2 CALOR NECESARIO PARA PRODUCIR EL CAMBIO DE -- ESTADO.

Aquí es necesario calentar y evaporar una ma sa dada en un período de tiempo ("y"), y de-- bemos determinar la cantidad de vapor en -- Kg/hr y su presión en Kg/cm<sup>2</sup>. Para determi-- nar la cantidad de vapor requerida debemos -- dividir la cantidad de calor sensible Q<sub>s</sub> entre el calor latente de vaporización H<sub>fg</sub> que se va a emplear.

El valor de  $H_{fg}$  lo determinamos en las tablas de vapor. (No.1)

$$\frac{Kg}{Hr} \text{ vapor} = \frac{Q_s}{H_{fg}}$$

El caso (2.8.2) se refiere a una determinación de la cantidad de calor total, que es la suma de un calor sensible más un calor latente.

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

La parte relativa al calor sensible se determina igual que en el caso (2.8.1) solamente que la temperatura final de la masa dada se determina como la temperatura de saturación a la presión absoluta que se encuentre dicha masa. Presión absoluta = (presión barométrica + presión manométrica).

La parte relativa al calor latente o sea la evaporación y que es la mayor porción de calor, generalmente se refiere a eliminación de humedad.

Se determina con ayuda de la expresión algebraica:

$$Q_L = W_1 \cdot H_{fg}$$

donde:

$Q_L$  = Cantidad de calor latente

$W_1$  = Peso de la porción que deseamos evaporar de la masa dada en una hora o lo que equivaldría a evaporar de la masa dada en una hora.

$H_{fg}$  = Calor latente de vaporización de la porción que deseamos eliminar de la masa dada como generalmente es humedad, o agua, este va-

TABLA DE VAPOR NO. 1

SISTEMA METRICO

Presión	Temperatura	Volumen específico del agua	Volumen específico vapor seco y saturado	Entalpia líquida saturada	Entalpia vapor seco saturado	Calor de evaporación
$\frac{Kg.}{Cm^2.}$	°C	$\frac{m^3}{Kg.}$	$\frac{m^3}{Kg.}$	$\frac{Kcal}{Kg.}$	$\frac{Kcal}{Kg.}$	$\frac{Kcal}{Kg.}$
0.10	45.45	0.0010101	14.95	45.45	617.0	571.6
0.20	59.67	0.0010169	7.789	59.65	623.3	563.4
0.30	68.68	0.0010220	5.324	68.66	626.8	558.1
0.40	75.42	0.0010261	4.066	75.41	629.5	554.1
0.50	80.80	0.0010296	3.299	80.85	631.6	550.7
0.60	85.45	0.0010327	2.782	85.47	633.5	548.0
0.70	89.45	0.0010355	2.408	89.49	635.1	545.6
0.80	92.99	0.0010381	2.125	93.05	636.4	543.3
0.90	96.18	0.0010405	1.903	96.26	637.6	541.3
1.0	99.09	0.0010428	1.725	99.19	638.8	539.6
1.2	104.25	0.0010468	1.455	104.38	640.7	536.3
1.4	108.74	0.0010505	1.259	108.92	642.3	533.4
1.6	112.73	0.0010538	1.111	112.95	643.8	530.8
1.8	116.33	0.0010570	0.9954	116.60	645.1	528.5
2.0	119.62	0.0010600	0.9018	119.94	646.3	526.4
2.5	125.79	0.0010666	0.7318	127.2	648.7	521.5
3.0	132.88	0.0010726	0.6169	133.4	650.7	517.3
3.5	138.19	0.0010779	0.5338	138.9	652.4	513.5
4.0	142.92	0.0010829	0.4709	143.7	654.9	510.2
4.5	147.20	0.0010875	0.4215	148.1	655.2	507.1
5.0	151.11	0.0010918	0.3817	152.1	656.3	504.2
5.6	155.41	0.0010967	0.3231	156.6	657.5	500.9
6.0	158.08	0.0010998	0.3214	159.3	658.3	498.9
6.6	161.82	0.0011043	0.2538	163.2	659.3	496.1
7.0	164.17	0.0011071	0.2778	165.7	659.9	494.2
7.6	167.51	0.0011113	0.2570	169.2	660.7	491.5
8.0	169.61	0.0011139	0.2448	171.4	661.2	489.8
8.6	172.61	0.0011177	0.2286	174.5	661.9	487.4
9.0	174.53	0.0011202	0.2189	176.5	662.3	485.8
9.6	177.28	0.0011238	0.2058	179.4	662.9	483.5
10.0	179.04	0.0011262	0.1980	181.3	663.3	482.1
10.5	181.16	0.0011291	0.1890	184.5	663.7	480.2
11.0	183.20	0.0011319	0.1806	185.7	664.1	478.4
11.5	185.17	0.0011346	0.1733	187.7	664.5	476.8
12.0	187.08	0.0011373	0.1663	189.8	664.9	475.1
12.5	188.92	0.0011399	0.1599	191.7	665.3	473.6
13.0	190.71	0.0011426	0.1540	193.6	665.6	472.0
13.5	192.45	0.0011451	0.1485	195.5	665.9	470.4
14.0	194.13	0.0011476	0.1434	197.3	666.2	468.9
14.5	195.77	0.0011501	0.1387	199.1	666.4	467.4
15.0	197.36	0.0011525	0.1342	200.7	666.7	465.9
15.5	198.91	0.0011548	0.1300	202.4	666.9	464.5
16.0	200.43	0.0011572	0.1261	204.0	667.1	463.1
16.4	201.91	0.0011595	0.1224	205.6	667.3	461.7
17.0	203.35	0.0011618	0.1189	207.2	667.5	460.3
17.5	204.76	0.0011640	0.1156	208.7	667.7	459.0
18.0	206.14	0.0011662	0.1125	210.2	667.8	457.6
18.5	207.49	0.0011684	0.1095	211.7	668.0	456.3
19.0	208.81	0.0011706	0.1067	213.1	668.2	455.1
19.5	210.11	0.0011728	0.1040	214.5	668.3	453.8
20.0	211.38	0.0011749	0.1015	215.9	668.5	452.6
20.5	212.63	0.0011771	0.09907	217.3	668.6	451.3
21.0	213.85	0.0011792	0.09676	218.6	668.7	450.1
21.5	215.05	0.0011813	0.09456	220.0	668.8	448.8
22.0	216.23	0.0011833	0.09225	221.2	668.9	447.7
22.5	217.39	0.0011854	0.09042	222.5	668.9	446.4
23.0	218.53	0.0011874	0.08849	223.8	669.0	445.2
23.5	219.65	0.0011894	0.08663	225.0	669.1	444.1
24.0	220.75	0.0011914	0.08486	226.2	669.2	443.0
24.5	221.83	0.0011933	0.08316	227.4	669.2	441.8
25.0	222.90	0.0011953	0.08150	228.6	669.3	440.7
30.0	232.76	0.0012142	0.06797	239.6	669.6	430.0
35.0	241.42	0.0012321	0.05819	245.5	669.5	420.0
40.0	249.18	0.0012493	0.05077	258.4	669.0	410.6
45.0	256.23	0.0012651	0.04495	266.6	668.4	401.8
50.0	262.70	0.0012825	0.04026	274.3	667.5	393.2
55.0	268.69	0.0012986	0.03639	281.5	666.6	385.1
60.0	274.29	0.0013147	0.03313	288.3	665.4	377.1
65.0	279.54	0.0013306	0.03036	294.8	664.0	369.2
70.0	284.48	0.0013466	0.02798	301.0	662.6	361.6
75.0	289.17	0.0013626	0.02589	307.0	661.0	354.0
80.0	293.62	0.0013777	0.02405	312.8	659.3	346.5
85.0	297.86	0.0013950	0.02243	318.4	657.6	339.2
90.0	301.92	0.0014115	0.02096	323.8	655.7	332.1
95.0	305.89	0.0014282	0.01965	329.1	653.8	324.7
100	309.53	0.0014453	0.01846	334.2	651.7	317.5
150	340.56	0.001646	0.01666	381.9	623.6	243.7
200	364.08	0.001987	0.00618	431.3	581.4	150.1

lor lo encontramos en las tablas de las propiedades del vapor de Agua.

Finalmente determinamos los Kgs. de vapor necesarios de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Kg}}{\text{Hr}} \text{ vapor} = \frac{Q_s + Q_l}{H_{fg}}$$

2.9 FACTORES PARA CALCULAR LAS NECESIDADES DE AGUA CALIENTE DE LOS DIFERENTES SERVICIOS.

2.9.1 OBTENCION DE LA DEMANDA TOTAL EN LITROS.

2.9.2 ELEVACION DE LA TEMPERATURA DEL AGUA.

2.9.3 DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE.

2.9.4 SELECCION DEL EQUIPO DE CALENTAMIENTO NECESARIO (CALDERA).

2.10 EXPLICACION DE TERMINOS USADOS.

Posible demanda máxima.- Cantidad total de agua requerida en cualquier período normal.

Probable demanda máxima.- Cantidad máxima de agua caliente que probablemente va a ser utilizada en un momento dado.

Duración de la probable demanda máxima.- Período de duración de la máxima demanda probable.

Elevación de temperatura.- Es la diferencia de temperatura entre el agua fría proporcionada, y la temperatura a la que se desea tener.

2.11 CALCULO DE LA DEMANDA DE VAPOR PARA LA UNIDAD DE LA VANDERIA.

- a) Vapor requerido para calentamiento de Agua.
- b) Vapor requerido para consumo directo.

EQUIPO	CANTIDAD	LTs/Hr	LTs/Hr TOTAL
LAVADORA MELNOX C-275	5	1598	7990
LAVADORA MELNOX C-660	5	4429	22145
LAVABO CON AGUA CALIENTE	8	96	768
REGADERA CON -- AGUA CALIENTE	8	43	344
DEMANDA TOTAL ( $W_I$ )			<u>31247</u>

Para estimar la capacidad de la caldera (s) necesaria (s), y la capacidad de almacenamiento del tanque, es necesario conocer la cantidad total de agua que va a ser calentada por día. Y además la cantidad total máxima, la cual va a ser usada en una hora cualquiera, así como la duración de ésta carga.

2.12 CONSUMO, HORARIO PROBABLE DE AGUA CALIENTE (Dem.Max./Hr.)

$$W_{phl} = F_{usl} \cdot W_I$$

en LTs/Hr

donde:

$$W_{phl} = \text{DEM. MAX./Hr}$$

$$F_{usl} = \text{Factor de Demanda}$$

$$W_I = \text{DEM. MAX. TOTAL.}$$

Tomando un factor de demanda de 0.87 (tablas) por lo tanto:

$$\text{DEM. MAX./Hr} = W_{phl} = F_{usl} \cdot W_I = (0.87) \cdot (31247) = \underline{\underline{27185 \text{ LTs/Hr}}}$$

### 2.13 CALOR NECESARIO PARA CALENTAMIENTO DEL AGUA.

Como:

$$Q_1 = W C_p \Delta T$$

Por lo tanto sustituyendo:

$$Q_1 = W_{ph1} \cdot C_p \cdot \Delta T_1$$

donde:

$Q_1$  = Calor necesario para calentamiento del -  
agua.

$C_p$  = Calor específico del agua a presión etc.

$W_{ph1}$  = Consumo horario probable de agua calien-  
te.

$\Delta T_1$  = Incremento de temperatura (considerando-  
la  $T$  inicial del agua a  $17^\circ\text{C}$ ).

Haciendo Lts/Hr = Kg/Hr.

$$Q_1 = W_{ph1} \cdot C_p \cdot \Delta T_1 = (27185 \text{ Lts/hr}) (1 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}) \\ (70 - 17^\circ\text{C}) = 27185 (1) (53) = \underline{\underline{1,440,805 \text{ Kcal/Hr}}}$$

Si consideramos que el vapor generado en las calde-  
ras es de una presión de  $p = 14.0 \text{ Kg/cm}^2$ , y que el -  
tanque de agua caliente trabajará con vapor de una-  
presión  $p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$ .

Por lo tanto, el consumo horario de vapor a una pre-  
sión  $p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$  sera:

$$W_{v1} = Q_1 / H_{fg2} \quad (\text{Kg/Hr})$$

donde:

$W_{v1}$  = Consumo horario vapor a  $p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$ .

$Q_1$  = Calor necesario para calentamiento del  
agua.

$H_{fg2}$  = Calor latente de vaporización a:  
 $p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2 = 539.6 \text{ Kcal/Kg}$  (tablas).

Sustituyendo:

$$W_{v1} = 1'440,805/539.6 = \underline{\underline{2670.135 \text{ Kg/Hr}}}$$

Por lo tanto, su consumo transformado a vapor a una presión de 14.0 Kg/cm<sup>2</sup> será:

$$W_{v1} = Q_1/H_{fg1} \quad (\text{Kg/Hr})$$

donde:

$W_{v1}$  = Consumo horario de vapor a  $p=14.0$  --  
Kg/cm<sup>2</sup> para calentamiento del agua de-  
17 a 70°C

$Q_1$  = Calor necesario para calentamiento del  
agua.

$H_{fg1}$  = Calor latente de vaporización a  $p=14.0$   
Kg/cm<sup>2</sup> = 468.9 Kcal/Kg (tablas)

Sustituyendo:

$$W_{v1} = 1'440,805/468.9 = \underline{\underline{3072.734 \text{ Kg/Hr}}}$$

2.14 CALOR NECESARIO PARA ELEVAR LA TEMPERATURA DEL AGUA DESDE 70°C HASTA 90°C QUE ES LA TEMPERATURA PROMEDIADO QUE SE REQUIERE EN LAS LAVADORAS.

$$Q_2 = W_{ph1} \cdot C_p \cdot \Delta T_2 \quad (\text{Kcal/Hr})$$

donde:

$Q_2$  = Calor necesario para sobrecalentar el -  
agua en las lavadoras.

$W_{ph1}$  = DEM.MAX./Hr = 27185 Lts/Hr o Kg/Hr

$C_p$  = Calor específico del agua a presión - -  
constante = 1.0 Kcal/Kg°C

$\Delta T_2$  = Incremento de temperatura (90-70°C) =  
20°C considerando la temperatura ini-  
cial a 70°C

Sustituyendo:

$$Q_2 = W_{ph1} \times C_p \times \Delta T_2 = (27185 \text{ Kg/Hr}) (1.0 \text{ --} \\ \text{Kcal/Kg}^\circ\text{C}) (20^\circ\text{C}) = \underline{\underline{543700 \text{ Kcal/Hr}}}$$

Si consideramos que el vapor generado en las calderas es de una presión  $p=14.0 \text{ Kg/cm}^2$  y que el sistema interno de las lavadoras trabajará con vapor de una presión  $p=8.79 \text{ kg/cm}^2$ , sus respectivos calores latentes de vaporización serán:

$$H_{fg1} = 468.9 \text{ Kcal/Kg para una } p=14.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{fg3} = 486.6 \text{ Kcal/Kg para una } p=8.79 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto, el consumo horario de vapor a una  $p=8.79 \text{ Kg/cm}^2$  será:

$$W_{v2} = Q_2/H_{fg3} \quad \text{Kg/Hr}$$

donde:

$$W_{v2} = \text{Consumo horario de vapor a una } p=8.79 \text{ Kg/cm}^2$$

$Q_2$  = Calor necesario para sobrecalentamiento del agua en las lavadoras.

$$H_{fg3} = \text{Calor latente de vaporización a una } p=8.79 \text{ Kg/cm}^2 = 486.6 \text{ Kcal/Kg (tabla)}$$

Sustituyendo:

$$W_{v2} = 543,700/486.6 = \underline{\underline{1117.345 \text{ Kg/Hr}}}$$

Por lo tanto su consumo transformado a vapor a una  $p=14.0 \text{ Kg/cm}^2$  será:

$$W_{v2} = Q_2/H_{fg1} \quad \text{Kg/Hr}$$

Donde:

$$W_{v2} = \text{Consumo horario de vapor a una } p=14.0 \text{ kg/cm}^2$$

$Q_2$  = Calor necesario para sobrecalentamiento del agua en las lavadoras.

$$H_{fg1} = \text{Calor latente de vaporización a una } p=14.0 \text{ Kg/cm}^2$$

Sustituyendo:

$$W_{v2} = 543700/468.9 = 1159.522 \text{ Kg/Hr}$$

$$W_{v2} = \underline{\underline{1159.522 \text{ Kg/Hr}}}$$

La cantidad total de vapor de una presión  $p=14.0$  --  $\text{Kg/cm}^2$  necesario para el calentamiento total del -- agua será:

$$W_{vt} = W_{v1} + W_{v2} \quad \text{KG/Hr}$$

donde:

$W_{vt}$  = Cantidad total de vapor para el calentamiento del agua a una  $p=14.0 \text{ Kg/cm}^2$

$W_{v1}$  = Consumo horario de vapor a una  $p=14.0$ -  $\text{Kg/cm}^2$  3072.734 Kg/Hr.

$W_{v2}$  = Consumo horario de vapor a una  $p=14.0$   $\text{Kg/cm}^2$  1159.522 Kg/Hr.

Sustituyendo:

$$W_{vt} = 3072.734 + 1159.522 = 4232.256 \text{ Kg/Hr}$$

$wvt = 4232.256 \text{ Kg/Hr}$  para intercambiadores de calor y para el tanque de agua caliente.

## 2.15 VOLUMEN DEL TANQUE PARA AGUA CALIENTE.

$$V_{t1} = (F_{v1}) (W_{ph1}) \quad \text{Lts}$$

donde:

$V_{t1}$  = Volúmen del tanque de agua caliente.

$F_{v1}$  = Factor de volumen por hora = 1.25

$W_{ph1}$  = Consumo horario probable = 27185  
(DEM.MAX. PROB.)

Sustituyendo:

$$V_{t1} = 1.25 \times 27185 = \underline{\underline{33981.250 \text{ Lts}}}$$

El factor de Volumen por hora de 1.25 sirve para -- calcular la cantidad de reserva confiable que siempre se debe tener en todo tanque de almacenamiento de agua.

Por lo que se recomienda un tanque de aproximadamente 34000 Lts. con intercambiador de calor separado y con capacidad para calentar 34000 Lts. de agua -- por hora, desde una temperatura ambiente de 17°C -- hasta 70°C con vapor saturado y a una presión  $p=1.0$  kg/cm<sup>2</sup>.

2.16 VAPOR REQUERIDO PARA CONSUMO DIRECTO.

EQUIPO	CANTIDAD	Kg/Hr por EQUIPO	TOTAL DE Kg/Hr
LAVADORA (Melnox C-600)	5	22.68	113.40
LAVADORA (Melnox C-275)	5	11.34	56.70
MANGLE (Planchadora)	7	279.00	1,953.00
TOMBOLA (secadora)	6	204.12	1,224.72
HONGO PRENSA (Plancha de forma)	100	41.40	4,140.00
DEMANDA TOTAL (W <sub>2</sub> )			7,487.820

\* Del total de ropa procesada el 5% está representado por uniformes del personal que labora en todas las distintas áreas del Centro Hospitalario.

CANTIDADES DE UNIFORMES EN Kg. QUE DEBERAN SER LAVADOS, SECADOS Y PLANCHADOS EN UNA JORNADA DE 12 Hrs.

\* Datos proporcionados por el departamento de producción de la planta de lavado. La cantidad total de ropa procesada = 23814 Kg.

$$W_{uL} = W_{rtp} \times (\%) \quad \text{Kg}$$

Donde:

$W_{uL}$  = Cantidad de uniformes labados.

$W_{rtp}$  = Cantidad total de Ropa procesada.

(%) = Porcentaje representado por Uniformes.

Sustituyendo:

$$W_{uL} = 23814 \times 0.05 = \underline{\underline{1190.7 \text{ Kg}}}$$

2.17 CANTIDAD DE UNIFORMES QUE DEBERAN SER PLANCHADOS -- EN UNA HORA.

$$W_{up} = W_{uL}/t \quad \text{Kg/Hr}$$

donde:

$W_{up}$  = Cantidad de uniformes planchados en - 1 hora.

$W_{uL}$  = Cantidad de uniformes lavados.

t = Duración de la jornada de trabajo 12- horas.

Sustituyendo:

$$W_{up} = 1190.7/12 = 99.225 \text{ Kg/Hr}$$

$$W_{up} = 100 \text{ Kg/Hr} \quad \text{aproximadamente}$$

2.18 CONSUMO HORARIO DE VAPOR CON PRESION  $p=8.79 \text{ Kg/cm}^2$

$$W_{ph2} = F_{us1} \times W_2 \quad \text{Kg/Hr}$$

donde:

$W_{ph2}$  = Consumo horario probable de vapor con  $p=8.79 \text{ kg/cm}^2$   
(DEMANDA MAXIMA POR\_HORA)

$F_{us1}$  = Factor de Demanda = 0.87

$W_2$  = Demanda total máxima

Sustituyendo:

$$W_{ph2} = (0.87) (7487.820) = \underline{\underline{6514.403 \text{ Kg/Hr}}}$$

2.19 POR LO TANTO SU CONSUMO TRANSFORMADO A VAPOR CON --  
PRESION  $p = 14.0 \text{ Kg/cm}^2$ :

$$W_{v3} = (W_{ph2}) (H_{fg3}) / (H_{fg1}) \quad (\text{Kg/Hr})$$

donde:

$W_{v3}$  = Cantidad de vapor con una  $p = 14.0 \text{ Kg/cm}^2$

$W_{ph2}$  = Consumo horario probable de vapor con una  $p = 8.79 \text{ Kg/cm}^2$

$H_{fg3}$  = Calor latente de vaporización a una  $p = 8.79 \text{ Kg/cm}^2$

$H_{fg1}$  = Calor latente de vaporización a una  $p = 14.0 \text{ Kg/cm}^2$

SUSTITUYENDO:

$$W_{v3} = (6514.403) (486.6) / 468.9 = W_{v3} = \underline{\underline{6760.308 \text{ Kg/Hr}}}$$

2.20 POR LO TANTO EL CONSUMO HORARIO MAXIMO POSIBLE SERA

$$W_{phm} = W_{vt} + W_{v3} \quad (\text{Kg/Hr})$$

donde:

$W_{phm}$  = Consumo horario máximo probable de -- vapor con  $p = 14.0 \text{ Kg/cm}^2$

$W_{vt}$  = Cantidad total de vapor para calentamiento de agua.

$W_{v3}$  = Cantidad total de vapor para consumo directo.

Sustituyendo:

$$W_{phm} = 4232.256 + 6760.308 = \underline{\underline{10,992.564 \text{ Kg/Hr}}}$$

$$W_{phm} = \underline{\underline{11000 \text{ Kg/Hr}}}$$

Así que este será el valor que consideramos, del --  
 cual 4240.000 Kg/Hr serán con vapor de presión - --  
 $p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$  y 6760.300 Kg/Hr serán con vapor de -  
 presión  $p = 8.79 \text{ Kg/cm}^2$ .

De la misma manera se llevan a cabo los cálculos pa  
 ra las demás unidades los cuales presentamos a con-  
 tinuación, solamente los totales.

UNIDAD	CONSUMO VAPOR (Kg/día) *
1. Unidad de Lavandería	
2. Hospital de Pediatría	30,951
3. Hospital General	29,204
4. Hospital de Tórax	25,945
5. Hospital de Gineco-Obstetricia	22,330
6. Hospital de Traumatología y Or topedia	20,958
7. Hospital de Oncología	19,200
8. Hospital de Convalecientes	10,725
9. Anexo del Hospital General	19,148
10. Unidad de Congresos	2,956
11. Unidad de Habitación y Enseñan za	2,595
12. Unidad de Investigación Cientí fica	1,535
	<hr/> 185,547

\* Calculado anteriormente.

Los consumos de vapor (Kg/día) enumerados anterior-  
 mente fueron tomados en base al número de equipos -  
 que serán instalados en cada unidad.

## 2.21 CUADRO COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO

Para este anteproyecto y de acuerdo a los cálculos-  
 obtenidos con anterioridad establecemos que se re--  
 quiere la adquisición de equipos para la generación  
 y suministro de vapor a las unidades hospitalarias.

Para tal caso se realizó un concurso al que se in--  
 vitaron a las siguientes compañías:

CONCURSANTES		INDUSTRIAS PESADAS (LUKAUT)	BABCOCK & WILCOX
CONCEPTO			
CALDERAS DE VAPOR Y EQUIPOS AUXILIARES PARA QUEMAR PETROLEO PESADO (ESPECIFICACIONES ANTEPROYECTO SALTILLO)			
1.00 CONDICIONES DE OPERACION		CUMPLE	CUMPLE
1.1 EVAPORACION MAXIMA CONTINUA POR CALDERA	10.000 Kg / Hr.	"	"
1.2 EVAPORACION MAXIMA CONTINUA SOBRE CARGA POR CALDERA	11.000 Kg / Hr.	"	"
1.3 PRESION DE DISEÑO	17.6 Kg / Hr.	"	"
1.4 PRESION DE OPERACION	15.84 Kg / Hr.	"	"
1.5 TEMPERATURA DE DISEÑO	343 °C	"	"
1.6 TEMPERATURA FINAL DE VAPOR	203 °C	"	"
1.7 TEMPERATURA AGUA ALIMENTACION	100 °C	"	"
1.8 TEMPERATURA COMBUSTIBLE	90 - 100 °C	"	"
1.9 SUPERFICIE DE CALEFACCION	227.5 m <sup>2</sup>	"	"
1.10 EFICIENCIA	85 % MINIMO	"	"
1.11 CALIDAD DE VAPOR	99.5 %	"	"
1.12 ANCHO	3.15 Mts.	"	"
1.13 ALTO	4.19 Mts.	"	"
1.14 LARGO	4.53 Mts.	"	"
2.00 PRECIOS COTIZADOS	M.N.		
2.1 L. A. B. FABRICA			
2.2 POR TRES (3) CALDERAS DE VAPOR PARA QUEMAR			
2.2 PETROLEO PESADO	M.N.	108,000,000.00	100,000,000.00
2.3 POR TRES (3) TABLEROS DE CONTROL	M.N.	1,500,000.00	1,305,000.00
2.4 POR TRES (3) SISTEMAS ALIMENTACION DE AGUA	M.N.	9,000,000.00	7,800,000.00
2.5 POR UN (1) TANQUE DE DIA	M.N.	9,000,000.00	8,700,000.00
2.6 POR UNA (1) CHIMENEA	M.N.	900,000.00	600,000.00
2.7 POR UN (1) SUAVISADOR DE AGUA DOBLE	M.N.	3,000,000.00	2,360,000.00
3.00 TIEMPOS DE ENTREGA	150 DIAS	200	150
3.1 POR FLETES HASTA EL SITIO DE LA PLANTA	M.N.	0.00 VER NOTA "3"	750,000.00
3.2 POR GASTOS ADUANALES	M.N.	0.00	0.00
3.3 POR PROTECCION A LA FABRICACION NACIONAL	M.N.	0.00	0.00
4.00 LUGAR DE FABRICACION		MONTERREY N. L.	TLANEPANTLA EDO. MEX.
4.1 LUGAR DE ENTREGA		EN EL PROYECTO	TLANEPANTLA EDO. MEX.
4.2 PESO DEL EMBARQUE	Kg.	28,634 VER NOTA "2"	28,634
COSTO TOTAL SIN INCLUIR FLETES		131,400,000.00	120,765,000.00
COSTO TOTAL CON FLETES INCLUIDOS		131,400,000.00	121,515,000.00

### NOTAS Y OBSERVACIONES

- LA CARGA TOTAL DE VAPOR CALCULADA DEBERA SER REPARTIDA EN DOS EQUIPOS Y SE CONTARA CON UN TERCERO PARA ASEGURAR EL SUMINISTRO, EN CASO DE FALLA O MANTENIMIENTO. ADEMAS SE DEBERA CONSIDERAR EN LA CONSTRUCCION CIVIL UN ESPACIO PARA UNA POSIBLE AMPLIACION.
- EN LA OFERTA DEL PROVEEDOR INDUSTRIAS PESADAS (LUKAUT) NO PROPORCIONO LOS PESOS DE EMBARQUE, POR LO QUE SE CONSIDERAN LOS PROPORCIONADOS POR BABCOCK & WILCOX.
- EN LA OFERTA DEL PROVEEDOR INDUSTRIAS PESADAS INCLUYE EL COSTO DE LOS FLETES HASTA EL SITIO DE LA PLANTA ANTEPROYECTO SALTILLO.

### CONCLUSION Y OPINION

CONCLUSION: DE ACUERDO AL ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DEL CONCURSO NACIONAL RELATIVO A LAS CALDERAS DE VAPOR Y EQUIPOS AUXILIARES PARA EL ANTEPROYECTO SALTILLO, EL PROVEEDOR BABCOCK AND WILCOX CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS TECNICAS Y TIEMPO DE ENTREGA YA QUE TAMBIEN EL PRECIO ES MENOR.

### OPINION:

CONSIDERANDO EL RESULTADO OBTENIDO DEL ANALISIS TECNICO ECONOMICO SE RECOMIENDA COLOCAR LA ORDEN DE COMPRAS POR LAS TRES (3) CALDERAS DE VAPOR Y EQUIPOS AUXILIARES AL PROVEEDOR BABCOCK AND WILCOX POR LA SUMA TOTAL DE 121,515,000.00 (CIENTO VEINTIUN MILLONES QUINIENTOS QUINCE MIL PESOS 0%) L. A. B. SITIO DE LA PLANTA ANTEPROYECTO SALTILLO.

UNAM ENEP ARAGON  
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

CUADRO COMPARATIVO  
TECNICO ECONOMICO

TESIS PROFESIONAL

Dibujo No.	Rosalino Cuevas Román	Fecha Esc.	1985
	Arturo Márquez F.		s/e

- BABCOCK AND WILCOX.
- INDUSTRIAS PESADAS, S.A. DE C.V.  
Fabricante de Calderas (LUKAUT)
- SOCIEDAD ELECTRO MECANICA, S.A. DE C.V.  
Fabricante de Calderas (CLEAVER BROOKS)

De las cuáles solamente asistieron las dos primeras con lo que estableceremos el siguiente cuadro comparativo.

Elección de Equipos.- Del estudio técnico económico realizado anteriormente en este mismo capítulo - se elige al fabricante BABCOCK AND WILCOX.

## 2.22 DESCRIPCION DE LA CENTRAL DE VAPOR Y RED DE DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES:

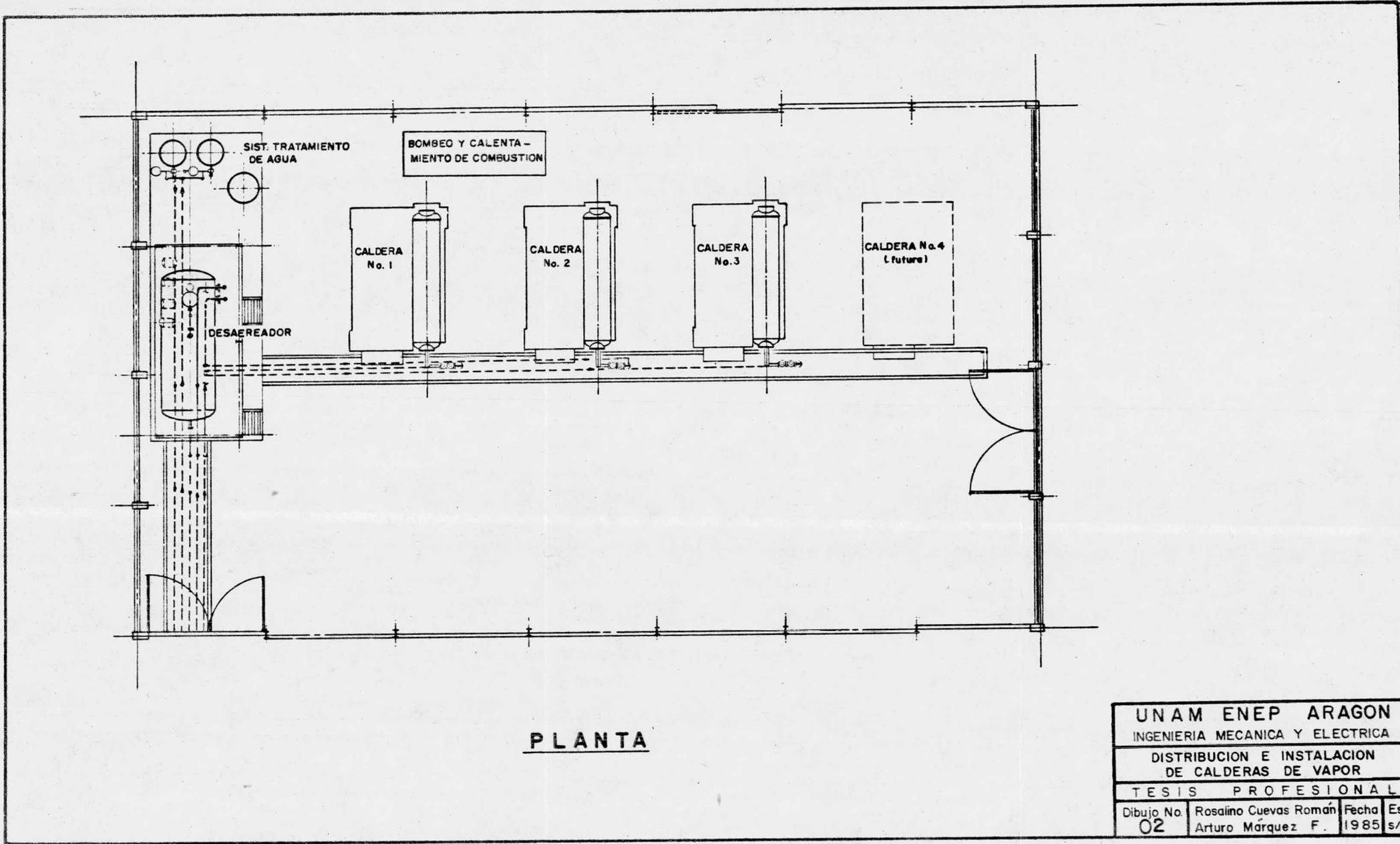
Básicamente la central de vapor estará establecida conforme al plano No.2 y deberá de constar de tres generadores de vapor del tipo acuotubulares diseñados para quemar petróleo pesado (combustible) con una capacidad de generación total de 30,000 Kgs/Hr. y una presión de trabajo de 14.0 Kgs/cm<sup>2</sup>.

El vapor saturado que se generará en la central de vapor y que será suministrado a las diferentes estaciones reductoras de presión de cada una de las unidades hospitalarias y auxiliares para los usos que anteriormente se citaron.

A CONTINUACION SE MENCIONAN LOS DATOS PRINCIPALES - DE LAS CALDERAS.

### DATOS GENERALES (POR CALDERA)

MCA.:	BABCOCK AND WILCOX
MODELO:	FM9 - 48 IZQ
TIPO:	PAQUETE ACUO-TUBULAR
ALTITUD:	1609 M.S.N.M.



PLANTA

UNAM ENEP ARAGON			
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
DISTRIBUCION E INSTALACION DE CALDERAS DE VAPOR			
TESIS PROFESIONAL			
Dibujo No.	Rosalino Cuevas Román	Fecha	Esc
02	Arturo Márquez F.	1985	s/e

COMBUSTIBLE: PETROLEO PESADO 18,000 BTU/LB.  
 DIMENSIONES: ANCHO: 3.15 MTS., ALTO: 4.19 MTS.  
 APROXIMADAS: LARGO: 4.53 MTS.  
 PESO TOTAL: 28,634 Kg  
 APROXIMADO

#### CONDICIONES DE OPERACION

EVAPORACION MAXIMA CONTINUA: 10,000 Kg/Hr x Calde  
 ra  
 EVAPORACION MAXIMA CONTINUA  
 SOBRE CARGA: 11,000 Kg/Hr x Calde  
 ra  
 PRESION DE DISEÑO: 17.6 Kg/cm<sup>2</sup>  
 PRESION DE OPERACION: 15.84 Kg/cm<sup>2</sup>  
 TEMPERATURA DE DISEÑO: 343°C  
 TEMPERATURA FINAL DEL VAPOR: 203°C  
 TEMPERATURA DEL AGUA DE ALI-  
 MENTACION: 100°C  
 TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE: 90 - 100°C  
 SUPERFICIE DE CALEFACCION: 227.5 m<sup>2</sup>  
 EFICIENCIA: 85% mínimo  
 CALIDAD DE VAPOR: 99.5%

#### 2.23 RED DE DISTRIBUCION.

La central de vapor y su red de distribución debe -  
 constar de los siguientes equipos e instalaciones -  
 para dar servicio a ocho hospitales y a cuatro uni-  
 dades auxiliares en el centro hospitalario, 3 gene-  
 radores de vapor marca BABCOCK AND WILCOX, con una  
 evaporación máxima de 10,000 Kg/Hr de producción de  
 vapor y a una presión de trabajo de 14.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

10 Estaciones reductoras de presión para vapor con-  
 un rango de 14.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 5.6 Kg/cm<sup>2</sup>.

1 Estación reductora de presión para vapor con un-  
 rango de 14.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 8.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

1 Estación reductora de presión para vapor con un-

rango de 14.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.4 Kg/cm<sup>2</sup>.

- 10 Estaciones reductoras de presión para vapor con un rango de 5.6 Kg/cm<sup>2</sup> a 1.4 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 22 Cabezales para distribución de vapor.
- 3 Bombas centrífugas de alta presión para alimentación de agua a calderas y motor eléctrico de 15-H.P.
- 2 Bombas centrífugas para traslape de condensador y motor eléctrico de 5 H.P.
- 1 Tanque recolector de condensador con capacidad -- de almacenamiento de 10,000 Lts.
- 2 Suavizadores para agua, por intercambio iónico - con capacidad de 0.284 m<sup>3</sup> de resina y 11,800 - - Lts/hr.
- 1 Compresor para aire, con capacidad para 455 Lts. con una presión de trabajo de 7.0 Kg/cm<sup>2</sup> y motor eléctrico de 5 H.P.
- 2 Bombas de engranes, para alimentación de combustible a calderas, con capacidad de 2725.20 Lts./Hr. y motor eléctrico de 5 H.P.
- 2 Calentadores eléctricos (resistencias de 30 Kw - y 440 volts.
- 2 Intercambiadores de calor para calentamiento de combustible con capacidad de 2725.20 Lts/hr.
- 2 Tanques (cisternas) para almacenamiento de combustible con capacidad de 150.000 Lts.c/uno.
- 11 Tanques para recolección de condensados, con capacidad que varían desde 800 Lts. hasta 3600 Lts. (instalado uno en cada unidad).
- 22 Bombas centrífugas para retorno de condensador - y motores eléctricos que varían desde 0.5 H.P. -

hasta 7.5 H.P.

- 1 Red de distribución de vapor, con tubería de - -  
acero al carbón de 204 mm  $\varnothing$  y una longitud apro-  
ximada de 1100 Mts.
- 1 Red para retorno de condensador de alta presión-  
con tubería de acero al carbón de 38 mm  $\varnothing$  y una-  
longitud aproximada de 1100 mts.
- 1 Red para retorno de condensador de baja presión-  
con tubería de acero al carbón de 63 mm  $\varnothing$  y una-  
longitud aproximada de 1100 mts.

## 2.24 ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESION.

Las unidades Hospitalarias y Auxiliares que requie-  
ren servicios de vapor en Centro Hospitalario, son-  
las que a continuación se enumeran:

1. Hospital de Pediatría
2. Hospital General
3. Hospital de Cardiología y Neumología
4. Hospital de Gineco-Obstetricia
5. Hospital de Traumatología y Ortopedia
6. Hospital de Oncología
7. Hospital de Convalescientes
8. Anexo del Hospital General
9. Unidad de Congresos
10. Unidad de Habitación y Enseñanza
11. Unidad de Investigación Científica
12. Unidad de Lavandería

Todas ellas, son alimentadas por medio de la red de  
distribución que parte de la central de vapor.

En las diferentes unidades del centro hospitalario-  
el vapor se usa básicamente a las presiones de 1.50  
Kg/cm<sup>2</sup> y 5.62 Kg/cm<sup>2</sup>, a excepción del servicio de -  
lavandería que emplea vapor a una presión de 9.0 --  
Kg/cm<sup>2</sup>. Por lo anterior y dado que las calderas ge-  
neran vapor saturado a una presión de trabajo de --  
14.00 Kg/cm<sup>2</sup>, es necesario reducir la presión me- -

diante una estación reductora de presión la cual -- consta de 2 válvulas reductoras de presión.

Las válvulas reductoras de presión se colocan a la entrada de la casa de máquinas de cada unidad, y la descarga de cada una de ellas, ya reducida la presión se conecta a los correspondientes cabezales.

En seguida se ilustra con un diagrama típico (fig.- 3) la instalación de una estación reductora de presión y cabezal de distribución.

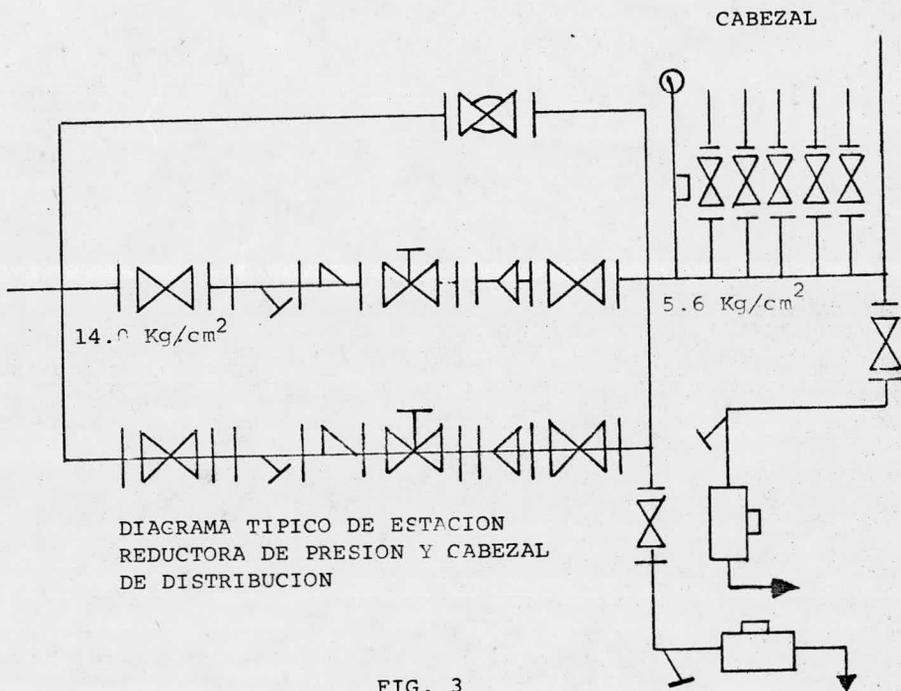


FIG. 3

2.25 VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION Y SUS TUBERIAS DE --  
CONEXION.

En operación, una válvula reductora de presión permite una presión menor a la salida de ella, que la presión de entrada. La diferencia de presiones genera una elevación de la velocidad de vapor a través de las válvulas y en la mayoría de las instalaciones de válvulas reductoras se alcanza la velocidad del sonido. Las velocidades extremas que se -- producen no deben tolerarse en tuberías de suministro de las válvulas y principalmente a través de -- ellas. La erosión y el ruido las hacen prohibitivas.

En aplicaciones tales como sistemas de calentamiento, donde el ruido del flujo del vapor debe tomarse en consideración, es común utilizar los límites de velocidad entre 4000 y 6000 pies por minuto. Las -- velocidades considerablemente mayores son aceptables en instalaciones exteriores en plantas en donde el ruido no tiene importancia.

2.26 COMO SELECCIONAR UNA VALVULA REDUCTORA DE PRESION.

Datos Necesarios:

Presión del vapor (antes de la válvula)  $\text{Kg/cm}^2$  mano  
métricas.

Flujo de vapor en  $\text{Kg/Hr}$ .

Presión de salida  $\text{Kg/cm}^2$  manométricas.

De acuerdo a la tabla IRP

Localice en la primera columna la presión de entrada.

En la siguiente columna halle el valor de la presión de salida (o el valor más cercano a ella).

A lo largo de esa línea, halle el valor del flujo de vapor en  $\text{Lbs/Lts}$ . (o el inmediato superior).

Entonces hallará las dimensiones de la válvula reductora. Es importante también la selección adecua

**TABLA 1 RP**  
**VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION CAPACIDAD EN VAPOR SATURADO (LBS/HR)**

Presión entrada	Presión salida	MEDIDA NOMINAL										
		lbs/pulg <sup>2</sup> .	½" S*	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"
FACTOR CV		2.25	3.5	6.5	10.5	14	20	35	56	74	115	260
15	10	61	148	185	285	380	540	950	1,492	1,970	3,065	4,670
	8	88	215	250	405	535	765	1,340	2,125	2,820	4,380	7,450
	5	100	243	287	465	618	882	1,550	2,470	3,260	5,080	8,500
20	12	79	193	228	369	492	702	1,227	1,972	2,610	4,052	7,300
	8	101	246	290	470	626	894	1,562	2,508	3,312	5,140	9,000
	5	116	283	335	542	723	1,032	1,805	2,890	3,820	5,940	9,900
25	15	95	230	275	435	585	835	1,455	2,328	3,080	4,784	8,940
	10	125	305	360	580	715	1,100	1,935	3,085	4,080	6,330	10,800
	7	135	330	390	620	840	1,200	2,100	3,340	4,420	6,660	11,740
30	20	101	246	290	470	626	894	1,562	2,510	3,315	5,156	9,600
	15	143	349	413	667	890	1,270	2,222	3,565	4,700	7,300	11,800
	12	148	362	427	692	922	1,316	2,300	3,685	4,875	7,570	12,820
40	30	114	279	330	534	712	1,016	1,776	2,852	3,760	5,840	10,550
	25	165	403	477	770	1,025	1,468	2,565	4,115	5,430	8,440	13,300
	18	182	445	525	848	1,130	1,614	2,830	4,520	5,970	9,290	17,060
50	40	111	270	320	520	690	990	1,730	3,165	4,175	6,480	11,400
	30	203	495	585	950	1,260	1,800	3,150	5,040	6,660	10,350	17,500
	21	219	535	635	1,050	1,365	1,950	3,320	5,440	7,175	11,150	21,170
60	45	182	446	527	850	1,135	1,620	2,855	4,536	5,994	9,315	17,000
	35	239	582	688	1,112	1,482	2,116	3,708	5,925	7,830	12,180	22,000
	27	251	613	724	1,170	1,561	2,226	3,900	6,245	8,250	12,820	25,600
75	60	160	390	460	740	990	1,410	2,470	4,510	5,970	9,255	18,800
	50	268	655	775	1,250	1,670	2,380	4,170	-6,775	8,950	13,920	24,700
	35	303	740	880	1,420	1,890	2,700	4,730	7,500	9,900	15,400	34,110
85	70	193	472	557	900	1,200	1,714	3,000	4,800	6,336	9,840	19,250
	50	322	786	930	1,502	2,000	2,860	5,000	8,020	10,590	16,450	34,980
	43	332	811	959	1,550	2,065	2,952	5,165	8,270	10,920	17,000	40,770
100	80	207	505	600	970	1,390	1,840	3,220	5,870	7,760	12,050	28,500
	60	371	905	1,070	1,730	2,310	3,290	5,750	9,000	11,900	18,500	41,000
	48	389	950	1,120	1,820	2,410	3,450	6,040	9,620	12,700	19,750	47,450
125	100	254	620	735	1,190	1,580	2,260	3,960	7,220	9,530	14,800	37,500
	80	443	1,080	1,280	2,065	2,750	3,930	6,880	10,980	14,500	22,550	48,500
	62	476	1,160	1,365	2,200	2,940	4,200	7,360	11,880	15,700	24,400	57,700
150	125	281	685	815	1,310	1,755	2,500	4,360	7,980	10,540	16,400	41,500
	100	515	1,255	1,480	2,400	3,200	4,560	7,980	12,730	16,830	26,200	59,500
	76	557	1,360	1,550	2,600	3,460	4,950	8,660	14,730	19,450	30,200	68,080
175	150	283	690	820	1,320	1,755	2,520	4,390	8,100	10,700	16,650	52,000
	125	567	1,385	1,640	2,650	3,530	5,030	8,800	14,050	18,570	28,900	68,000
	87	642	1,565	1,845	2,990	3,990	5,700	9,940	15,900	21,000	32,700	78,620
200	150	557	1,360	1,600	2,570	3,445	4,920	8,610	13,700	18,120	28,100	73,000
	125	696	1,695	2,000	3,240	4,310	6,150	10,800	17,200	22,700	35,300	83,000
	103	728	1,775	2,090	3,390	4,520	6,450	11,300	18,000	23,750	36,900	88,790
225	175	562	1,370	1,615	2,610	3,500	4,960	8,650	14,800	19,600	30,400	75,960
	150	754	1,840	2,170	3,520	4,700	6,700	11,700	18,700	24,700	38,450	92,360
	117	812	1,980	2,340	3,780	5,040	7,200	12,600	20,550	26,600	41,300	99,110
250	200	566	1,380	1,630	2,630	3,510	5,000	8,750	15,670	20,700	32,200	87,000
	150	870	2,120	2,500	4,050	5,430	7,700	13,500	21,500	28,400	44,200	107,000
	131	898	2,190	2,590	4,180	5,580	7,960	13,950	22,500	29,450	45,700	109,420

\* Capacidades de vapor del tipo 25 P de ½" con pasaje restringido para condiciones de carga reducidas.

Las capacidades indicadas están basadas en una presión de regulación de 0.07 kg/cm<sup>2</sup>.  
Los números re-marcados indican la presión por debajo de la cual el caudal ya no aumenta.

da el tipo de resorte que debe utilizarse.

Para seleccionar el tipo de resorte, se hace de acuerdo a su color basandose en la tabla 2 R.P. de acuerdo al rango de reducci3n de presi3n de cada caso.

Las dimensiones de la tubería antes y después de la válvula reductora de presi3n la obtenemos a partir de la gráfica ITF, con los siguientes datos:

Flujo de vapor en Lbs/Ltr. <sup>2</sup>  
Presi3n del vapor (Lbs/pulg. man)  
Velocidad permisible

TABLA 2 R.P.  
RANGOS DE RESORTE

REDUCCION DE RESORTE	Color (*)
3 A 30 Lbs/pulg <sup>2</sup> man.	Amarillo
20 A 100 Lbs/pulg <sup>2</sup> man.	Azul
30 A 200 Lbs/pulg <sup>2</sup> man.	Rojo

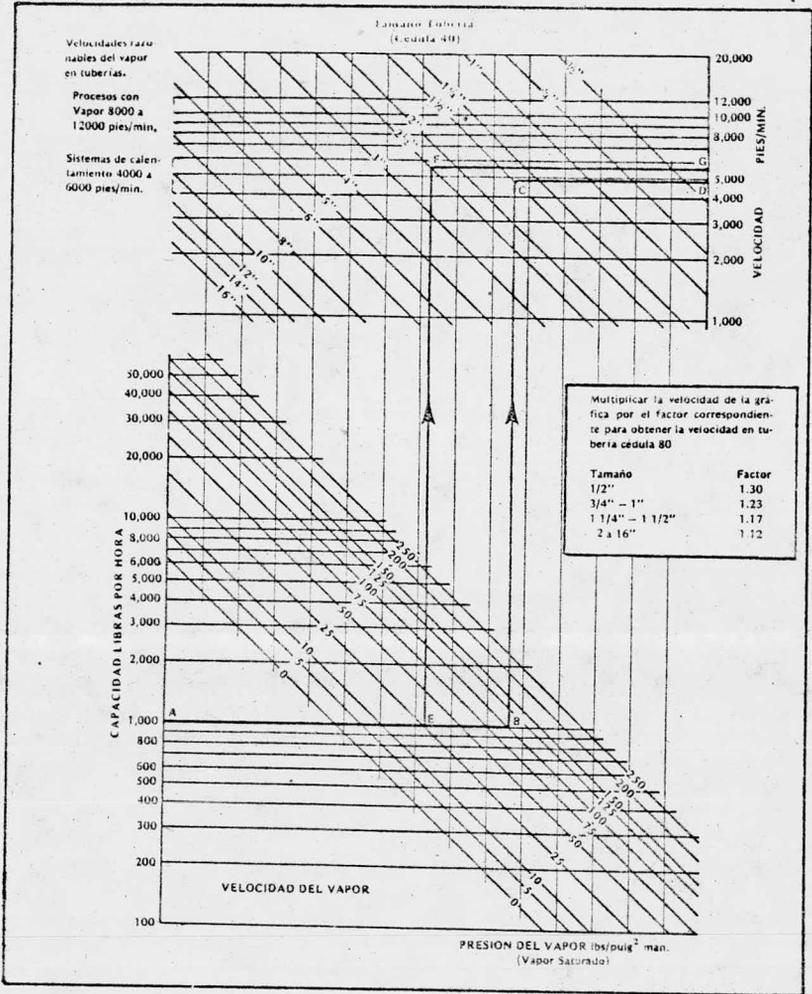
\* El color de estos resortes es de acuerdo a la marca sarco.

## 2.27 FUNCIONAMIENTO DE UNA VALVULA REDUCTORA DE PRESION.

Normalmente la posici3n de la válvula principal es cerrada, accionando un resorte que abre la válvula-piloto y el vapor de entrada pasa hacia la cámara del diafragma principal y parte por el orificio de control que es restringido con respecto al pasaje de la válvula piloto. De este modo la presi3n aumenta debajo del diafragma y la válvula principal abre. La presi3n del lado de baja aumenta, el conducto de toma de presi3n transmite esta variaci3n al lado inferior del diafragma piloto, hasta equilibrar la presi3n del resorte. Consecuentemente, la válvula principal se presiona respondiendo al piloto y entrega la cantidad del vapor necesario.

Cuando no hay consumo de vapor, la válvula se cierra herméticamente, bloqueando la línea, con solo modi-

GRAFICA I IF



ficar el ajuste del resorte del piloto, se obtiene la presión del lado de baja según el valor deseado.

## 2.28 CONTROLES Y COMPONENTES.

Para familiarizarnos con el equipo es necesario conocer cada uno de los componentes, así como su funcionamiento, a tal efecto se expone a continuación una lista de ellos y su función correspondiente.

C.P.C. Control Programador Caldera (FIREYE) (\*).  
Este control establece la secuencia de operación de la caldera preasignando un tiempo para cada fase de operación del quemador.

D.F. Detector de Flama (FOTOCELAS) (\*\*).  
La celda fotoeléctrica o detector de flama "ve" la flama y electrónicamente prevé un corte de combustible en una falla de flama.

I.G. Interruptor General (\*).  
Energiza o desenergiza todo el circuito de control de la caldera.

I.E.P.V. Interruptor Exceso Presión Vapor (\*\*).  
En la eventualidad de una sobrepresión en la caldera este permisivo interrumpe el circuito eléctrico que alimenta al quemador apagándolo. Está ajustado para hacer una interrupción a una presión bastante definida ( $14 \text{ Kg/cm}^2$ ).

I.A.T.F. Interruptor Arrancador Tiro Forzado (\*).  
Interruptor con composición manual/automático que acciona el arrancador del motor ventilador del tiro forzado en el arranque de la caldera.

R.R. Relevador Restablecedor. (\*).  
Nos sirve para restablecer el circuito de protección por bajo nivel de agua en la columna.

A través de los contactos de este relevador se completa el circuito de protección por bajo nivel de agua.

V.S.A.P. Válvula Solenoide Aire Purga (\*).  
Permite el paso de aire suministro para la operación del servomotor del tiro forzado (barrido de gases).

V.S.C.M. Válvula Solenoide Control Modulado (\*).  
Permite el paso de aire de suministro para la modulación de las compuertas que regulan la cantidad de aire para la combustión a través del servomotor tiro forzado.

B.S.A.N.A. Botón silenciador Alarma Nivel Agua (\*).  
Como su nombre lo indica, nos sirve para "silenciar" la alarma por bajo o alto nivel de agua desenergizando el contacto normalmente abierto del relevador silenciador.

R.S.A.N.A. Relevador Silenciador Alarma Nivel Agua (\*).  
Como en el caso del relevador restablecedor este -- abre o cierra al energizarse la bobina del relevador sus contactos respectivos para energizar el circuito del botón silenciador.

A.N.A. Alarma Nivel Agua (\*).  
Consiste en una chicharra que nos indica condiciones peligrosas por alto o bajo nivel de agua.

L.A.Z. Luz Azul (Piloto Encendido). (\*)  
Foco piloto indicador de operación de encendido del piloto de gas.

L.V. Luz Verde (Quemador Encendido) (\*).  
Foco piloto indicador de que el quemador está en condiciones normales de operación.

L.R. Luz Roja (Falla Flama) (\*).  
Esta luz se encenderá cuando por alguna causa ocurra una falla de flama.

L.A. Luz Amarilla (\*).  
Se enciende una vez restablecido el relevador restablecedor (RR) después de haber sonado la alarma por alto o bajo nivel de agua y se apaga después de que ha tomado su nivel normal en la columna.

T.I.G.N. Transformador de Ignición (\*\*).  
Eleva el voltaje de línea (115 volts) a un valor necesario (10,000 volts) para establecer un arco eléctrico en los electrodos y encender el piloto de gas.

I.P. Interruptor de Purga (\*\*)  
Cierra el circuito que alimenta la válvula selenoide de aire purga una vez efectuado el barrido de gases. Además protege de una posible explosión por acumulación de gases en el interior de la caldera si no llegará a efectuarse el barrido, deteniendo la secuencia del C.P.C.

I.T.F. Interruptor Tiro Forzado (\*).  
Proteje contra "desflechamiento" del motor ventilador abriendo las terminales 8 y 9 (diagrama Unifilar y localizadas en la tablilla de conexiones del control de la caldera) desenergizando el control programador Caldera (C.P.C.).

V.S.V.P. Válvula Selenoide Venteo Piloto (\*).  
Permite "ventear" o desalojar el exceso de gas que no pasa a través de la tobera del piloto y lo desfog<sup>o</sup> a la atmósfera.

I.F.M.A. Interruptor Fuego Mínimo Aire (\*\*).  
Consiste en un interruptor de límite cuya operación (apertura o cierre) la hacen la palanca de las compuertas del tiro forzado.

I.F.M.P. Interruptor Fuego Mínimo Petróleo (\*\*).  
Interruptor de límite conectado a la válvula reguladora de petróleo para la apertura automática de ésta.

I.B.P.P. Interruptor Baja Presión Petróleo (\*\*).  
Protege a la caldera por baja presión en la bomba de alimentación de combustible, cortando la operación del C.P.C. y por lo tanto, la del quemador evitando una combustión defectuosa. En general, las fluctuaciones de la presión imponen una mínima presión de petróleo de  $0.70 \text{ Kg/cm}^2$  en el quemador.

I.A.B.P. Interruptor Arrancador Bomba Petróleo (\*).

Una vez energizado el circuito de control de la caldera por medio del interruptor general (I.G.) se energiza el arrancador de la bomba de petróleo inyectando a la caldera.

V.S.R.P. Válvula Solenoide Retorno Petróleo (\*\*). Al energizarse permite el paso o retorno del combustible no quemado, regresándolo a la sisterna.

V.S.C.P. Válvula Solenoide Corte Petróleo (\*\*). Esta válvula cuando se energiza, permite el paso del combustible entre la válvula reguladora de petróleo y la boquilla del quemador.

I.C.E.P. Interruptor Calentador Eléctrico Petróleo (\*). Acciona el contacto que alimenta las resistencias auxiliares de calentamiento del combustible.

I.B.T.P. Interruptor Baja Temperatura Petróleo (\*\*). Si la Temperatura del combustible no es lo suficientemente elevada (90°C mínimo) como para que éste fluya, el interruptor "abre" el circuito y detiene la carrera del C.P.C. protegiendo de esta manera contra "escurrimiento de petróleo no quemado en el quemador.

I.D.V.A. Interruptor Diferencial Vapor Atomización (\*). Recibe señal de la válvula solenoide vapor atomización cerrándose y energizando el relevador auxiliar de vapor atomización.

B.A.M. Botón Atomización Mecánica (\*). Cierra el circuito de purga a través de los contactos del relevador auxiliar de vapor atomización comenzando el barrido de gases.

R.A.V.A. Relevador Auxiliar Vapor Atomización (\*). Una vez detectada la señal de presión de vapor de atomización por el I.D.V.A. se energiza el relevador auxiliar permitiendo el siguiente evento en el programador.

V.S.C.V.A. Válvula Selenoide Corte Vapor Atomización (\*\*).

Permite el paso de vapor para la atomización del combustible en el quemador.

I.A.A.N.A. Interruptor Alarma Alto Nivel Agua (\*\*).  
Instalado en el control de nivel agua Mc. Donnell.-  
A un elevado nivel de agua en la columna, cierra --  
energizando los contactos de la alarma a través del  
relevador (contactos normalmente abiertos).

I.A.B.N.A. Interruptor Alarma Bajo Nivel Agua (\*\*).  
Instalado en el Mc. Donnell, cierra cuando el nivel  
de agua está por debajo del nivel normal a través  
del relevador, accionando la alarma por bajo nivel-  
(ver diagrama unifilar).

I.B.N.A. Interruptor Bajo Nivel Agua (\*\*).  
Considerado como uno de los permisivos de seguridad  
más importante de la caldera, corta la operación --  
del C.P.C. por bajo nivel en el domo.

\* INDICA.- Localizado en Tablero.

\*\* INDICA.- Localizado en Caldera.

## 2.29 ACCESORIOS.

Aparte de las calderas, las instalaciones de vapor-  
constan de:

- (3) Generador de Vapor
- (1) Tanque de Condensado
- (1) Deareador
- (1) Cisterna de Agua cruda
- (7) Bombas de Agua Cruda (bombeo programado)
- (2) Tanques o Filtros Suavizadores
- (2) Intercambiadores de Calor para Calentamiento -  
del Crudo.
- (2) Bombas de Alimentación de Combustible a la Cal  
dera
- (4) Filtros de Combustible
- (2) Calentadores de Crudo (resistencias)
- (1) Tanque de Purgas
- (85) Trampas de Vapor

- (3) Bombas de Agua de Alimentación a la Caldera
- (2) Bombas de Traspaleo de Condensadores
- (2) Bombas Dosificadoras de Productos Químicos
- (1) Dosificador de Línea de Productos Químicos
- (1) Cabezal de Vapor Saturado
- (1) Tablero de Control y Alarmas de las Calderas
- (3) Cisternas de Combustible
- (1) Tablero o Centro de Control de Motores
- (1) Compresor Aire de Suministro para Aparatos de Medición y Control

NOTA: El tablero de Control y alarmas está dividido en tres secciones, una para cada caldera y cada una de ellas consta de:

- (4) Luces de Señales
- (1) Botón Atomización Mecánica
- (1) Botón Restablecedor
- (1) Selector Manual/Automático Arrancador Tiro Forzado
- (1) Selector Manual/Automático Bomba Combustible
- (1) Selector Dentro/Fuera Control Programador
- (1) Indicador de Presión con Rangos, 0-28 Kg/cm<sup>2</sup>
- (1) Integrador o Registrador de Parámetros: indica: Presión del Vapor, Flujo Vapor y Temperatura de los Gases de Combustión en la Chimenea.
- (1) Indicador de Presión Caja Aire en mm de H<sub>2</sub>O con Rango de 0 A + 250 mm de H<sub>2</sub>O.
- (1) Indicador de Presión del Hogar en mm de H<sub>2</sub>O con Rango de 0 A + 50 mm de H<sub>2</sub>O.
- (1) Indicador de Tiro en mm de H<sub>2</sub>O y con Rangos de -15 A + 15 mm de H<sub>2</sub>O.
- (1) Indicador de Presión Petróleo en Quemador y con Rango de 0 A 11 Kg/cm<sup>2</sup>
- (1) Indicador de Presión vapor Atomización y con Rango de 0 a 11 Kg/cm<sup>2</sup>
- (1) Válvula Selectora para: Atomización Mecánica -- y/o Vapor.
- (1) Estación Selectora Manual/Automática para Control de Combustión
- (1) Indicador Maestro de Relación Aire - Combustible.
- (1) Controlador Programador Caldera (FIREYE)
- (1) Indicador de Presión Cabezal (\*)

- (1) Estación Selector Manual/Automático para Control de la Compuerta del Ducto General Salida de Gases o Chimenea. (\*)

NOTA: \* Indica un solo elemento para las tres calderas.

## 2.30 LA PLANTA DE EMERGENCIA Y EL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA.

### 2.30.1 IMPORTANCIA DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.

Es de vital importancia para cualquier Ingeniero, el conocimiento de lo que representa una "PLANTA DE EMERGENCIA" para una Unidad-Hospitalaria y además el poder contar con un buen servicio de ésta en cualquier momento.

Dado que el suministro de energía eléctrica es susceptible de interrupción en una localidad por causas de fuerza mayor, descomposuras, fallas, reparaciones o modificaciones en las plantas o en las líneas suministradoras, es obligado instalar en el hospital -- una o varias plantas de emergencia, dependiendo del número de subestaciones, que producen energía eléctrica en forma autónoma -- por medio de motores diesel o gasolina y generadores, conectado con el sistema normal-eléctrico por medio de equipos de transferencia.

Al ocurrir una interrupción de la corriente eléctrica la planta de emergencia debe entrar automáticamente en acción, de manera -- que el lapso en que se carece de energía no exceda de 9 segundos sin embargo, no siempre resulta posible económicamente que la -- planta de emergencia suministre el total de la carga eléctrica que se consume en un hos

pital por lo tanto es preciso hacer una selección de los equipos que deben de funcionar ininterrumpidamente porque de ello depende la seguridad o la vida de los pacientes de largo proceso de elaboración como sucede con los laboratorios.

## 2.31 MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Historia. El motor de combustión interna (MCI) es relativamente nuevo. Los primeros intentos para -- constituirlos se basaron en el uso de la pólvora. -- Barsanti y Matteucci construyeron un motor de émbolo libre en 1857, que funcionaba como sigue: una explosión impulsaba al émbolo verticalmente hacia -- arriba, cuando empezaba a descender por la acción -- de la gravedad, entonces accionaba un trinquete que estaba conectado de tal manera que hacía girar un -- eje. Dicho motor tan difícil de manejar estaba con -- denado al fracaso, a pesar de que Langen y Otto sacaron al mercado con éxito varios motores de émbolo libre por el año de 1867. En 1860, Lenoir propuso -- y construyó un motor sin compresión, el cual aspiraba una carga de gas y aire a la presión atmosférica durante aproximadamente media carrera, en cuyo momento se quemaba la mezcla. La elevación de presión resultante proporcionaba la fuerza motriz para -- terminar esa carrera, retornar el pistón hasta el -- extremo de la siguiente carrera para expulsar los -- gases quemados y llevarlo nuevamente hasta el punto de la combustión de la nueva carga. Aunque este motor se utilizó durante cierto tiempo, su rendimiento era demasiado bajo para que fuera una fuente económica de energía.

A pesar de que Bean de Rochas, un francés, estableció la teoría y estipuló las condiciones para conseguir un alto rendimiento, en 1862, no fué sino hasta 1876 que Nicholas A. Otto (1832 - 1891) construyó un motor que tuvo éxito, después de que inventó independientemente el mismo ciclo. Este motor se -- llamo motor de Otto silencioso, pero la palabra -- "silencioso" no deberá interpretarse literalmente.

En el motor de Otto, la gasolina fluye del depósito de combustible a un aparato mezclador llamado carburador. Aquí la gasolina es modificada por una es--prea y atomizada por la fuerza de succión de un venturi, éstas partículas tan pequeñas son mezcladas - con el aire para formar un gas detonante, luego por el múltiple de admisión es llevada ésta mezcla desde el carburador hasta los cilindros donde es quemada por orden de encendido.

## 2.32 CICLO DE CUATRO TIEMPOS.

El ciclo de cuatro tiempos (o carrera) es aquel en que se requieren cuatro carreras del émbolo, dos revoluciones, para completar un ciclo. A continua--ción se describe cada una de las carreras.

PRIMER TIEMPO.- Admisión, el pistón desciende y aspira la mezcla de aire - combustible a través de la válvula de admisión, la cual abre antes del punto - muerto superior (PMS) y cierra después del punto -- muerto inferior (PMI) donde termina éste tiempo.

SEGUNDO TIEMPO.- Compresión estando las válvulas cerradas, el pistón sube y comprime la mezcla de aire - combustible a una presión de 160 Lbs/pulg<sup>2</sup>, por - la relación de compresión de 9:1

TERCER TIEMPO.- Fuerza, en la parte superior del cilindro se encuentra una bujía y poco antes que el - pistón alcance el punto muerto superior la bujía -- produce una chispa eléctrica, la cual hace estallar la mezcla. El calor del combustible que se quema - hace que el gas se expanda, empujando al pistón hacia abajo, terminando éste tiempo.

CUARTO TIEMPO.- Escape, poco antes que el pistón -- llegue hasta el punto muerto inferior la válvula de escape se abre y los gases son forzados a salir - - cuando el pistón empieza a subir, este tiempo termina después del punto muerto superior (PMS).

## 2.33 MOTORES DIESEL.

CICLO OTTO

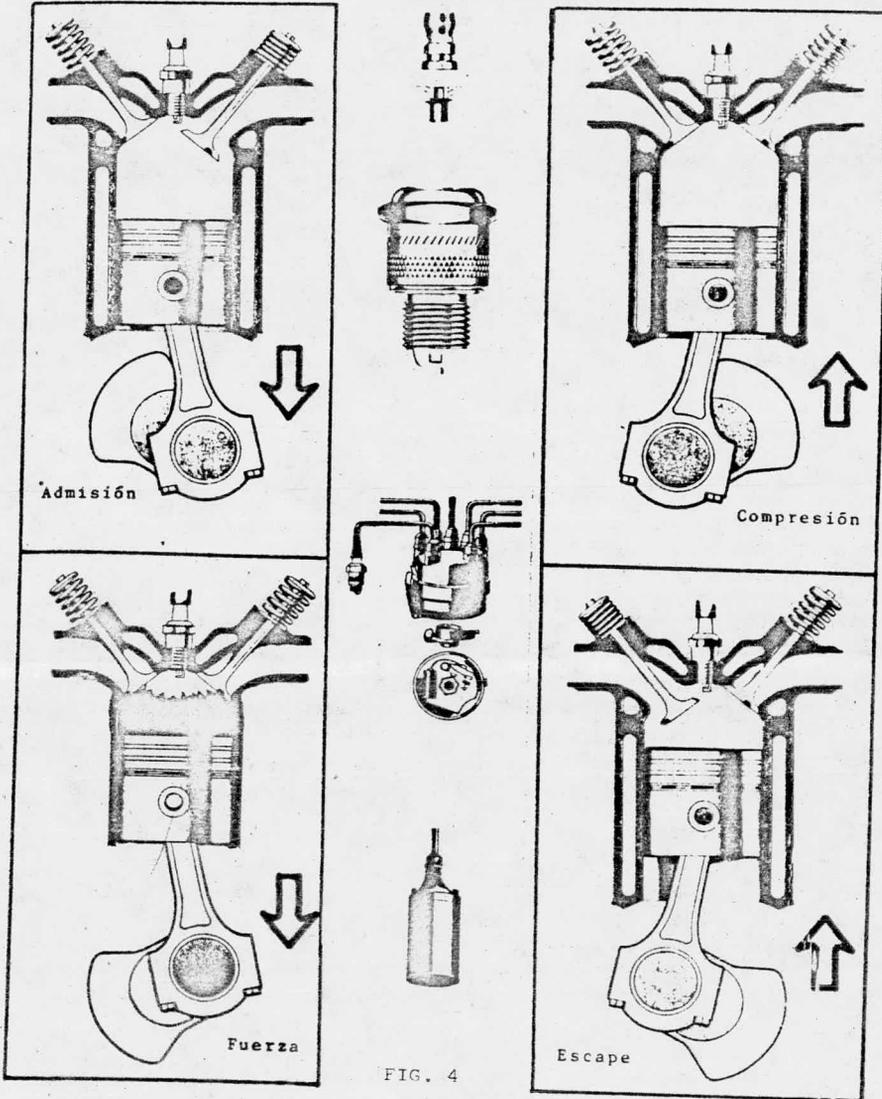


FIG. 4

Diesel consiguió que su motor funcione al comprimir con el pistón la carga turbolenta de aire puro que había en el cilindro hasta alcanzar una temperatura muy alta, por la relación de compresión que varía desde 14 hasta 20:1 (en los motores diesel se sabe que al comprimir un gas rápidamente este se calienta).

En vista de ésto, diesel no inyectó combustible en el interior del cilindro hasta alcanzar la temperatura ideal, entonces con un pequeño accesorio llamado inyector puso una gota de diesel pulverizado finalmente dentro del cilindro y se inflamó instantáneamente el combustible sin necesidad de que hallara una chispa.

En esta forma quedó demostrado su invento. El ciclo diesel trabaja de la siguiente manera:

ADMISION.- primer tiempo; unos grados antes que el pistón suba a su P.M.S. cuando va terminando el tiempo de escape, la válvula de admisión se abre permitiendo la entrada de aire puro y fresco al bajar el pistón. (Terminando dicho tiempo después del P.M.I.).

COMPRESION.- Segundo tiempo; en cuatro termina el tiempo anterior que es después del P.M.I. se cierra la válvula de admisión y conforme va subiendo el pistón comprime el aire a una presión aproximada de 580 Lbs/pulg<sup>2</sup>.

Este tiempo termina unos grados antes del P.M.S. (cuando empieza la inyección).

FUERZA.- tercer tiempo; este tiempo empieza unos grados antes del P.M.S., cuando por la inyección del combustible éste es quemado espontáneamente, produciendo una presión constante sobre el pistón a medida que se quema el combustible obligandolo a bajar con bastante fuerza. (Este tiempo unos grados antes del P.M.I.).

ESCAPE.- Cuarto tiempo; una vez que termina el tiempo anterior, que es unos grados antes del P.M.I. se

abre la válvula de escape y el gas quemado es forzado a salir al subir el pistón. (Este tiempo termina unos grados después del P.M.S.).

Por lo anterior podemos deducir lo siguiente:

- a) Todos los tiempos son consecutivos, uno tras otro según el giro del motor ya sea derecho o izquierdo.
- b) Dos tiempos se traslapan y son: Admisión y escape, los mismos que le dan el nombre de traslape valvular.
- c) Los tiempos más largos son: Admisión y escape.
- d) Los tiempos más cortos son: Compresión y fuerza.
- e) Los cuatro tiempos se realizan en más de 720° -- duración en grados:
 

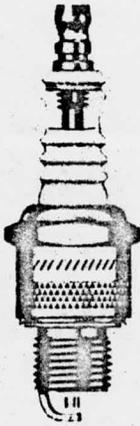
Admisión	231°
Compresión	142°
Fuerza	140°
Escape	230°

#### 2.34 DIFERENCIA DE MOTORES A GASOLINA A DIESEL.

Para poder hacer una comparación de ambos motores será necesario tomar en cuenta su funcionamiento, construcción y características.

MOTOR A GASOLINA		MOTOR A DIESEL
Relación de Aire	20:1	80:1
Admisión	Aire gasolina	Aire puro
Compresión	180 Lbs/pulg <sup>2</sup>	580 Lbs/pulg <sup>2</sup>
Ignición	Por chispa	Por compresión
Escape	5% tóxico	1% tóxico
Relación de Compresión	9:1 aprox.	20:1 aprox.
Rendimiento	Menor	Mayor
Temperatura	280° a 400°C aprox.	500 a 750°C - aprox.

Precio Combustible	Mayor	Menor
Consumo Combustible	Mayor	De 180 a 200 g/cu/H
Calorias	8,216 000	9,164.000
Aprovecha-calorias	24%	39%
Grado detonante	Octonaje 100	Cetano 40 a 70
Construcción	Más ligero	Más robusto
Duración	Vida más <u>cor</u> ta	Vida más lar <u>ga</u>
Potencia	Menor	Mayor
Afinaciones	Más frecuen <u>te</u>	Menos Frecuen <u>te</u>
Peligro incendio	Mayor	Menor
Mano de Obra	Generalizada	Especializada
Fallas	Más frecuente	Menos frecuen <u>te</u>



Bujia



Inyector

## 2.35 SECUENCIA DE PROCESOS EN LOS MOTORES.

Debe notarse que la secuencia de procesos en los motores de 4 y 2 tiempos no constituye un ciclo termodinámico, pues el medio de trabajo cambia de composición química y se renueva constantemente, aun cuando mecánicamente el motor opera en forma cíclica. Es por lo tanto común designar el conjunto de procesos con el nombre de ciclo abierto, por motivos de estudio.

Con el fin de realizar un análisis termodinámico sencillo, el ciclo Otto estándar de aire implica varias simplificaciones y suposiciones:

- El medio de trabajo no cambia de composición química y permanece dentro del sistema.
- La adición de calor a volumen constante se realiza en forma equivalente a la combustión de la mezcla aire - combustible.
- Los procesos de compresión y expansión son ctes. diagramas P.V. y T.S. para un ciclo Otto que se muestra en la figura 5.

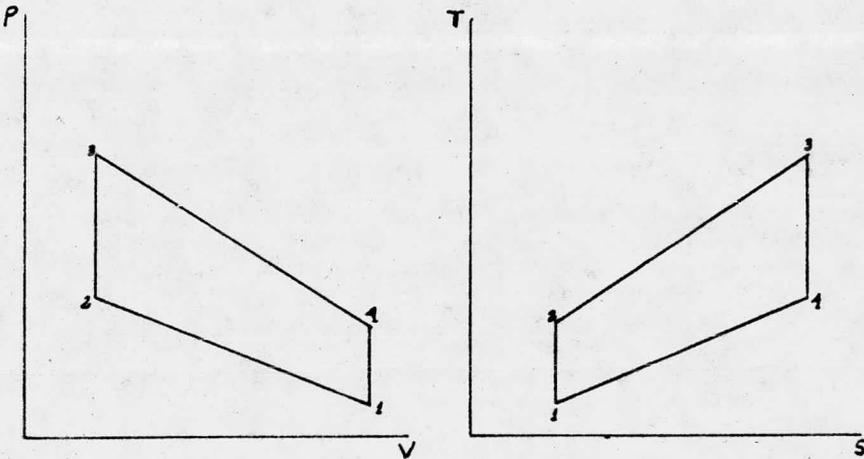


FIG. 5

Uno de los parámetros más importantes en el análisis de ciclos es la eficiencia térmica y de acuerdo con los postulados anteriores.

$$q_{2-3} = C_v (T_3 - T_2)$$

Y

$$q_{4-1} = C_v (T_1 - T_4) < 0$$

en consecuencia

$$n = 1 - \frac{|q_{4-1}|}{q_{2-3}}$$

$$n = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$$

Puesto que los procesos de compresión y expansión son adiabáticos reversibles.

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{K-1} = \left( \frac{v_4}{v_3} \right)^{K-1} = \frac{T_3}{T_4}$$

Por lo tanto

$$n = 1 - \frac{T_1}{T_2} \quad (1)$$

Definiendo la relación de compresión  $r$  como

$$r = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

y notando que:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{K-1} = r^{K-1}$$

La expresión (1) puede escribirse en la siguiente forma:

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{\frac{K-1}{K}}} \quad (2)$$

La ecuación (2) indica que la eficiencia térmica aumenta monótonicamente al aumentar la relación de --compresión  $r$ . De ahí la tendencia hacia la cons--trucción de motores de combustión interna con altas relaciones de compresión. Sin embargo estas altas relaciones de compresión hacen imprescindible el empleo de combustibles altamente refinados que sopor--ten la autoignición y pueden también dar origen a --dificultades en el arranque. De manera análoga los efectos de fricción son considerables a altas relaciones de compresión. Al mismo tiempo la ecuación--(2) indica que la eficiencia térmica del ciclo --Otto estandar de aire, depende de la relación de ca--lores específicos  $K$ , y es independiente de la carga del motor.

Aunque el motor de ignición de chispa convencional no obedece exactamente, al ciclo otto, excepto para relaciones aire/combustible altas, se obtienen de --estos análisis conclusiones fundamentales de inte--rés práctico.

Diagrama P - V y T - S para un ciclo diesel que se muestra en la (fig.6)

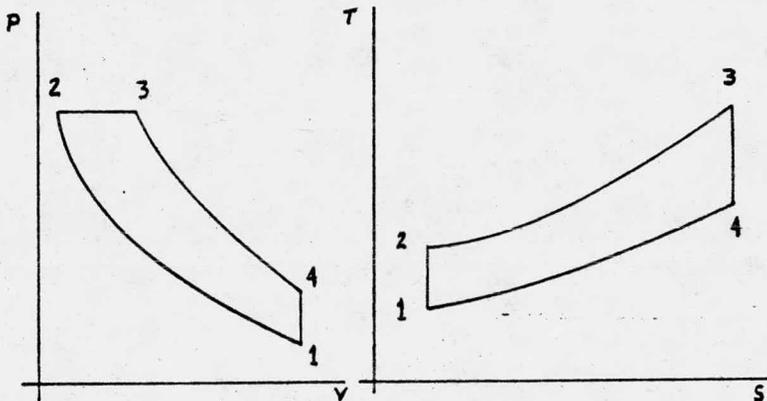


FIG.6

si se supone que el medio de trabajo no cambia su composición química, y se comporta como un gas ideal con calores específicos constantes.

$$q_{2-3} = C_p (T_3 - T_2)$$

Y

$$q_{4-1} = C_v (T_1 - T_4) < 0$$

por consiguiente

$$n = 1 - \frac{|q_{4-1}|}{q_{2-3}} = 1 - \frac{C_v (T_4 - T_1)}{C_p (T_3 - T_2)}$$

Analizando el diagrama T-s, se observa que el cambio de entropía que sufre el medio de trabajo durante la adición de calor a presión constante, es igual en magnitud al cambio de entropía experimentado durante el proceso de cedencia de calor a volumen constante por lo tanto.

$$\Delta s_{2-3} = \Delta s_{1-4}$$

Haciendo uso de las ecuaciones Tds

$$C_p \ln \frac{T_3}{T_2} = C_v \ln \frac{T_4}{T_1}$$

En consecuencia

$$\left( \frac{T_3}{T_2} \right)^K = \frac{T_4}{T_1}$$

Designando el cociente de temperaturas  $T_3/T_2$  como la relación isoentrópica  $r_i$ , y teniendo en cuenta que  $T_2/T_1 = r^{k-1}$ , la eficiencia térmica del ciclo diesel puede escribirse así:

$$n = 1 - \frac{1}{r} \frac{r_i}{K (r_i - 1)} \quad (3)$$

Observese que la ecuación (3) para el ciclo diesel-ecuación (2) del ciclo otto únicamente por la fracción  $(r_i^{k-1})/K(r_i-1)$ , la cual es siempre mayor que la unidad. En consecuencia, en igualdad de relaciones de compresión y medio de trabajo, la eficiencia del ciclo otto es mayor que la del ciclo diesel.

## 2.36 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN GENERADOR.

Los circuitos - eléctricos que requieren una potencia superior a la que puede suministrar una batería, derivan su potencial de máquinas rotativas que producen corriente eléctrica, llamadas "GENERADORES", - por ejemplo: circuitos eléctricos múltiples para el suministro de luz y motores de gran potencia, requieren elevado voltaje y un caudal de corriente superior al que puede suministrar un grupo de baterías de tamaño práctico. El resultado ha sido el desarrollo de los generadores de corriente que son capaces de suministrar la corriente requerida para cualquier fin, ya sea en plantas fijas o a bordo de embarcaciones.

Los generadores pueden ser construidos para suministrar potencias pequeñas, como también suministrar miles de kilovatios de potencia, también pueden ser construidos para suplir corriente - continua y para corriente alternada.

Un generador de corriente - continua es una máquina rotativa que convierte energía mecánica en energía eléctrica.

Esta conversión de energía es obtenida por un armazón giratorio, que lleva conductores, en el interior de un campo magnético e induciendo una F.E.M. - en los conductores, se llama "inducido" o "armadura"

Como ya hemos expresado para obtener una F.E.M. inducida en los conductores, es necesario un movimiento relativo entre los conductores y el campo magnético, de tal manera que los conductores cortan las líneas de fuerza del campo magnético.

En la mayoría de los casos la armadura o inducido - representa la parte móvil, mientras que la parte fija está representada por los "inductores", o sea -- las bobinas que producen el campo magnético. Una - fuerza mecánica es aplicada a la parte rotativa - - (inducido) por medio del árbol, causando el movi- - miento relativo. De esta manera la energía mecánica aplicada al árbol, haciendo girar a una velocidad determinada, se transforma en energía eléctrica en la forma de tensión (voltaje) e intensidad (amperaje), que es suministrada a un circuito exterior.

Se debe entender que la energía mecánica debe ser aplicada continuamente al árbol durante el término de tiempo que el generador suministra corriente al circuito exterior. Generalmente se emplean máquinas a vapor, motores a combustión interna o turbinas para el suministro de la energía mecánica.

Los Generadores se componen de las siguientes partes:

1. Carcaza exterior
2. Inducido
3. Colectores
4. Juego de escobillas
5. Cojinetes del árbol
6. Polos y núcleos
7. Tornillos de retén de núcleo
8. Poleas

## 2.37 PARTES QUE CONSTITUYEN LA PLANTA DE EMERGENCIA.

Una planta de emergencia consta esencialmente de un motor de combustión interna y un generador de C.A., conectado éste a la red de distribución normal por medio de un interruptor de transferencia.

Por lo tanto enunciaremos a continuación las partes principales que conforman una planta de emergencia.

### 2.37.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

El sistema de combustible de una planta de emergencia equipada con un motor diesel, --

está compuesto por:

1. Tanque de día
2. Sistema de Filtros
3. Bomba Sebante
4. Bomba principal
5. Inyectores o Toberas

#### 2.37.2 SISTEMA DE ARRANQUE.

Las partes que integran el sistema de arranque son:

1. Motor de Arranque de C.C. de 24 volts.
2. Selenoide que permite que el motor de arranque sea puesto en función, cuando éste es necesitado.
3. Un juego de Baterías de 24 volts. que son las que alimentan a este sistema.
4. Un Cargador de Baterías de 0. a 10 AMP. que es el encargado de reponer la corriente gastada cuando la máquina se encuentra apagada y en esta forma evitar que las baterías en un momento dado pudieran estar descargadas.

#### 2.37.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

El sistema de enfriamiento está integrado por:

1. Un Radiador
2. Un Ventilador
3. Una Bomba Centrífuga de Agua
4. Un Termostato Regulador de Temperatura del Agua (70 - 85°C)

La bomba es la encargada de hacer circular el agua a través del radiador y de todos los pasajes del monoblock.

Esta agua cuando pasa por el radiador es enfriada por el aire que expide o aspira el ventilador, de tal forma que cuando ésta vuelve a entrar al motor llega fría, manteniendo así la temperatura normal, la cual -

debe de ser de 70 a 85°C.

2.38 LA LISTA DE LOS SERVICIOS QUE DEBEN CONECTARSE A LA PLANTA DE EMERGENCIA DIVIDIDO EN DOS GRUPOS ES LA SIGUIENTE:

GRUPO "A"

1. Circulaciones y Salidas del Edificio
2. Transportes
3. Intercomunicación
4. Sistemas de Alarma
5. Señales y funcionamiento de Equipo
6. Quirófanos
7. Refrigeradores

GRUPO "B"

1. Casa de Máquinas
2. Relojes Marcadores
3. Salas de Atención de Enfermos
4. Lugares de trabajo en las Estaciones de Enfermeras
5. Aprovisionamiento

NOTA.- Los equipos de aire acondicionado consumen mucha corriente. Por esta razón las áreas en que gozan de este servicio se tratará de resolver la suspensión del funcionamiento de los equipos mediante ventilación natural aún cuando esta sea deficiente.

2.39 INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA.

APLICACION

En los sistemas de distribución modernos se usan -- frecuentemente dos o más fuentes de alimentación. -- Esta práctica se debe a razones de seguridad y/o -- economía de las instalaciones en donde es esencial la continuidad del servicio por ejemplo:

- a) Instalaciones en hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, cuidados intensivos, salas de tratamiento, etc.

- b) Para la operación de servicios de importancia -- crítica como son los de Generación de Vapor, Bom bas Contra Incendio y Elevadores Públicos.
- c) Instalaciones de alumbrado de locales a los cuales acuden un grán número de personas (estadios, deportivos, comercios, etc).
- d) En la industria de proceso continuo.
- e) En instalaciones de computadoras, bancos de memo ria, equipos de procesamiento, etc.

Un interruptor de transferencia es aquel que transfiere la carga a una u otra línea de alimentación.

En la figura 7 nos explica en que consiste esta -- transferencia.

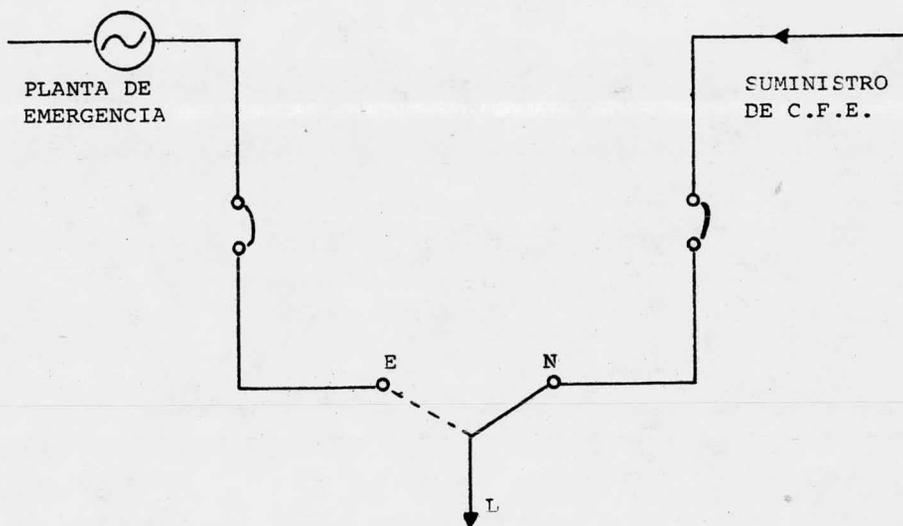


FIG. 7

debido a que no se permite generar constantemente, se alimenta cierta carga (L) con energía del sistema C.F.E. o Compañía de Luz (posición N) manteniendo parada la planta de emergencia.

Si la energía normal llega a fallar y se requiere por necesidades del servicio seguir alimentando la carga (carga crítica), será necesario arrancar la planta de emergencia y cambiar (transferir) en el momento adecuado la carga a la (posición E).

En este caso, se requiere la presencia de una persona durante las 24 hrs. del día y en el tiempo que se requiera el servicio (los años de vida de la planta). Esto es muy costoso e innecesario y dá lugar a errores.

Haciendo uso de ciertos elementos que veremos más adelante, la operación se puede efectuar en forma automática.

#### 2.40 CLASIFICACION DE INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA.

Los interruptores de transferencia automática se pueden clasificar desde dos puntos de vista.

2.40.1 Según el sistema que hace la transferencia.

- Contactores
- Interruptores termomagnéticos

2.40.2 De acuerdo con el mecanismo que acciona el sistema que hace la transferencia:

- Una bobina
- Dos bobinas
- Un motor
- Dos motores

Los equipos de transferencia que tienen contactores son accionados por una o dos bobinas y los que poseen interruptores termomagnéticos son en cambio accionados por uno o dos motores esto es:

Con Contactores      Una Bobina  
                                 Dos Bobinas

Con Interruptores      Un motor  
                                 Dos motores

## 2.41 ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN EQUIPO DE TRANSFERENCIA.

Rele sensitivo de voltaje de la línea "normal"  
Rele sensitivo de voltaje de la línea "emergencia"  
Timer neumático con retardo al energizar y desenergizar  
Switch límite del mecanismo  
Motor Universal  
Transformador de Control de línea "normal"  
Transformador de Control de línea  
Swith "manual - automático"  
Interruptor de la línea "normal"  
Interruptor de la línea "emergencia"  
Botón de prueba

### 2.41.1 ACCESORIOS.

Timer neumático con retardo al energizar  
Luz piloto para indicar posición interruptor "normal"  
Luz piloto para indicar posición interruptor "emergencia"  
Timer programador semanal  
Rêle de frecuencia  
Swith Automático - Manual - Prueba - Arranque  
Swith Amperímetro  
Swith Voltímetro  
Ampermetro  
Voltmetro  
Kilowattímetro  
Transformador de Potencial  
Transformador de Corriente

## 2.42 RELEVADORES DE DETECCION DE FALLA.

Los relevados que realizan la detección de falla -- pueden ser del tipo común o con ajuste del voltaje de operación y pueden conectarse tanto en delta como en estrella, siendo ésta última conexión la más-recomendable, pero sin embargo no es la más común.

Los relevadores comunes de detección de falla son - simples bobinas con sus contactos y no se pueden calibrar para operar a un rango de voltaje pre-deter-minado. Solamente puede ajustarse la separación en tre la parte móvil y la fija.

El otro tipo de relevadores de detección de falla - posee dos ajustes a determinar, el valor de caída y retorno a la operación (drop out y pick up, respec-tivamente). Este tipo de relevadores se conocen como "sensitivos". Por ejemplo, si queremos que el - relevador deje de operar al 70% de su valor nominal de voltaje y retorne a la operación al 90%, bastará con que lo calibremos por medio de los tornillos -- destinados para tal fin. (Esta calibración generalmente se efectúa en fábrica.

Tanto estos relevadores como los del tipo común re-ciben el nombre de relevadores de fase.

Una vez que la falla se detecta se requiere mandar-una señal de control de la planta de emergencia pa-rra que la arranque. Esto lo hace un relevador ex-tra que recibe señal del relevador de fase, el cual tiene sus contactos en serie para que de esta mane-rra se detecte la falla en cualquier fase.

Hasta estos momentos el diagrama es el que se mues-tra en la figura 8.

Observese su conexión en delta y sus contactos ce-rrados (en serie) mientras existe voltaje en las -- tres fases. Si falta el voltaje en cualquier fase, el relevador de fase correspondiente abre su contac-to y deja a RA (Relevador de Arranque de la planta-de emergencia) sin energía, por lo cual cierra su - contacto RA.

Una vez que la planta de emergencia arranca, se re-quiere un relevador que detecte voltaje en las ter-minales 1E, 2E y 3E, quedando el circuito del lado-de emergencia en la forma siguiente, figura 9

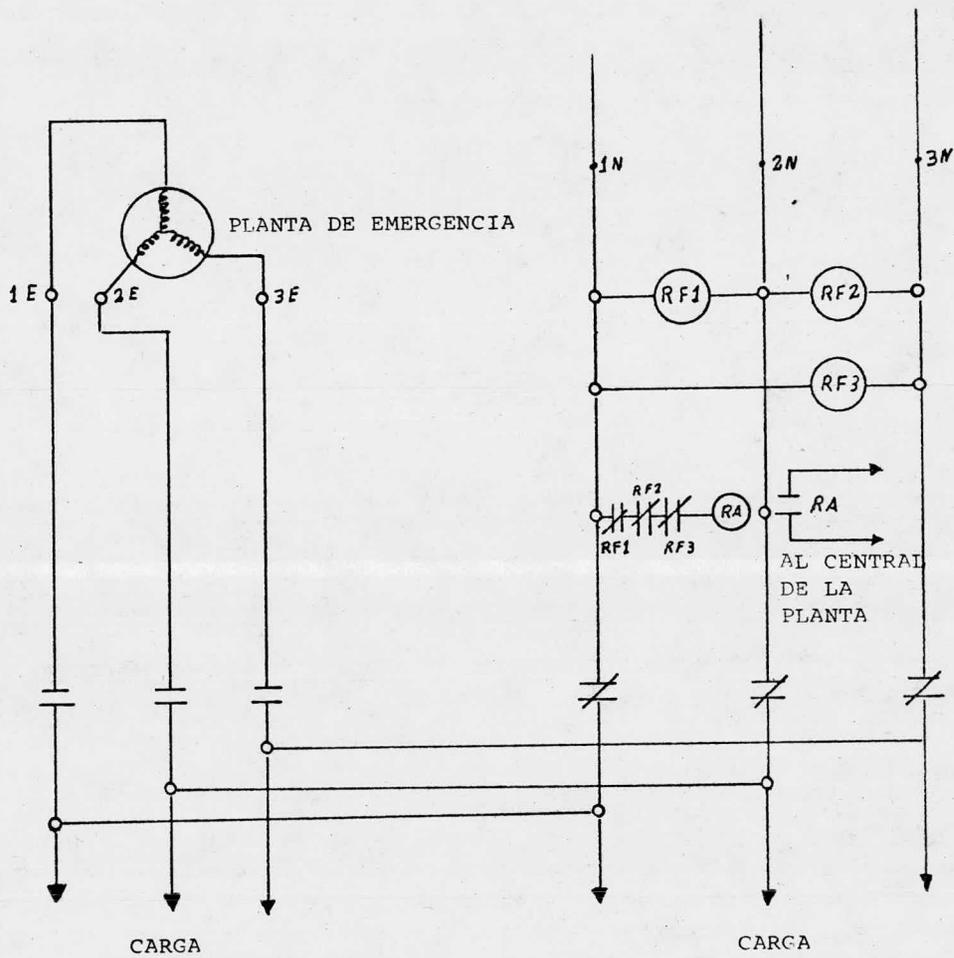


FIG. 8

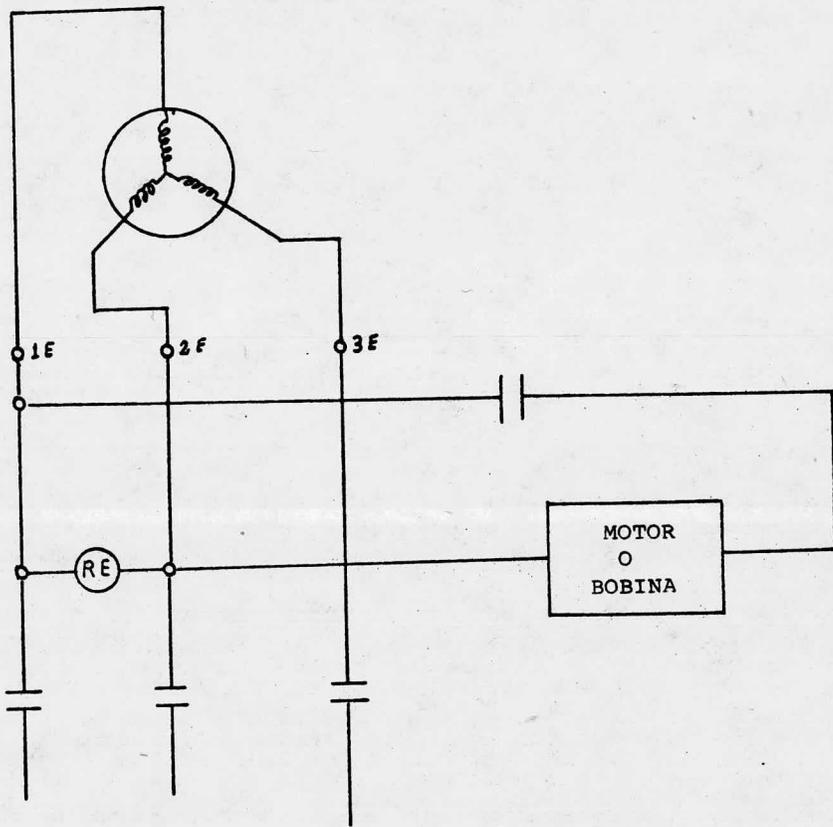


FIG. 9

Al operar este relevador, cierra su contacto RE y se energiza el motor o la bobina que hace la transferencia abriendo los contactos o el interruptor de normal y cerrando los de emergencia.

Debido a que mecánicamente los equipos de transferencia están diseñados para que una vez que cierran no se abran por si solos de nuevo, se requiere sacar de servicio el motor o la bobina que acciona el sistema de cambio, pues de otra manera se quemarían. La manera de lograr esto, es por medio de un contacto extra que opera mecánicamente. Así, por ejemplo, el motor o la bobina abren en forma mecánica su circuito antes de terminar la operación de transferencia lo cual no importa, pues la inercia del sistema logra su objetivo final.

Varios son los sistemas para abrir este contacto.

Por ejemplo, en algunos interruptores de transferencia, se utiliza una bobina que tiene en la parte inferior una leva de gran peso que se mueve al operar la bobina y que se le pueden adaptar los contactos que se requieran. Se puede utilizar uno de estos contactos para abrir el circuito de la propia bobina.

Puede aceptarse también un interruptor miniatura al sistema de accionamiento de los contactores (una barra por ejemplo y utilizarlo para abrir el circuito de la bobina).

Otro tipo de interruptores de transferencia abren su circuito por medio de la acción del vástago de la bobina.

Observese la nueva posición en la figura 10 del interruptor de transferencia, así como de los contactos de los relevadores de fase (suponiendo que hubo falla total del energía y de arranque de la planta de emergencia).

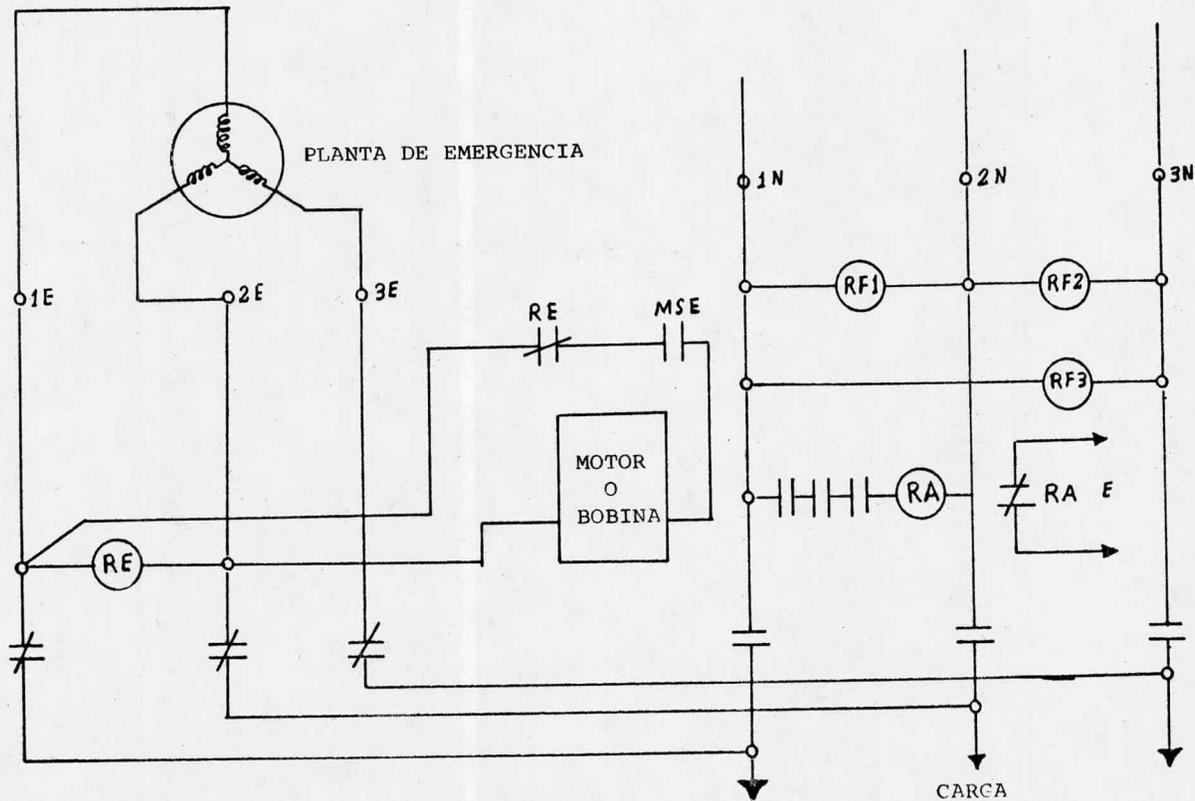


FIG. 10

## 2.43 REGRESO DE LA ENERGIA.

Al regresar la energía eléctrica los relevadores de fase operan y cierran el circuito del relevador - - R.A., el cual se energiza y abre su contacto RA, pa rando de esta manera la planta de emergencia.

Sin embargo, como podemos darnos cuenta, falta un - elemento que vuelva a hacer la transferencia para -- alimentar la carga con la energía normal antes de - que pare la planta de emergencia.

Se explicó al principio que los equipos de transfe- rencia, pueden operarse en la forma siguiente:

	Con una bobina
Con Contactores	Con dos bobinas
Con Interruptores	Con un motor
Termomagnéticos	Con dos motores

Lo anterior se debe a que con un solo elemento pue de hacerse la transferencia en ambos sentidos, o - bien emplear, dos elementos (dos bobinas o dos mo- tores) para hacer el cambio en uno y en otro senti- do.

Básicamente, el o los elementos, ya sean bobinas o motores quedarían conectados en la forma siguiente  
Figura 11

Cuando se trata de un solo elemento, se requiere -- conectarlo a las fases "normal" y "emergencia" como se muestra en la figura 12, pero no deberá energiz- zarse simultáneamente, sino que son los contactos - RE, MS<sub>E</sub> O BIEN RA, MS<sub>N</sub> quienes deberán conectar el elemento a una u otra fuente. Los interruptores - miniatura no pueden cerrarse ni abrirse simultánea- mente lo cual da seguridad a la operación.

El sistema visto hasta ahora, tiene la desventaja - de que si hay fallas y regresos constantes de ener- gía, la planta estará arrancando y parando. Lo an- terior se corrige si se añade a lo ya visto, otro - elemento, el cual se denomina "RETARDADOR DE PARO".

Este relevador arranca la planta en forma instantánea, pero no la para hasta que se cumple un tiempo previamente fijado.

Debido a que nos interesa conocer el estado de la máquina, es necesario arrancarla y tenerla trabajando una o dos veces por semana. Esto se logra, en forma automática, si se instala un programador, el cual posee dos contactos que se conectan en serie, siendo uno de ellos el de la hora y el día de la semana.

No todos los interruptores de transferencia poseen estos últimos relevadores, pero es muy conveniente su instalación por las razones ya enunciadas:

- Impedir que la máquina se deteriore.
- Conocer el estado de la máquina.

Para este último fin, no debe nunca pararse antes de que termine su "programación" y se debe estar siempre presente.

El diagrama final con todos sus componentes es el que se muestra en la figura 13.

La presentación es con energía en el lado normal.

Observese que el relevador RA, no arranca ahora la planta de emergencia.

Se ha adicionado un contacto RA, en el circuito del relevador RE para impedir que arranque por medio de programación la planta de emergencia, el relevador el relevador RE se energice y cierre el contacto RE en serie con el contacto  $MS_E$ , provocando así un cortocircuito.

Para la adquisición de estos equipos no se le lleva a cabo ningún concurso ya que la política del I.M.-S.S. es la de adquirir estas plantas a la Sociedad Electro-Mecánica, S.A. de C.V. (SELMEC).



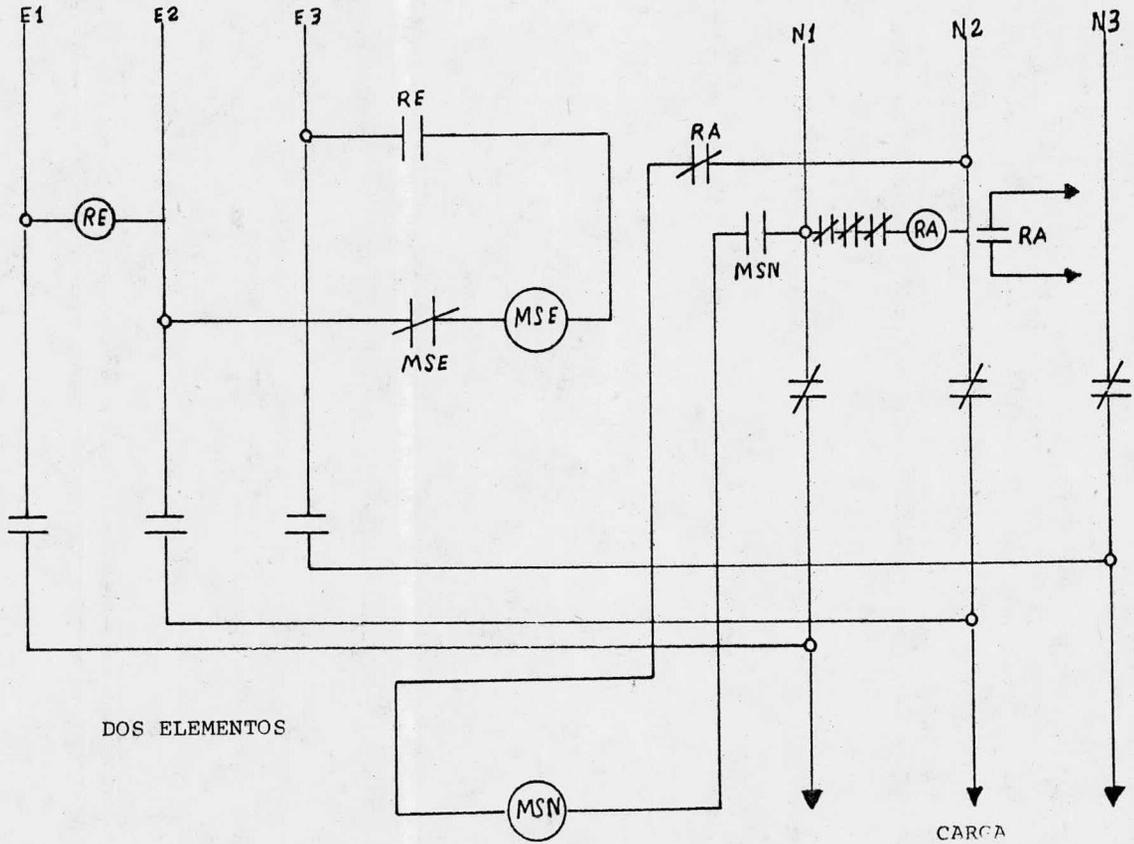


FIG. 12

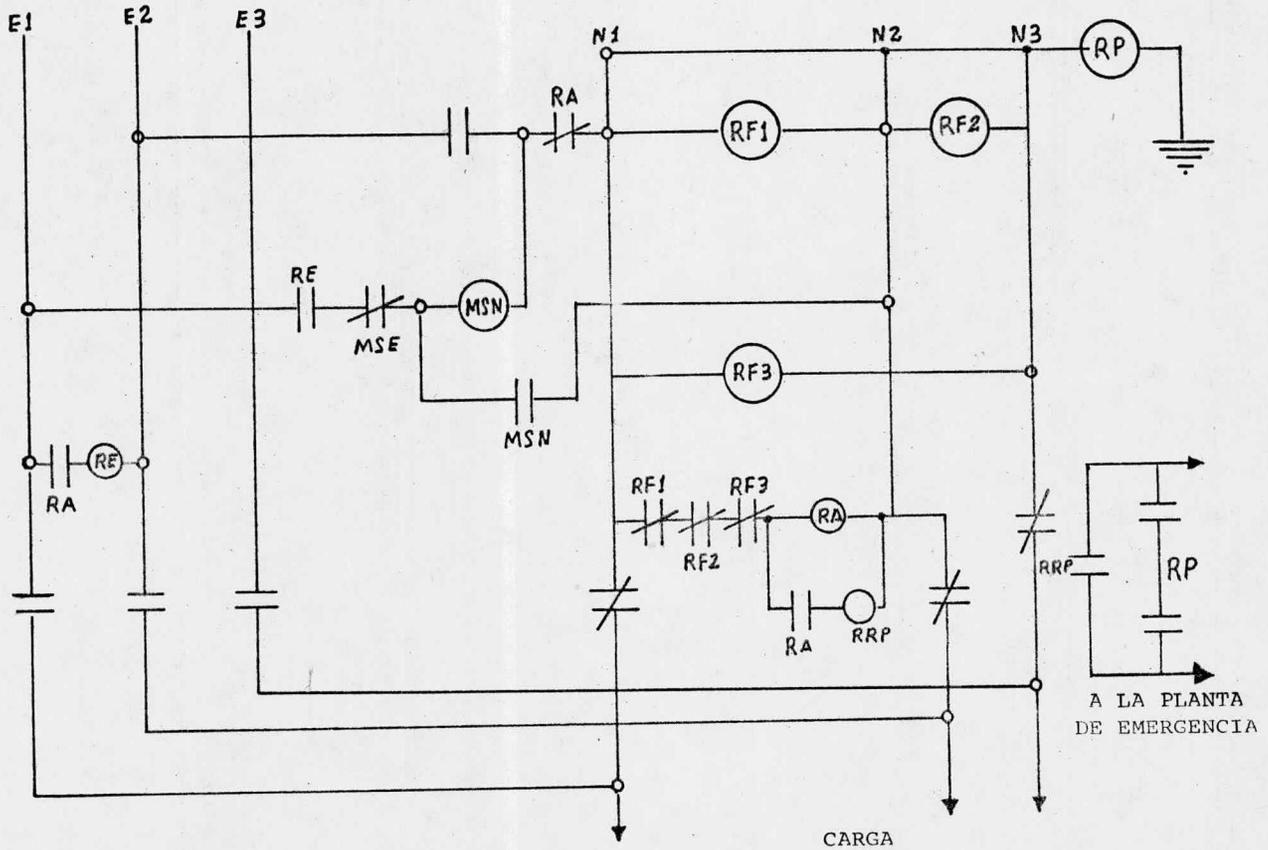


FIG. 13

## CAPITULO III

### 3.- MANUAL DE OPERACION

Como todos sabemos que cualquier equipo o maquinaria está compuesta por diferentes partes, las cuales necesitan de un instructivo para su operación y además de que debe de ser llevado a cabo en la secuencia establecida para su -- buen funcionamiento, así también debemos de tener en cuenta que para el manejo de cualquier equipo se necesita de personal capacitado especialmente para desarrollar este - trabajo, así por ejemplo una máquina de escribir requiere de cierta capacitación para manejarla correctamente.

Por lo tanto basado en estas afirmaciones y sabiendo que todos los fabricantes de equipos y maquinaria deben de -- proporcionar un Manual de Operación de cada uno de sus -- equipos, pero en caso de que esto no sucediera, nosotros - en tal caso establecemos para el equipo elegido un manual de operación el cual nos permita operar con cierta facilidad los dispositivos que constituyen el equipo.

Este manual de operación está dividido en tres partes de las cuales dos de ellas (1 y 3) están dirigidas para que las lleven a cabo los Ingenieros o sean supervisadas por ellos mismos.

La parte (2) esta dirigida totalmente para ser manejada - por el técnico que operará la unidad generadora de vapor - y en caso de tener problemas pueda identificar rápidamente la falla y resolverla antes que tener que consultar a un Ingeniero.

#### PRIMERA PARTE

#### 3.1 PASOS A SEGUIR EN EL ARRANQUE INICIAL DEL EQUIPO -- ELEGIDO.

LLENAR LA CALDERA CON AGUA HASTA EL NIVEL - NORMAL DE OPERACION.

PRECAUCION: Antes de energizar la bomba de - alimentación, asegúrese que todas las válvulas de la caldera estén abiertas (del siste

ma de agua de alimentación). Además debe verificar la posición del termohidráulico, el cual debe estar en posición abierto.

Abra la válvula de mariposa que alimenta el regulador de gas y compruebe la presión de suministro en el manómetro, ésta debe ser de  $0.2 \text{ Kg/cm}^2$ .

Compruebase que la línea auxiliar de vapor para el arranque esté presurizada y abiertas las válvulas, purgue la línea.

Energice el calentador eléctrico mediante su respectivo contactor.

Energice la bomba de alimentación de combustible y observe la presión en la descarga de la bomba, ésta debe ser la  $14 \text{ Kg/cm}^2$ .

Si no hay presión después de algunos minutos, desenergice la bomba y purgue el lado de succión con combustible.

Verificar que la temperatura del combustible sea la correcta, ( $90 - 100^\circ\text{C}$ ), de lo contrario, no arrancará la caldera, debido a la protección por baja temperatura.

Compruebe, si es necesario, el arrancador del motor y el control programador.

Gire el disco indicador del control programador en el sentido izquierdo hasta que aparezca número 0 (cero) en la mirilla.

Energice los interruptores generales.

Compruebe la rotación del motor ventilador; si no es la correcta, cambie o invierta dos de las terminales del arrancador.

Enciendase el quemador y ajústese al grado mínimo de encendido. El respiradero del do

mo se dejará abierto hasta que el vapor salga con un flujo uniforme, como 5 Lb, de presión, a fin de que se desaloje el aire de la caldera y reducir las posibilidades de oxidación, cierrese entonces el respiradero o venteo del domo y continúe el encendido del quemador al mismo grado mínimo, hasta alcanzar una presión de 30 psi, al llegar a la cual se apagará el quemador por 15 minutos. Enciendase de nuevo el quemador y déjese funcionar al mismo grado mínimo, de manera que tarde una hora más o menos en llegar al 75% de la presión de línea. Apáguese el quemador y enciéndase de nuevo, cuando sea necesario para mantener ésta misma presión durante 4 horas. Deberá tenerse mucho cuidado en no permitir que las válvulas de seguridad se disparen, dado que el agua altamente concentrada puede dañar los asientos de dichas válvulas. Por las válvulas del domo inferior extraigase una medida de agua completa, del nivel de cristal, llénese la caldera hasta la parte superior de vidrio, encendiendo el quemador lo suficiente para mantener en la caldera, la presión de la línea a 75% y luego, sáquese otra medida de agua completa, del cristal de nivel. Esto se hace con el objeto de desconcentrar la solución química agregada para ayudar a la limpieza en la superficie interna de los tubos en la caldera.

Restituye el nivel de agua a lo normal (al centro del cristal), auméntese la presión de la caldera a la presión de trabajo y conectese la caldera a la línea.

Se recomienda aumentar gradualmente la carga y no aumentarla más de la mitad; después de 4 horas de funcionamiento, púrguese de nuevo la caldera hasta que su concentración de agua esté por debajo de los límites recomendados.

En el caso de que no sea posible alcanzar un flujo de vapor a media carga, debido a la demanda del vapor, el período de 4 horas antes mencionado, deberá aumentarse hasta un máximo de 12 horas, antes de la purga, - inpeccionese el nivel de cristal para cerciorarse de que no hay aceite depositado sobre el nivel de agua. Continúese el funcionamiento de la caldera a cargas bajas, purgando de vez en cuando el nivel de cristal, la columna de agua y el tubo de purga continúa, hasta que desaparezcan las señales de aceite. Ahora deberán probarse las válvulas de seguridad para cerciorarse de que están funcionando a las presiones indicadas en las placas.

### 3.2 PREPARACIONES PARA EL ARRANQUE.

Cuando se ha de encender la caldera después de haberse enfriado y luego del procedimiento descrito anteriormente, deberán hacerse las siguientes preparaciones y seguirse el procedimiento que se describe:

Llene la caldera con agua hasta el nivel normal de operación.

Abra todas las válvulas del lado de succión y retorno de combustible.

Energice la bomba de alimentación de combustible y observe que el medidor de presión de aceite - combustible, indique que el flujo se ha establecido.

Energice el calentador eléctrico por medio del contactor localizado en el centro de control de motores.

PRECAUCION: Antes de energizar el calentador de aceite combustible, asegúrese que esté completamente lleno de combustible.

Ajuste el termostato del calentador eléctrico.

co a que mantenga una temperatura entre 80- y 90 grados centigrados. Estas temperaturas son tentativas. La temperatura final - en el quemador deberá ser tal que la viscosidad sea aproximadamente 150 SSU. (segundos saybott universal).

Ajuste el interruptor de temperatura del petróleo combustible a 14°C a bajo de la temperatura indicada por el termómetro de aceite combustible.

Observe la presión del combustible. El manómetro deberá marcar 10 Kg/cm<sup>2</sup> como mínimo.

Compruebe las bandas del compresor de aire.

Compruebe el nivel de aceite por la mirilla y en caso de ser necesario quite el filtro de aire y con el compresor funcionando añada aceite SAE 10. NO OPERE EL COMPRESOR DE AIRE SIN ACEITE LUBRICANTE.

Ajuste el interruptor de exceso de presión de vapor a 1 Kg/cm<sup>2</sup> bajo de la presión a la cual opera la válvula de seguridad de menor capacidad 16.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3 CONJUNTO DEL ATOMIZADOR Y PLACA DE ATOMIZACION.

El propósito de cualquier atomizador de quemador de petróleo es inyectar el combustible al horno en la forma de una especie de neblina muy fina. En el atomizador "y" de chorro B&W para atomizar vapor, - éste se logra por medio del empleo de vapor. Las variaciones de capacidad se obtienen aumentando y reduciendo la presión del petróleo, que lleva el aceite al empalme de los conductos de aceite y vapor en la placa o boquilla de atomización; por lo tanto debe utilizarse el vapor todo el tiempo en que esté en servicio el atomizador.

Por medio de la conexión de doble flujo y de fácil-acoplamiento, el atomizador es conectado a las lí-

neas de combustible de vapor. El petróleo es admitido en el espacio anular del atomizador, alrededor del conducto central de vapor, el vapor es proyectado por los conductos de vapor y se mezcla con el combustible que sale por el otro ramal de la boquilla.

La mezcla de vapor y petróleo salen entonces en forma de una neblina muy fina al hogar por medio de las espreas o boquillas colocadas alrededor del atomizador.

La atomización satisfactoria depende de la fluidez o viscosidad del combustible; para este atomizador, el petróleo debe ser calentado en caso necesario para reducir la viscosidad.

Para la operación, el combustible debe proporcionar se a una presión de 100 Lb/pulg<sup>2</sup> ó 7.30 Kg/cm<sup>2</sup> en el quemador. Mientras que vapor seco saturado para la atomización debe suministrarse a una presión de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.4 ANTES DE ENCENCER EL QUEMADOR.

Cierre las válvulas de cada extremo de las conexiones de las mangueras de petróleo y de vapor de atomización.

Deje circular el petróleo por el sistema, para que el combustible en el quemador alcance una temperatura en la cual la viscosidad permita una buena atomización.

Purgue la tubería del vapor de atomización de toda condensación para que el quemador reciba vapo seco.

Purgue la instalación.

#### 3.5 ENCENDIDO DEL QUEMADOR.

Después de que el petróleo ha alcanzado la viscosidad adecuada y las líneas de vapor atomizador ha --

sido purgadas, se ajusta la corriente de aire.

Ajuste la llave reguladora de petróleo para que en el quemador exista una presión del combustible de unos  $4.9 \text{ Kg/cm}^2$  en el atomizador.

Abra las llaves en la conexión de vapor al atomizador del quemador y ajuste la válvula de regulación de vapor para que proporcione una presión aproximada de  $4.9 \text{ kg/cm}^2$  en el atomizador.

Después de cerciorarse de que la presión y temperatura del combustible sean las correctas, ponga en marcha el control programador, una vez que se ha establecido el arco eléctrico en los electrodos, se ha encendido el piloto y se ha establecido la flama de acuerdo a la secuencia normal de operación del control programador (la cual está en el capítulo III), abra la válvula que conecta la manguera de petróleo al cabezal a posición de toda abierta y después vaya abriendo gradualmente la válvula más cercana al atomizador.

Si el petróleo no se enciende inmediatamente, o sea dentro de los 5 segundos después de haber abierto la válvula de combustible en el atomizador, cierre el petróleo y el vapor atomizador y purgue la instalación nuevamente.

Cuando se ha logrado que encienda el quemador deben abrirse las compuertas de aire y reajustar las válvulas reguladoras de petróleo y de vapor atomizador respectivamente, para mantener una presión aproximada de  $3.52 \text{ Kg/cm}^2$  de vapor o lo suficientemente elevada para mantener una flama estable.

- 3.6 LOS PUNTOS IMPORTANTES EN LA OPERACION DEL QUEMADOR, DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ATOMIZADOR SON:

La presión mínima de petróleo y por lo tanto la capacidad a que el atomizador puede ser operado, depende de la medida de la placa atomizadora y, en cierta parte, de la constancia o estabilidad de la presión en el sistema de abastecimiento de combustible. En general las fluctuaciones de la presión de petróleo imponen una presión mínima no menor a  $0.7 \text{ Kg/cm}^2$  en el quemador.

La presión del vapor atomizador debe ser regulada para producir la atomización adecuada. En general, una presión de 1.41 a  $3.52 \text{ Kg/cm}^2$  más elevado que la presión del petróleo será suficiente y la presión máxima del vapor en cualquier condición es de  $10.55 \text{ Kg/cm}^2$ .

Al sacar de servicio el quemador, se cierra primero el abastecimiento de petróleo al quemador, cerrando las llaves a cada extremo de la conexión flexible de manguera al atomizador. Este debe ser desconectado entonces y sacado del quemador, limpiado y colocado en un lugar adecuado y listo para entrar de nuevo en servicio.

### 3.7 SECUENCIA NORMAL DE ENCENDIDO.

Cuando el interruptor del quemador está en posición de "energizado", éste deberá completar el circuito límite ya que el interruptor exceso-presión vapor y corte por bajo nivel están cerrados. También el micro-interruptor del ventilador está cerrado, así como el de protección por baja temperatura. Con el circuito de control límite efectuado, los siguientes eventos tomarán lugar en el orden dado y constituirán una secuencia normal de arranque.

El motor del ventilador arranca una vez energizadas la terminal 8 (FIREYE) y las terminales 6 y 7 de la tablilla de conexiones --

del control del arrancador cerrando los con tactos auxiliares del mismo (ésto es en posición automática).

En posición manual se energiza el arrancador a través de los mismos contactos auxiliares por un lado y por el lado de "vivo" a través de la línea 1 del control general (IG).

El motor del control programador arranca.

El motor del ventilador llega a su velocidad normal en menos de 5 segundos. El servomotor de barrido de gases es girado a la posición de fuego alto y luego a la posición de fuego bajo para purgar el hogar.

Después de un período de 45 segundos, el número 1 aparece en la mirilla del control 1-programador. El transformador de ignición y la válvula solenoide de gas piloto se energizan. La flama del piloto se establece.

El relevador de flama (RL<sub>2</sub>) en el programador se energizará 10 segundos más tarde (55 segundos después de cerrar el interruptor del quemador) el número 2 aparece en la ventanilla o mirilla del programador y la válvula solenoide de corte petróleo se abre.

La flama no se establece inmediatamente ya que la línea de combustible del quemador de berá ser llenada. Ellas están vacías en es te momento porque la tubería fué purgada en el apagado anterior, un retardo de 4 segundos aproximadamente entre la apertura de la válvula de aceite o petróleo y el encendido de la flama principal, es normal.

La flama principal y la flama del piloto se establecen ahora, pero 30 segundos más tarde, la válvula de petróleo se abre, (85 se

gundos más tarde desde que se energizó el quemador), el transformador de ignición y piloto están desenergizados y el número 3A aparece en la ventanilla del programador. La flama principal continúa establecida.

Ahora se permite la modulación del quemador a través de la estación selectora maestra.

El motor del control programador continúa energizando hasta que un punto (.) aparece en la ventanilla.

### 3.8 SECUENCIA NORMAL DE PARO.

Si la demanda de vapor decrece hasta el punto en que la caldera eleve su presión hasta  $14 \text{ kg/cm}^2$ , el interruptor exceso presión vapor se "abre" dando comienzo la secuencia normal de paro.

El motor del programador empieza a girar.

La válvula solenoide de combustible se desenergiza.

El interruptor de purga es desenergizado y la válvula solenoide de purga del combustible se energiza.

El motor del programador continúa funcionando y 15 segundos después de que el control límite exceso presión vapor se abrió, el arrancador del motor del ventilador se desenergiza.

La válvula solenoide de purga de combustible se desenergiza.

La velocidad del motor del ventilador disminuye.

Un cero (0) aparece en la mirilla del programador y el motor de dicho programador se detiene.

El relevador de flama (RL<sub>2</sub>) del FIREYE se -  
desenergiza.

La unidad queda lista para otro arranque.

## SEGUNDA PARTE

### 3.9 PROBLEMAS DE ENCENDIDO.

Se supone que el generador de vapor ya estuvo traba-  
jando, momentos antes de que sucediera la falla.

Los problemas en las instalaciones pueden ser rápi-  
damente aislados siguiendo el procedimiento aproba-  
do en la secuencia que se indica a continuación:

Antes de iniciar cualquier búsqueda de problemas, -  
esté seguro de que:

El alambrado y la instalación se han lleva-  
do de acuerdo con las instrucciones.

Que el chasis del control programador (FIRE  
YE) esté debidamente enchufado y los torni-  
llos de sujeción estén debidamente apreta-  
dos; que la clavija de 4 puntas se encuen-  
tra en receptáculo; que el botón de resta-  
blecer del relévador térmico ha sido oprimi-  
do.

En la siguiente tabulación, las fallas apa-  
recen escritas con mayúsculas y las causas-  
posibles están listadas enseguida:

CERO VOLTAJE ENTRE LAS TERMINALES 2 y 4

- a) Interruptor desconectado
- b) Fusible fundido
- c) Alambre roto
- d) Alambrado incorrecto

VOLTAJE INSUFICIENTE EN LAS TERMINALES 2 Y  
4

- a) El voltaje mínimo de operación es de 102  
volts.

CERO VOLTAJE EN LAS TERMINALES 2 y 3

- a) Interruptor abierto en el circuito límite (presión, bajo nivel de agua, etc).
- b) Alambre roto
- c) Alambrado incorrecto

EL RELEVADOR MAESTRO RL-1 NO CIERRA

- a) Circuito abierto entre las terminales -- 3 y B
- b) Botón del relevador térmico "disparado"
- c) La armadura de RL-1 puede estar mecánicamente distorsionada, evitando su cierre.
- d) El control del programador defectuoso, - reemplacelo.

EL RELEVADOR MAESTRO SE CIERRA, PERO EL PROGRAMADOR NO FUNCIONA.

- a) Contactos RL-1 o K4-1 están sucios o - - abiertos.
- b) El motor del programador está trabado mecánicamente reviselo haciendo girar la - carátula del programador.

EL PROGRAMADOR FUNCIONA, EL MOTOR DEL VENTILADOR NO ARRANCA.

- a) Voltaje insuficiente entre las terminales 2 y 8
- b) Fusible del motor ventilador, quemado
- c) Elementos térmicos disparados en el - -- arrancador magnético del motor.
- d) Alambrado incorrecto en el motor del ventilador
- e) Motor o arrancador magnético defectuoso

EL MOTOR MODULADOR NO ABRE LA COMPUERTA

- a) Motor del modulador no energizado
- b) Eslabones atorados
- c) Alambrado incorrecto
- d) Contactos RL<sub>1</sub>-5, K<sub>7</sub>-2, K<sub>8</sub>-1, sucios o - - abiertos
- e) Contactos RL<sub>1</sub>-6 no abren
- f) Equipo modular defectuoso

EL PROGRAMADOR SE DETIENE CUANDO APARECE UNA

"X" EN LA VENTANILLA DE LA CARATULA

- a) Alambrado de la fotocelda incorrecto
- b) La fotocelda "ve" flamas causadas por --  
válvulas de combustible que se fugan o --  
de carbón que se está quemando
- c) El relevador de flama está mecánicamente  
cerrado
- d) Bulbo defectuoso
- e) Control o fotocelda defectuoso

EL RELEVADOR MAESTRO SE ABRE DESPUES QUE CO  
MIENZA A FUNCIONAR EL MOTOR PROGRAMADOR

- a) Contactos RL<sub>3</sub>-1 sucios o abiertos
- b) El interruptor de flujo de aire no está-  
cerrado (de 3 a R)
- c) El botón del interruptor térmico está --  
"disparado"

EL MOTOR MODULADOR NO VUELVE LA COMPUERTA A  
LA POSICION DE FUEGO BAJO A LOS 20 SEGUNDOS

- a) El motor modulador no conectado a la ener-  
gia eléctrica
- b) Eslabones trabados
- c) Alambrado incorrecto
- d) Contactos RL<sub>1</sub>-5, K<sub>7</sub>-2, K<sub>8</sub>-2 sucios o --  
abiertos
- e) Equipo modulador defectuoso

LA CARATULA ALCANZA LA POSICION NUMERO 1, -  
LA FLAMA DEL PILOTO NO SE ESTABLECE

- a) Voltaje insuficiente entre las termina--  
les 2 y 5
- b) Contactos RL<sub>1</sub>-4, K<sub>1</sub>-2, K<sub>5</sub>-3 o K<sub>7</sub>-3, su--  
cios o abiertos
- c) Válvula de gas defectuosa
- d) Transformador de ignición o electrodos -  
defectuosos
- e) Posición de los electrodos fuera de ajus-  
te
- f) Quemador del piloto, sucio o obstruido
- g) Presión de gas insuficiente
- h) Ajustes inadecuados al quemador del pilo-  
to
- i) Conjunto de la ignición incorrectamente-

alambrado

EL RELEVADOR DE FLAMA (RL-2) NO CIERRA CUANDO NO ENCIENDE LA FLAMA DEL PILOTO

- a) Flama del piloto demasiado pequeña. Esté seguro que la presión de gas no se encuentra por debajo de aquella que ha sido establecida para el quemador del piloto
- b) Tubo de la fotocelda obstruida o lente - de la fotocelda sucio
- c) La fotocelda mal orientada
- d) La fotocelda está incorrectamente alambrada, el alambrado correcto es: la punta de color blanco a la terminal 15 y la punta negra a la terminal 14
- e) Fotocelda demasiado caliente
- f) La fotocelda "ve" refractario incandescente
- g) El relevador de flama está mecánicamente trabado
- h) Bulbo defectuoso o bulbos invertidos
- i) Fotocelda defectuosa
- k) Control defectuoso

EL PROGRAMADOR ALCANZA LA POSICION NUMERO 2, LA VALVULA DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL PERMANECE CERRADA

- a) Voltaje insuficiente entre las terminales 2 y 7
- b) Contactos RL-2-3, RL<sub>2</sub>-4 o K<sub>1</sub>-1, sucios - o abiertos

VALVULA DEL COMBUSTIBLE ES ENERGIZADA, LA FLAMA PRINCIPAL NO ENCIENDE

- a) Piloto inadecuado
- b) Ajustes incorrectos del quemador
- c) No pasa combustible a la válvula general

LA FLAMA PRINCIPAL ENCIENDE Y LUEGO SE APAGA

- a) El botón del interruptor térmico se ha - "disparado" permita que se enfríe por un par de minutos y luego restablézcalo

- b) Circuito límite y control de operación - del interruptor de flujo de aire abiertos.
- c) Contactos RL<sub>2</sub>-2, K<sub>5</sub>-2, sucios o abiertos

EL PROGRAMADOR ALCANZA LA POSICION NUMERO 3 Y LA FLAMA DEL PILOTO NO SE APAGA

- a) Válvula del piloto de gas, se "pega" en la posición de abierto
- b) Contactos K<sub>7</sub>-3 están "pegados" en la posición de "cerrado"
- c) El alambrado del circuito de control se encuentra incorrecto o con las fases cruzadas.

EL PROGRAMADOR ALCANZA LA POSICION NUMERO 3, EL MOTOR MODULADOR NO RESPONDE AL CONTROL DE MODULACION

- a) Motor del modulador no energizado eléctricamente
- b) Ajuste del control de modulación incorrecto
- c) Eslabones trabados
- d) Alambrado incorrecto
- e) Contactos K<sub>7</sub>-1, RL<sub>1</sub>-5, sucios o abiertos
- f) Equipo modulador defectuoso

LA FLAMA PRINCIPAL SE APAGA CUANDO EL PILOTO SE APAGA

- a) La fotocelda no "ve" la flama principal
- b) Ajustes incorrectos del quemador
- c) Alambrado incorrecto para la válvula principal de combustible

EL PROGRAMADOR NO SE PARA EN LA POSICION (.)

- a) Contactos K<sub>4</sub>-1 o RL<sub>1</sub>-2 "pegados" en la posición de "cerrado"

EL PROGRAMADOR NO GIRA HASTA LA POSICION "0" CUANDO EL CIRCUITO LIMITE O DE OPERACION ABRE

- a) Contactos RL<sub>1</sub>-2 o K<sub>3</sub>-1 sucios o abiertos
- b) Interruptores límite incorrectamente alambrados

DURANTE EL PERIODO DE POST-PURGA, EL MOTOR-MODULADOR NO MUEVE LA COMPUERTA DEL AIRE A LA POSICION DE FUEGO BAJO

- a) Motor modulador no energizado eléctricamente
- b) Eslabones trabados
- c) Alambrado incorrecto
- d) Contactos RL<sub>1</sub>-6, sucios o abiertos
- e) Equipo modulador defectuoso

EL PROGRAMADOR NO SE PARA EN LA POSICION -- "O"

- a) Contactos RL<sub>1</sub>-1 o K<sub>3</sub>-1, sucios o abiertos
- b) Fases cruzadas en el circuito de control
- c) Los interruptores límite y de operación-cerrados

EL MOTOR DEL VENTILADOR NO SE PARA CUANDO - EL PROGRAMADOR ALCANZA LA POSICION "O"

- a) Contactos RL<sub>1</sub>-1 o K<sub>3</sub>-1 "pegados" en la posición de "cerrado"
- b) Alambrado del circuito de control con -- las fases cruzado
- c) Interruptor del circuito límite y de operación cerrados
- d) Arrancador del motor está mecánicamente-"pegado"
- e) El arrancador del motor está incorrectamente alambrado

### TERCERA PARTE

#### 3.10 ABREVIATURAS USADAS EN EL DIAGRAMA UNIFILAR.

La siguiente relación nos sirve para identificar cada uno de los componentes eléctricos del control de la caldera mediante el diagrama unifilar.

IDENTIFICACION	SERVICIO
C.P.C.	CONTROL PROGRAMADOR CALDERA
D.F.	DETECTOR DE FLAMA

I.G.	INTERRUPTOR GENERAL
I.A.T.F.	INTERRUPTOR ARRANQUE TIRO FORZADO
I.C.P.C.	INTERRUPTOR CONTRALADOR - PROGRAMADOR CALDERA
B.R.	BOTON RESTABLECEDOR
V.S.A.P.	VALVULA SOLENOIDE AIRE -- PURGA
V.S.C.M.	VALVULA SOLENOIDE CONTROL MODULADO
B.S.A.N.A.	BOTON SILENCIADOR ALARMA-NIVEL AGUA
A.N.A.	ALARMA NIVEL AGUA
L.A.Z.	LUZ AZUL (PILOTO ENCENDIDO)
L.V.	LUZ VERDE (QUEMADOR ENCENDIDO)
L.R.	LUZ ROJA (FALLA FLAMA)
L.A.	LUZ AMARILLA (BAJO NIVEL-AGUA)
T.I.G.N.	TRANSFORMADOR DE IGNICION
I.P.	INTERRUPTOR DE PURGA
I.T.F.	INTERRUPTOR TIRO FORZADO
V.S.G.P.	VALVULA SOLENOIDE GAS PILOTO
I.A.M.	INTERRUPTOR AIRE MINIMO
I.F.M.P.	INTERRUPTOR FUEGO MINIMO-PETROLEO
I.B.P.P.	INTERRUPTOR BAJA PRESION-PETROLEO
V.S.C.P.	VALVULA SOLENOIDE CORTE - PETROLEO
V.S.R.P.	VALVULA SOLENOIDE RETORNO PETROLEO
I.A.B.P.	INTERRUPTOR ARRANCADOR -- BOMBA PETROLEO
I.C.E.P.	INTERRUPTOR CALENTADOR -- ELECTRICO PETROLEO
I.T.F.	INTERRUPTOR TIRO FORZADO
V.S.G.P.	VALVULA SOLENOIDE GAS PILOTO
I.A.M.	INTERRUPTOR AIRE MINIMO
I.F.M.P.	INTERRUPTOR FUEGO MINIMO-PETROLEO

I.B.P.P.	INTERRUPTOR BAJA PRESION- PETROLEO
V.S.C.P.	VALVULA SOLENOIDE CORTE - PETROLEO
V.S.R.P.	VALVULA SOLENOIDE RETORNO PETROLEO
I.A.B.P.	INTERRUPTOR ARRANCADOR -- BOMBA PETROLEO
I.C.E.P.	INTERRUPTOR CALENTADOR -- ELECTRICO PETROLEO
I.B.T.P.	INTERRUPTOR BAJA TEMPERA- TURA PETROLEO
I.D.V.A.	INTERRUPTOR DIFERENCIA VA POR ATOMIZACION
B.A.M.	BOTON ATOMIZACION MECANI- CA
R.A.V.A.	RELEVADOR AUXILIAR VAPOR- ATOMIZACION
V.S.C.V.A.	VALVULA SOLENOIDE CORTE - VAPOR ATOMIZACION
I.A.A.N.A.	INTERRUPTOR ALARMA ALTO - NIVEL AGUA
I.A.B.N.A.	INTERRUPTOR ALARMA BAJO - NIVEL DE AGUA
I.B.N.A.	INTERRUPTOR CORTE POR BA- JO NIVEL DE AGUA
I.E.P.V.	INTERRUPTOR EXCESO PRE- SION VAPOR

### 3.11 DESCRIPCION DE LA SECUENCIA DE OPERACION. (Ver diagrama unifilar y alambrado)

Esta secuencia eléctrica presentada, no solo sirve como guía para problemas de encendido en operación, sino para entender mejor la operación del quemador de la caldera y del control automático de la misma.

Los números pequeños, encerrados dentro de un círculo indican terminales del control programador FIRE-YE.

Dentro del diagrama unifilar, se tienen también números dentro de un círculo que indica el número de terminal en la tablilla de conexiones del control -

eléctrico de la caldera, localizando en la parte -- posterior del tablero de control.

Los contactos respectivos de los relevadores están- identificados con las iniciales de la función que - efectúa el relevador correspondiente y así mismo se señala con una diagonal a los contactos que están - "normalmente cerrados"

La palabra "normalmente" se refiere cuando el rele- vador no esta energizado. Esto es una práctica co- mún en la industria.

Para efectos de nuestra discusión suponemos un ni- vel de agua normal, presión y temperatura del com- bustible dentro de los rangos de operación y por lo tanto sus respectivos interruptores límite cerrados; así mismo se considerará que la presión del vapor es- tá por debajo del rango de ajuste del interruptor - límite de presión.

Es necesario tener la lista de los componentes (men- cionados en este mismo capítulo) antes de identifi- car las abreviaturas usadas para varios de los con- troles, ya que es necesario conocer a toda hora si- un contacto ya abrió o cerró.

Se recomienda marcar dichos contactos en el diagra- ma tan pronto como vaya variando su posición. Una- marca de lápiz en forma diagonal atravezando unos - contactos normalmente abiertos, indicará que ya ce- rrarán. Una "A" a un lado de un contacto normalmen- te cerrado, indicará que ya abrió.

El quemador está listo para funcionar. El control- del ciclo normal de operación bajo el control pro- gramador "FIREYE"

Sin embargo, la primera parte del diagrama nos lle- va a comprobar la posición de todos los componentes para asegurar un arranque seguro y normal.

La secuencia de operación se efectuará por partes - o "bloques" siguiendo de izquierda a derecha el dia

grama unifilar.

Con el voltaje correcto (120 volts  $\pm$  10%) entre la línea "viva" (A) en la parte superior del diagrama unifilar y la línea neutro o "tierra" (B) en la parte inferior, se energiza el circuito de control de la caldera a través del interruptor general (IG). - El circuito interno del control programador (CPC) - FIREYE, es energizado a través de las terminales -- (2) y (4) del programador y cerrado a la vez el interruptor controlador caldera (ICPC).

A la vez que se energiza el interruptor general -- (IG), el interruptor del arrancador del tiro forzado (IATF) es energizado a través de las terminales 19 y 20 de la tablilla de conexiones (parte posterior del tablero de control) y en este momento se tiene aire para el "barrido de gases" (servomotor - en posición de fuego bajo).

Así como aire en "caja de aire" para la combustión. El ventilador no para hasta que sale de operación - la caldera por cualquier eventualidad detectada por los permisivos de seguridad o paro efectuado por el operador.

Prosiguiendo hacia la derecha en el diagrama unifilar, en la siguiente línea, nótese que el arrancador de la bomba de alimentación de petróleo (ABP) - se encuentra energizado por medio del Interruptor - Selector (botón IABP), el cual manda señal a los -- contactos auxiliares y bobina del arrancador para - que se energice y arranque el motor de la bomba de combustible. (Terminales 21 y 22 tablilla de conexiones de tablero de control).

Enseguida, se tienen conectados el interruptor y -- arrancador de la resistencia para calentamiento del combustible que sirve como auxiliar en caso de que haya una pérdida o caída de presión total en la línea de alimentación de vapor a los intercambiadores de color o sea necesario calentar el combustible -- rápidamente. Este contactor generalmente se controla por medio de un termostato que está calibrado pa

ra operar a una temperatura mínima de 50°C y que no se encuentra en el diagrama unifilar. El contactor eléctrico petróleo (ACEP) está conectado en las terminales 23 y 24 de la tablilla de conexiones del control de la caldera.

Siguiendo con la secuencia de izquierda a derecha en el diagrama unifilar, tenemos que el control programador "FIREYE" se energiza como se dijo en líneas anteriores a través de las terminales (2) y (4).

Si se cumplen las condiciones de presión y temperatura de combustible, así como de nivel normal de agua en la caldera, se tendrán energizados los siguientes interruptores límite o "permisivos de seguridad".

Interruptor Baja Temperatura Petróleo (I.B.T.P.), Interruptor Baja Presión Petróleo (I.B.P.P.), Interruptor Corte Bajo Nivel Agua (I.B.N.A.) así como el Interruptor Exceso- Presión Vapor (I.E.P.V.), ya que la presión es baja, dado que se está suponiendo un arranque normal de la caldera.

Oprimiendo el botón restablecedor (B.R.) que completa el circuito de permisivos, da comienzo el Ciclo de Operación del Control programador "FIREYE" (C.P.C.), ya que el Relevador Restablecedor (R.R.) cierra sus contactos respectivos energizando la terminal (3) del C.P.C. y las terminales 7, 8 y 9 de la tablilla de conexiones a través de los contactos "normalmente abiertos" de: Arrancador Tiro Forzado (A.T.F.) y del Interruptor Tiro Forzado (I.T.F.), energizándose además las terminales (R) y (10) del C.P.C., teniendo "enclavada" la bobina del relevador maestro (RL<sub>1</sub>) del FIREYE.

Enseguida, otro bloque del circuito de control de la caldera es energizado a través de los siguientes dispositivos:

Botón de Atomización Mecánica (B.A.M.), Relevador Auxiliar Vapor, Atomización (R.A.V.A.), Válvula So-

lenoide Vapor Atomización (V.S.C.V.A.) e Interruptor Diferencia Vapor Atomización (I.D.V.A.), los cuales permiten que continúen el programa del "FIREYE" energizando las terminales (W) y (B), siempre y cuando se mantengan cerrados los interruptores lí mite siguientes:

Interruptor de Purga (I.P.) Interruptor Fuego Mínimo Aire (I.F.M.A.), e Interruptor Fuego Mínimo Petróleo (I.F.M.P.), estos últimos se pueden probar en las terminales 14 y 15 (I.P.) W y 26 (I.F.M.A.) y 26 y 16 (I.F.M.A.), de la tablilla de conexiones del tablero de control. La secuencia a seguir para este bloque es la siguiente:

Se energiza la terminal (8) del "FIREYE" cuando se cierran los contactos auxiliares del Arrancador del Tiro Forzado (A.T.F.), se oprime el Botón de "Atomización Mecánica" (B.A.M.), se energiza la válvula Solenoide Vapor Atomización (V.S.V.A.), la cual manda señal para cerrar el Interruptor Diferencial de Vapor de Atomización (I.D.V.A.); si la presión de vapor por atomización es suficiente para cerrarlo. Al oprimir el Botón de "Atomización Mecánica" (B.A.M.) se energiza el Relevador Auxiliar de Vapor Atomización (R.A.V.A.) mismo que cierra su contacto normalmente abierto completando así el circuito o bloque de encendido y en este momento da comienzo la purga ó "barrido de gases" del hogar de la caldera a través de la válvula solenoide aire purga (V.S.A.P.) en la terminal (13) del "FIREYE" en un tiempo de 7 ó 8 segundos.

A los 41 segundos termina la purga o barrido de gases pasando el control modulador a fuego bajo (servomotor tiro forzado).

Continúa el programa del C.P.C. y a los 45 segundos se energiza la terminal (5) del "FIREYE" que energiza a su vez el siguiente bloque del circuito de control de la caldera, el cual está constituido de los siguientes componentes:

Transformador de Ignición (T.I.G.N.), 2 Válvulas So

lenoides de Gas Piloto, Válvula Solenoide Venteo -- Gas Piloto (V.S.V.P.), Fotocelda y Foco Piloto Azul (L.A.Z.).

Una vez energizada la terminal (5) del "FIREYE" se energiza el devanado primario del Transformador de Ignición (T.I.G.N.) y por inducción electromagnética se obtiene 10,000 volts.

En el secundario, necesarios para producir un arco eléctrico entre los electrodos del quemador. Como la válvula solenoide de gas piloto está conectado en este mismo bloque, está se abre permitiendo el paso del gas butano para obtener la flama piloto -- (en este momento se enciende la luz azul piloto) -- (L.A.Z.). La flama es detectada por la fotocelda, la cual manda señal para energizar la válvula solenoide del petróleo a través de la terminal (7) del "FIREYE" energizando el siguiente bloque compuesto de:

Contacto Normalmente Abierto del (R.A.V.A.), Interruptor Diferencial, Vapor Atomización (I.D.V.A.), Válvula Solenoide Corte Petróleo (V.S.C.P.) Válvula Solenoide Retorno Petróleo (V.S.R.T.), (conectadas estas últimas a través de las terminales 12, 15 y 16 de la tablilla de conexiones) y Foco Piloto Luz Verde (L.V.) terminal 17.

Al energizarse la Válvula Solenoide Corte Petróleo (V.S.C.P.) ésta se abre permitiendo el paso del combustible al quemador y se establece así la flama principal, si ésta se mantiene constante (a fuego bajo) y si no hay obstrucción en el campo visual de la fotocelda, permanecerá energizada la terminal -- (7) del "FIREYE"; tiempos: 55 segundos.

Pasados 10 segundos, se desenergiza el Transformador de Ignición (T.I.G.N.) dado que en este momento se tiene en operación el quemador, y ya no es necesario la flama piloto. En este tiempo se abren los contactos K<sub>6</sub>-1 y K<sub>6</sub>-2 del conjunto de levas del control programador (FIREYE) y aparece en la ventanilla del mismo el número 3 del disco indicador.

A los 70 segundos de operación del "FIREYE", el disco indicador pasa a la posición No. 4 y el control-modulador toma la posición de "automático", previa apertura de los contactos K<sub>7</sub>-3 y K<sub>7</sub>-2 del conjunto de levas y cierre del contacto K<sub>7</sub>-1.

A los 85 segundos de operación: el disco indicador del "FIREYE" llega al punto "Dot", en este momento se abren los contactos K<sub>4</sub>-1 y K<sub>4</sub>-2 del conjunto de levas dando lugar a que se desenergice el motor de tiempo del control del quemador, mismo que se tiene ahora en fuego alto y por lo tanto la caldera en -- operación normal.

### 3.12 SECUENCIA DEL CONTROL PROGRAMADOR "FIREYE".

Para la descripción de ésta secuencia, referirse al diagrama esquemático.

#### 3.12.1 SECUENCIA DE OPERACION.

##### PASO No. 1

TIEMPO: 0 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: 0

- a) La fuente de poder o alimentación se encuentra energizada (TIGN) energizado.
- b) El modulador en posición fuego bajo.

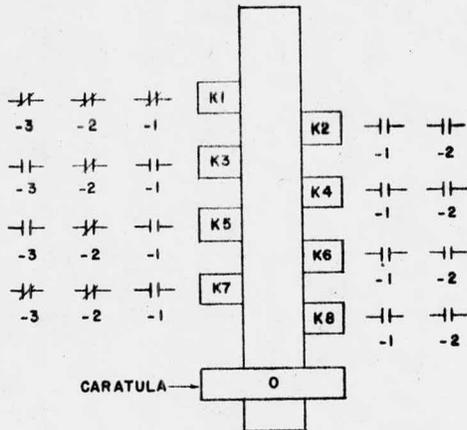
##### PASO No. 2

TIEMPO: 0 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: 0

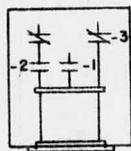
- a) Circuitos de control de limite y operación se encuentran cerrados.
- b) Se energiza el relevador RL<sub>3</sub>.

##### PASO No. 3

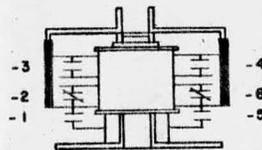
TIEMPO: 0 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: 0



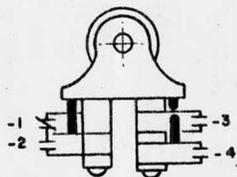
MONTAJE DE INTERRUPTOR DE LEVAS



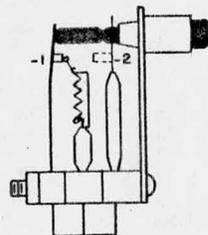
RELEVADOR RL3



RELEVADOR MAESTRO RL1



RELEVADOR DE FLAMA RL2



INTERRUPTOR RESTABLECEDOR L2

**IDENTIFICACION DE INTERRUPTOR DE LEVAS Y CONTACTOS**

UNAM ENEP ARAGON			
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
INTERRUPTOR DE LEVAS			
T E S I S   P R O F E S I O N A L			
Dibujo No.	Rosalino Cuevas Román	Fecha	Esc
	Arturo Márquez F.	1985	s/e

- a) Los contactos del relevador RL<sub>3</sub>-1 y RL<sub>3</sub>-2 se cierran y el RL<sub>3</sub>-3 se abre.
- b) El relevador RL<sub>1</sub> se energiza.

PASO No. 4

TIEMPO: 0 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: 0

- a) El relevador RL<sub>1</sub> energizado y sus contactos: 1, 3, 4, 5 cerrados; 2 y 6 abiertos.
- b) El motor del quemador energizado.
- c) El control modulador para a fuego alto.

PASO No. 5

TIEMPO: 0 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: 0

- a) El entrelace de la purga de flujo de - - aire debe haberse efectuado.
- b) Las terminales 8 y W cerradas hasta el arranque del reloj de tiempo.
- c) El interruptor "corte programa" debe estar en posición de "carrera" para el programa del reloj.

PASO No. 6

TIEMPO: 7-8 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOS: VACIO

- a) El circuito de no reciclo debe estar cerrado.
- b) Contactos de leva K<sub>2</sub>-2 abierto y contactos K<sub>2</sub>-1 cerrado.

PASO No. 7

TIEMPO: 30 SEGUNDOS      POSICION DISCO INDICADOR: VACIO

- a) El interruptor del control programador - pasa a la posición de fuego bajo.

- b) Los contactos de leva K<sub>5</sub>-1 y K<sub>5</sub>-3 cerrados y el contacto K<sub>5</sub>-2 abierto.

PASO No.8

TIEMPO: 35 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: VACIO

- a) El contacto de leva K<sub>4</sub>-2 abierto.  
b) El reloj para hasta que el circuito de - W a B se cierra (arranque a fuego bajo).

PASO No.9

TIEMPO: 41 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: VACIO

- a) Los contactos de leva K<sub>4</sub>-2 cerrado.  
b) Se B<sub>v</sub>-PASS el arranque de fuego bajo por W a B.

PASO No.10

TIEMPO: 45 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: VACIO

- a) Los contactos de leva K<sub>3</sub>-1 y K<sub>3</sub>-3 cerrados y el contacto K<sub>3</sub>-2 abierto.  
b) Las terminales: 1, 5, 8 y 6 se energizan y la ignición de flama es detectada.  
c) Los contactos del relevador RL<sub>2</sub>: 2, 3 y 4 cerrados y el 1 abierto.

PASO No.11

TIEMPO: 52 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: VACIO

- a) El contacto de leva K<sub>8</sub>-2 cerrado y el -- K<sub>8</sub>-1 abierto.  
b) El entre lace de la válvula de combustible se By-PSS.

PASO No.12

TIEMPO: 55 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: 2

- a) Los contactos de leva  $K_1-2$  y  $K_1-3$  abiertos y el  $K_1-1$  cerrado.
- b) La terminal 7 es energizada.

PASO No. 13

TIEMPO: 65 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: 3

- a) Los contactos de leva  $K_6-1$  y  $K_6-2$  abiertos.
- b) El transformador de ignición permanece energizado 10 segundos.

PASO No.14

TIEMPO: 70 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: 4

- a) Los contactos de leva  $K_7-2$  y  $K_7-3$  abierto y el  $K_7-1$  cerrado.
- b) El control programador pasa a la posición de automático.

PASO No.15

TIEMPO: 85 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: DOT

- a) Los contactos  $K_4-1$  y  $K_4-2$  abiertos.
- b) El reloj de tiempo para.

PASO No.16

TIEMPO: 85 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: DOT

- a) El quemador completa el fuego alto

NOTA: Hasta este momento se completa la secuencia normal de encendido en la cal

dera.

PASO NO. 17

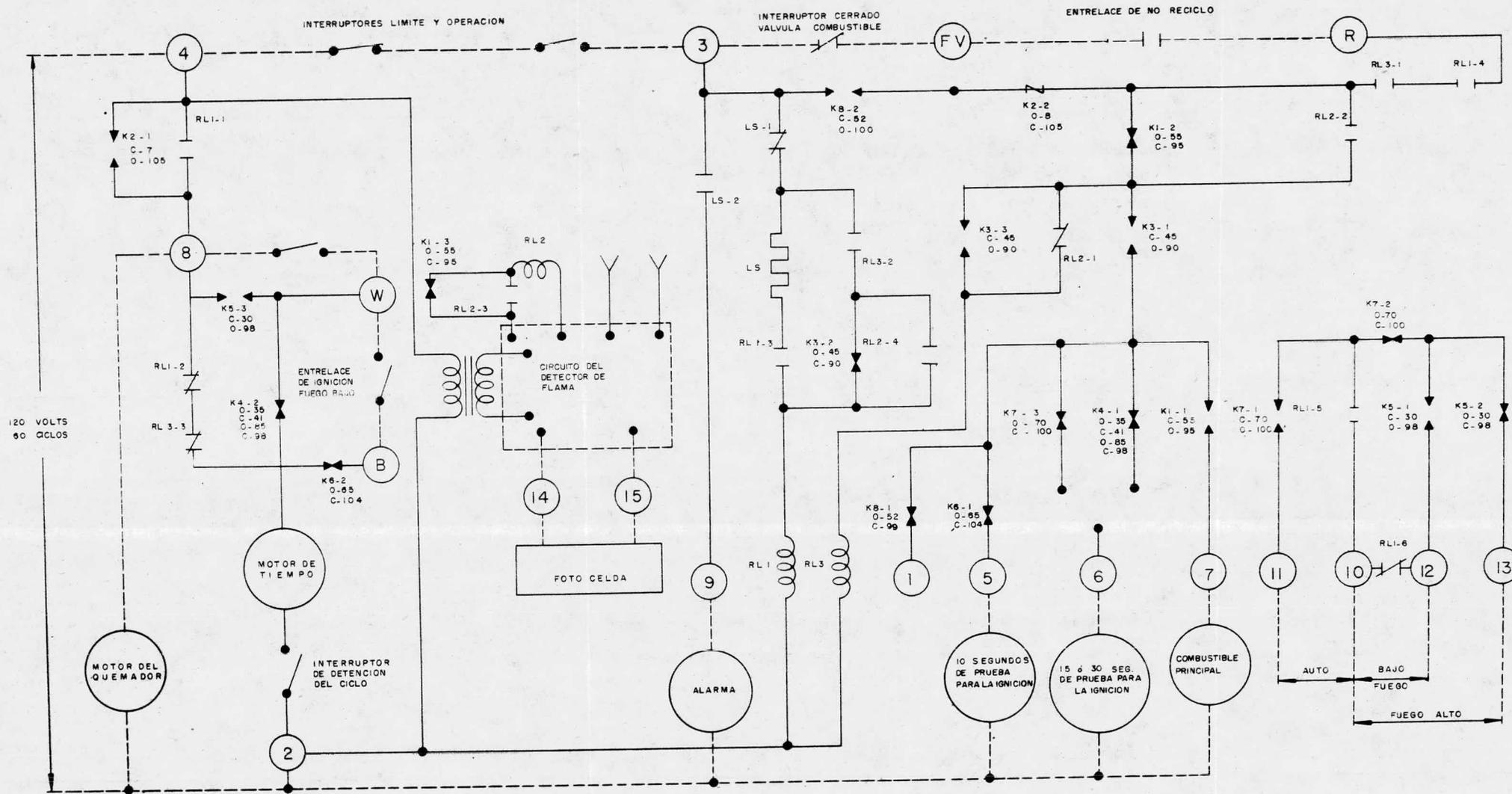
TIEMPO: 85 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: DOT

- a) El interruptor de límite de operación -- se abre.
- b) El relevador  $RL_1$  se desenergiza y sus -- contactos: 1, 3, 4 y 5 se abren y el 2 y 6 se cierran.
- c) La terminal 3 se desenergiza.
- d) El relevador  $RL_2$  se desenergiza y sus -- contactos: 2, 3 y 4 se abren, el contacto 1 cerrado.
- e) El relevador  $RL_3$  se desenergiza y sus -- contactos 1 y 2 abiertos y el 3 cerrado.

PASO No.18

TIEMPO: 105 SEGUNDOS POSICION DISCO INDICADOR: 0

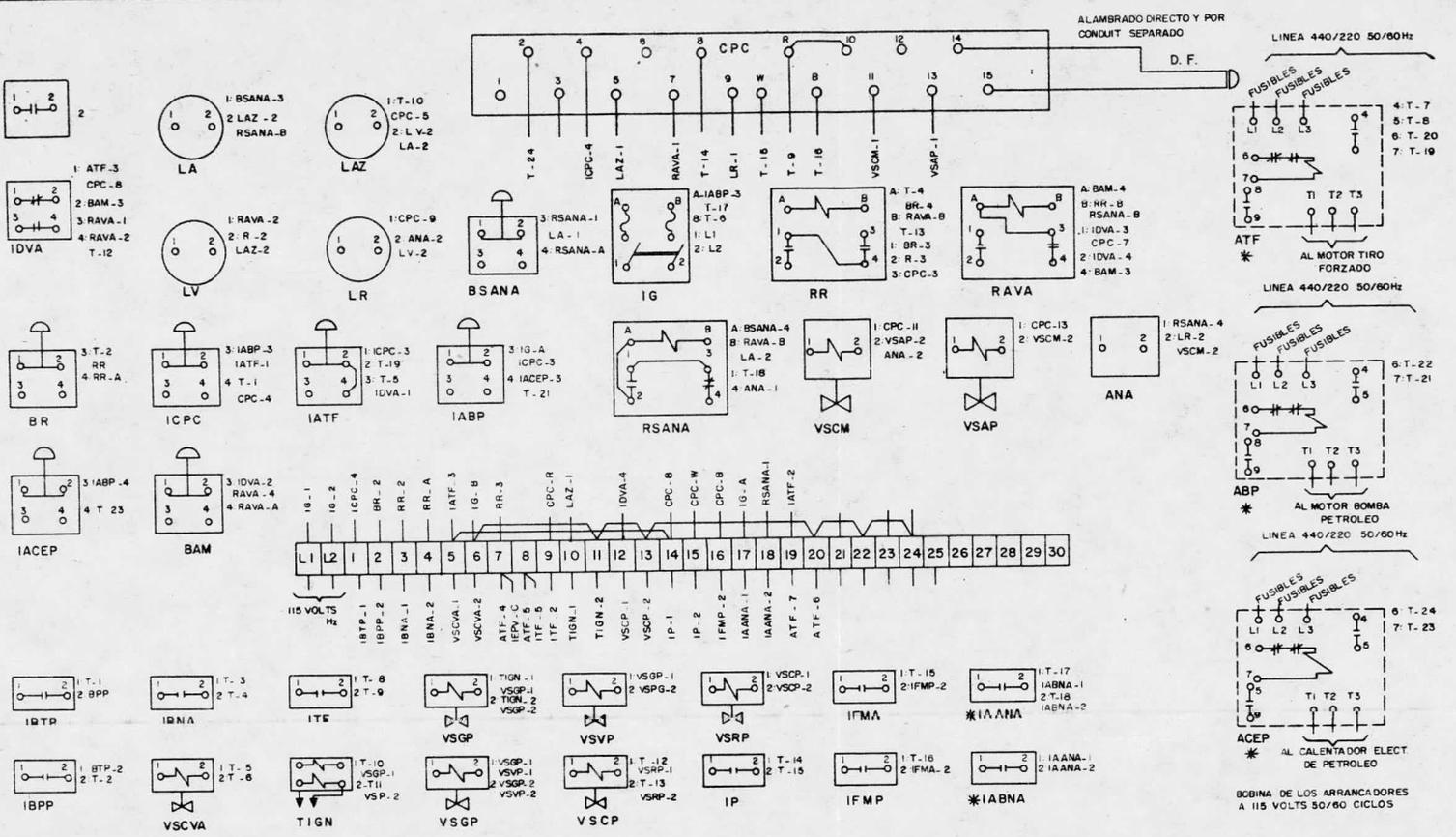
- a) El contacto de leva  $K_2-1$  abierto se completa la post-purga.
- b) El modulador a fuego lento.
- c) El motor del quemador y el reloj de tiempo paran.
- d) El quemador está listo para próximo -- arranque.



EJEMPLO

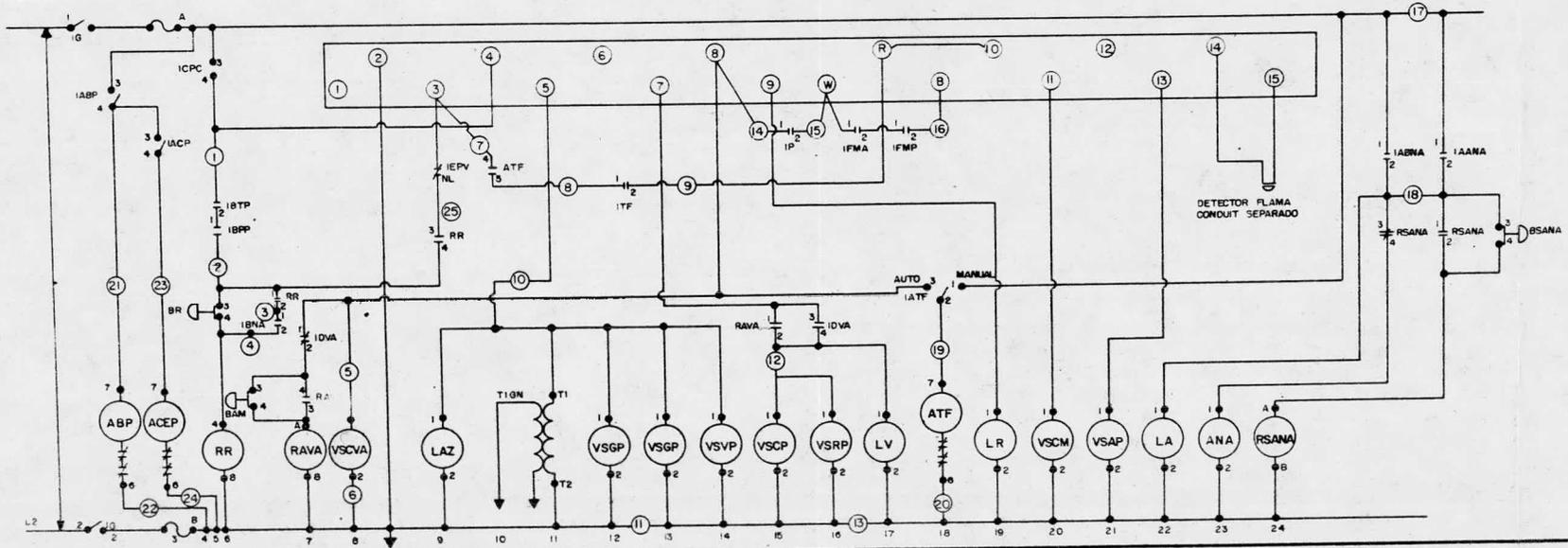
- K3-2 CERRADO AL ARRANQUE
- 0-45 ABRE A LOS 45 SEG.
- C-90 CERRADO A LOS 90 SEG.
- ALAMBRADO INTERNO DEL CONTROL
- ALAMBRADO EXTERNO

UNAM ENEP ARAGON		
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA		
SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO FIREYE		
TESIS PROFESIONAL		
Dibujo No.	Rosalino Cuevas Román	Fecha Esc
03	Arturo Márquez F.	19 85 3/8



ITEM	IDENT	SERVICIO
5.01	CPC	CONTROLADOR PROGRAMADOR CALDERA
5.02	DF	DETECTOR DE FLAMA
5.03	IG	INTERRUPTOR GENERAL
5.04	BR	BOTON RESTABLECEDOR
5.05	IATF	INTERRUPTOR ARRANCADOR TIPO FORZADO
5.06	ICPC	INTERRUPTOR CONTROLADOR PROGRAMADOR CALDERA
5.07	RR	RELEVADOR RESTABLECEDOR
5.08	VSAP	VALVULA SOLENOIDE AIRE PURGA
5.09	VSCM	VALVULA SOLENOIDE CONTROL MODULADO
5.10	RSANA	BOTON SILENCIADOR ALARMA NIVEL DE AGUA
5.11	RSANA	RELEVADOR SILENCIADOR ALARMA NIVEL DE AGUA
5.12	ANA	ALARMA NIVEL DE AGUA
5.13	LAZ	LUZ AZUL (PILOTO ENCENDIDO)
5.14a	LV	LUZ VERDE (QUEMADOR ENCENDIDO)
5.14b	LR	LUZ ROJA (FALLA FLAMA)
5.14c	LA	LUZ AMBAR (BAJO NIVEL DE AGUA)
5.14d	TIGN	TRANSFORMADOR DE IGNICION
5.15	IP	INTERRUPTOR DE PURGA
5.16	ITF	INTERRUPTOR TIRO FORZADO
5.17	VSGP	VALVULA SOLENOIDE CORTE GAS PILOTO
5.18	VSVP	VALVULA SOLENOIDE VENTEO PILOTO
5.19	IAM	INTERRUPTOR AIRE MINIMO
5.20	IFMP	INTERRUPTOR FUEGO MINIMO PETROLEO
5.21	IBPP	INTERRUPTOR BAJA PRESION PETROLEO
5.22	VSCP	VALVULA SOLENOIDE CORTE PETROLEO
5.23	VSRP	VALVULA SOLENOIDE RECIRCULACION PETROLEO
5.24	IABP	INTERRUPTOR ARRANCADOR BOMBA PETROLEO
5.25	ICPC	INTERRUPTOR CALENTADOR ELECTRICO PETROLEO
5.26	IBTP	INTERRUPTOR BAJA TEMPERATURA PETROLEO
5.27	IDVA	INTERRUPTOR DIFERENCIAL VAPOR ATOMIZACION
5.28	BAM	BOTON ATOMIZACION MECANICA
5.29	RAVA	RELEVADOR AUXILIAR VAPOR ATOMIZACION
5.30	VSCVA	VALVULA SOLENOIDE CORTE VAPOR ATOMIZACION
*	IAANA	INTERRUPTOR ALARMA ALTO NIVEL AGUA
*	IABNA	INTERRUPTOR ALARMA BAJO NIVEL AGUA
*	IBNA	INTERRUPTOR BAJO NIVEL AGUA
5.31	IEPV	INTERRUPTOR EXCESO PRESION VAPOR

DIAGRAMA UNIFILAR



UNAM ENEP ARAGON  
 INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
 DIAGRAMA UNIFILAR DE CONTROL  
 AUTOMATICO CALDERA  
 TESIS PROFESIONAL  
 Dibujo No. 04 Rosalino Cuevas Román Fecha Esc  
 Arturo Márquez F. 1985 s/n

## CAPITULO IV

### 4.- MANUAL DE MANTENIMIENTO.

#### 4.1 TEORIA DEL MANTENIMIENTO.

Para lograr la conservación de muebles, inmuebles y equipos es necesario desarrollar acciones de mantenimiento en sus sistemas correctivos, preventivos y predictivo.

Cuando empezaron a funcionar las imperfectas máquinas primitivas, los técnicos las tenían funcionando pero no dedicaban tiempo para un mantenimiento metódico.

Después de la segunda guerra mundial hubo pocos cambios en la actitud general hacia el mantenimiento, salvo en la industria del transporte, que se vió obligada a programar las reparaciones de sus unidades motorizadas. Las reparaciones programadas son únicamente una pequeña parte de las numerosas mejoras que pueden conseguirse en el campo del mantenimiento.

La actitud de permitir que las instalaciones y equipos continuaran funcionando, sin prestarles atención hasta que una avería originada la disminución o suspensión del servicio, tenía su origen en las siguientes causas:

Indiferencia o rechazo de las técnicas de programación y demanda excesiva, temporal o permanente de la capacidad de sus equipos.

#### 4.2 DEFINICION DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO.

Primero definiremos que la conservación es la preservación de las cualidades de los muebles, e inmuebles y equipos en su operación y función para lo que fueron diseñados.

Ahora mantenimiento es el conjunto de actividades por las que se procura conservar el estado físico -

de muebles, e inmuebles y equipos para su correcta operación.

El objetivo de los servicios de conservación es man tener en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, confiable y económico, el patrimonio de la industria o institución para el otorgamiento oportuno de sus servicios.

#### 4.3 OBJETIVO DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El objetivo principal de este manual es proporcionar los conocimientos elementales sobre la metodología de implantación del mantenimiento, basados en las experiencias personales, para propiciar el mejor aprovechamiento de los recursos y coadyuvar al cumplimiento eficiente de las acciones de conservación.

Además ser el medio de orientación e integración del personal normativo y operativo de conservación, para asegurar la uniformidad y continuidad en el desarrollo cotidiano de las acciones de mantenimiento controlado.

El análisis de los múltiples problemas que se han presentado al personal de conservación en las Instituciones e Industrias, ha determinado la aplicación del mantenimiento clasificado en tres sistemas, que son los siguientes:

MANTENIMIENTO CORRECTIVO  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
MANTENIMIENTO PREDICTIVO

#### 4.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo es el sistema que emplearon las Industrias e Instituciones cuando desconocían los beneficios de una programación de los trabajos de mantenimiento, y consiste en corregir las fallas cuando se presentan, ya sea por síntomas claros y avanzados o por paro total.

Hubo instituciones e industrias en las que se tenía

como costumbre permitir que sus inmuebles, equipos, herramientas, etc., se utilizaran o funcionaran has ta que sufrieran una avería que justificará el gas to económico de la reparación.

El empleo único del mantenimiento correctivo origina cargas de trabajo incontrolables, que causan actividad intensa y lapsos sin trabajo, cuando las ne cesidades son imperiosas obligan al pago de horas - extras, no se controla la productividad, se inte rrumpe el servicio o la producción; hay necesidad - de comprar todos los materiales en un momento dado, etc. En resumen, son las consecuencias lógicas que se presentan cuando se sufre un accidente inesperado.

Esta forma de aplicar mantenimiento dificulta el -- diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se ignora si fallo por mal trato, por - abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proce der a la reparación, por desgaste natural, etc.

Son muchos los aspectos negativos que trae consigo este sistema y solo debe aplicarse como emergencia.

#### 4.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

En 1930 se mostraron los primeros inicios de este sistema de mantenimiento, su característica principal es la de detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

Para aplicar el mantenimiento preventivo se requiere un alto grado de conocimientos y organización -- eficiente. Una buena organización de conservación, que aplique el mantenimiento preventivo, logra expe riencia en determinar la causa de fallas repetitivas o el tiempo de operación segura de algunos componentes, o bien llega a conocer puntos débiles de instalaciones, equipos, máquinas, etc.

Estas posibilidades son las que han contribuido, en grado mayor al desarrollo del mantenimiento preven-

tivo y el impacto inicial refleja una elevación de los costos; por eso es importante la desición de como y donde empezar, pero primordialmente debemos de convencernos del valor del nuevo sistema.

Es necesario distinguir, desde el principio, los beneficios o ventajas que pueden alcanzarse directamente por este sistema, contra lo que arroja en comparación con otras técnicas o procedimientos. El -no hacer esta distinción ha generado apreciaciones-injustas en contra del procedimiento y ha causado -una confusión considerable en el uso del término --"preventivo".

Los resultados directos que se pueden prever son -- los siguientes:

Los trabajos estan señalados en la fecha debida. Da tiempo para programar y preparar las reparaciones.

Da como resultado un funcionamiento eficiente y seguro.

Aumenta la productividad.

Estimula la moral de los trabajadores.

A continuación analizaremos las ventajas del mantenimiento preventivo las cuales son:

CONFIABILIDAD

DISMINUCION DEL TIEMPO FUERA DE SERVICIO

PROLONGACION DE LA VIDA UTIL

MENOR COSTO DE REPARACION

FACTIBILIDAD DE CALCULAR STOCKS

UNIFORMIDAD EN LA CARGA DE TRABAJO

#### 4.6 CONFIABILIDAD

Las unidades de servicio sujetas a mantenimiento -- operan en mejores condiciones de seguridad, puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento; esto es importante en una institución o industria por los servicios que presta.

#### 4.7 DISMINUCION DEL TIEMPO FUERA DE SERVICIO.

El tiempo que los equipos e instalaciones permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica el mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente al mantenimiento correctivo.

#### 4.8 PROLONGACION DE LA VIDA UTIL.

Los equipos e instalaciones sujetos a mantenimiento preventivo tendrán una vida útil sensiblemente mayor que la que tendrían sólo con mantenimiento correctivo.

#### 4.9 MENOR COSTO DE REPARACION.

Se puede reducir el costo de reparación de los equipos cambiando el sistema de mantenimiento correctivo al mantenimiento preventivo.

#### 4.10 FACTIBILIDAD DE CALCULAR STOCKS.

Es posible reducir la inversión en los productos o refacciones almacenados empleando el sistema de mantenimiento preventivo.

Puesto que se determinarán en forma más precisa los materiales de mayor o menor consumo.

#### 4.11 UNIFORMIDAD EN LA CARGA DE TRABAJO.

La distribución de la carga de trabajo para el personal de conservación en un sistema de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo y en consecuencia con la misma cantidad de personal (horas/hombre) se pueden atender mayor número de servicios.

#### 4.12 RUTINAS.

Dentro del mantenimiento preventivo esta incluida una parte importante que es el sistema de rutinas de la cual una parte de los objetivos fijados es el tecnificar los trabajos desarrollados por el personal.

Los ingenieros de conservación podrán implantar el sistema de rutinas utilizando sus propios recursos. Así que como se mencionó anteriormente el objetivo, es mantener en condiciones de funcionamiento las -- instalaciones, reducir los costos de implantación, - operación y control del sistema.

Hasta la fecha se han manejado diferentes criterios que han tratado de definir lo que ha dado en llamar se rutina de mantenimiento. Toda esta información-- tiende a identificar a la rutina como un trabajo de mantenimiento que se repite y sujeta a una periodicidad determinada. Por lo tanto tratando de unifor-- mizar al máximo los términos y actividades cotidianas, se ha definido como rutina:

"Todo aquel trabajo que se efectua con cierta perio-- dicidad y que forma parte de un sistema integral -- que se denomina sistema rutinizado".

#### 4.13 SISTEMA RUTINIZADO.

Ya lo definimos como un conjunto de actividades re-- peticivas de mantenimiento preventivo, tendientes a conservar en óptimas condiciones las instalaciones y equipos, contando para ello con estándares de - - tiempo, que permitan una programación y distribu-- ción de las cargas de trabajo, así como la evalua-- ción de los métodos, procedimientos y resultados.

#### 4.14 BENEFICIOS QUE PODRAN LOGRARSE CON LA IMPLANTACION-- DE UN SISTEMA RUTINIZADO.

- a) Se logra una disminución en los reportes de fa-- llas.
- b) Se mejora el control de refacciones y materiales.
- c) Se mejora la distribución de cargas de trabajo.
- d) Se mejora la calidad de los trabajos.
- e) Mejora la productividad del personal.
- f) Se logra un equilibrio entre un buen mantenimien-- to a costo mínimo.
- g) Se logra pleno conocimiento de las instalaciones en cuanto a cantidades y características.
- h) Se cuenta con un procedimiento bien definido pa--

ra las actividades a realizar.

- i) Se cuenta con estándares de tiempo, para evaluar las rutinas.
- j) Se cuenta con una programación bien definida.
- k) Se tiene pleno conocimiento de las herramientas por utilizarse.
- l) Se tienen establecidos los criterios para efectuar las evaluaciones del sistema.

Una vez que se ha concluido la estructuración del sistema lo que equivale a tener completas y actualizadas sus etapas de planeación y organización, es posible llevar a cabo lo más importante: su OPERACION.

La operación del sistema se ha dividido en tres etapas que son la Dirección, Ejecución y Control.

Es responsabilidad del ingeniero de conservación, orientar y ordenar a los técnicos para que realicen las actividades propias de mantenimiento encaminadas hacia los objetivos de conservación.

Las acciones de mantenimiento las realizan los técnicos, apegándose a las instrucciones y procedimientos descritos, para lo cual deberán estar capacitados y tener pleno conocimiento de los equipos a los que habrán de revisar.

Para tener permanente retroinformación al sistema, en el departamento de Conservación debe establecerse su control mediante la detección y análisis de los resultados obtenidos para evaluar los logros y tomar decisiones tendientes a corregir las desviaciones encontradas y optimizar las actividades de conservación.

#### 4.15 EJECUCION DE LAS REVISIONES.

El día establecido para la revisión, se entrega a cada técnico de conservación su orden de servicio acompañada de unas hojas de revisión de los equipos que atenderá en parte de su jornada.

El técnico de conservación verificará el nombre, número económico y localización de los equipos, registra en el reloj fechador la hora de inicio y prepara la herramienta, materiales y refacciones necesarias para dirigirse al área donde revisará el equipo.

Cuando los equipos están localizados en una área -- ajena a la operación directa de conservación, el -- técnico al iniciar la revisión debe tomar las precauciones siguientes: solicitar permiso al Jefe del servicio y/o al operador del equipo, verificar que esté funcionando y desconectar el equipo para revisarlo.

Al ejecutar la revisión el técnico debe anotar sus observaciones y las incidencias del equipo en una hoja de revisión.

Si al iniciar la revisión, el equipo estaba funcionando, al terminar, el técnico de conservación conectará el equipo y solicitará al operario que pruebe el funcionamiento correcto.

#### 4.16 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El mantenimiento predictivo se basa fundamentalmente en predecir una falla, utilizando para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Uno de los aspectos de mantenimiento predictivo, es la obtención de la información más completa que se pueda usar para tomar decisiones, como son el conocimiento y experiencia en mantenimiento de los técnicos encargados de su conservación. Además, permite el afinamiento de las técnicas usadas en el mantenimiento preventivo.

Por ejemplo: En el caso de un transmisor de calor, las pruebas comunes en mantenimiento preventivo suelen ser de tipo hidrostático, sin embargo, este sistema de pruebas no indica si los tubos del transmisor de calor ha perdido metal y por lo tanto, están potencialmente en peligro de fallar en el siguiente

periodo de operación.

El mantenimiento predictivo define con exactitud el espesor de la pared de los tubos y llega aún más lejos, ya que indica si están propensos a una falla - por cristalización o fragilización cáustica.

Un ejemplo del enorme desarrollo del mantenimiento-predictivo es que entre 1960 y 1964 surgieron más - de 124 instrumentos y sistemas de diagnóstico básicamente nuevos. Esto significa que se han acabado- los problemas siguientes:

Sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo - para estar del todo seguro.

Estimar qué tiempo les queda de vida a los baleros, al aislamiento, a los recipientes, a los tanques, a los motores, etc.

Preguntarse si un operario estará realmente siguiendo las instrucciones de operación.

Suspender el servicio fuera de programa, por fallas imprevistas.

#### 4.17 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Ahora bien, antes de empezar cualquier programa de mantenimiento, es necesario asegurarse de que la industria o institución esta en condiciones de aprovechar al máximo sus ventajas, tomando en cuenta, sobre todo el costo que representará un paro inesperado en el servicio.

Otro factor importante para determinar las conveniencias de aplicar el mantenimiento programado, es el estado de conservación del equipo, pues es evidente que resultaria un desperdicio de tiempo y dinero el aplicar las técnicas más modernas a equipos que deberían haber tenido una reparación general hace mucho tiempo.

Lo más razonable es que los problemas de conserva--

ción se planteen con una reorganización, sustituyendo prácticas rutinarias e inconexas por un programa con carácter preventivo, correctivo y predictivo.

En este caso, de un modo aproximado y teniendo en cuenta las infinitas variedades que puede ofrecer - cada oficina de Ingeniería de Conservación en particular, pueden seguirse las sucesivas fases del plan que se expresa a continuación.

#### 4.18 FASES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Placa de características, diagramas, especialidades, Manuales de Instalación y Conservación y partes de recambio, expedientes de compra.

#### INFORMACION

Ficha individual de cada equipo.

Exclusión del - mantenimiento - correctivo mayor

#### ANALISIS DEL TRABAJO

Listas de trabajos en máquinas, e instalaciones.

Ficha de trabajo realizado.

#### CICLOS DE INSPECCION

Ficha de inspección.

Ejecución

Incidencias

Reparación

Orden de Trabajo

Pedido de Reparaciones.

#### SIMPLIFICACION Y CRITICA

Lista del equipo básico.

#### PROGRAMACION

Del cuadro se deduce que para poner en práctica esta reorganización es preciso:

Recopilar toda la información posible sobre máquinas, equipo e instalaciones que vamos a proteger.

Un examen periódico de fichas que nos indicará las partes del equipo que deben incluirse en el plan.

Establecer ciclos de vigilancia y habitar los registros de inspección de trabajos realizados en conceptos de conservación, reparación y cambio.

Establecer un programa de capacitación con teoría y adiestramiento al personal de conservación, apoyado en las necesidades reales de atención a equipos e instalaciones, justificadas por las recomendaciones de los fabricantes.

Modificar radicalmente, mediante estudios estadísticos, las actividades propias para el personal de conservación de acuerdo a su contrato colectivo de trabajo.

Un examen crítico para poner en evidencia los elementos que requieren mayor protección (mantenimiento predictivo).

Establecer el programa final de conservación a base de costos mínimos, para lo cual las visitas de los supervisores deben tener la frecuencia estrictamente necesaria y la máxima eficacia.

#### 4.19 SISTEMA DE MANTENIMIENTO POR MEDIO DE KARDEX.

El sistema de mantenimiento preventivo implantado por medio de Kardex, se utiliza para controlar actividades periódicas y programadas de mantenimiento preventivo a los equipos que por su costo, importancia y funcionalidad en toda unidad de servicios institucionales, se justifique llevar un registro detallado de su conservación.

Se estableció el sistema de mantenimiento preventi-

vo, norma llevada a cabo por la industria moderna, - a fin de no interrumpir los servicios, hacer que -- los inmuebles, instalaciones y equipos duren más -- tiempo, y que las reparaciones sean menos costosas.

Disminuir el desgaste a través de acciones preventivas, substituir la pieza antes de que ocurra la falla que inutiliza todo el equipo, es a grandes rasgos, como cuidar las instalaciones y los equipos. - Por lo tanto se requiere que el sistema de mantenimiento preventivo observe rigurosamente todas aquellas acciones que reducen al mínimo el desgaste y - la destrucción por lo que es necesario:

Hacer una lista de todo el equipo en varias clasificaciones mayores: equipos eléctricos, mecánicos, -- electromecánicos y electrónicos.

Elaborar un programa de inspecciones periódicas y - de atención para cada equipo o instalación, tomando en cuenta los catálogos de los fabricantes y las ex- periencias obtenidas. Mantener un archivo completo que permita controlar que las acciones se realicen de acuerdo con el programa, dando informes sobre el estado de instalaciones y equipos, su ubicación y - fechas en que han sido revisados, así como la atención que se les ha dado.

Podemos concluir que, de acuerdo a los fundamentos de planeación y organización, la determinación de - los recursos necesarios y suficientes para alcanzar el objetivo de conservación, deben estar contemplados en las plantillas de personal, suministro de mobiliario y papelería, adquisición de manuales técnicos, instrumentos de medición, materiales y refacciones.

La correcta planeación de un programa anual de operaciones se debe calcular basandose en las características, cantidad, importancia y costos de los - equipos e instalaciones sujetas a mantenimiento.

#### 4.20 VERIFICACION DE RECURSOS NECESARIOS.

Para la ejecución oportuna y eficiente de las revisiones de los equipos, es primordial verificar que se cuente con lo siguiente:

Mueble Kardex, con tarjetas y señalización completas y actualizadas para cada uno de los equipos.

Hojas de revisión correctamente elaboradas y con datos exactos de cada equipo, acomodadas en las carpetas semanales que le correspondan según la programación.

Programación semanal para el año en curso, a la vista en el cuadro de distribución de cargas de trabajo generadas por Kardex.

Ordenes de servicio con el frente debidamente requerido y formuladas anticipadamente.

Personal operativo suficiente y capacitado para desarrollar confiablemente las actividades de mantenimiento que se requieran.

Herramientas, materiales y refacciones propias para las acciones de mantenimiento.

Fondos suficientes para sufragar los gastos generados por las acciones de conservación y que deben estar contemplados en un programa anual de operación.

#### 4.21 INSTRUCCIONES DE ESTRUCTURACION DEL SISTEMA.

Con el propósito de iniciar la implantación del sistema de mantenimiento preventivo, en las etapas de planeación y organización, se hace necesario determinar donde, a que, con que, quienes, como y cuando se aplican los recursos para el cumplimiento del sistema.

La norma establece que sea por medio de un Kardex como se lleve a cabo el control del sistema.

#### 4.22 REQUERIMIENTOS DE RECURSOS.

Para implantar el mantenimiento preventivo, se requiere contar con los recursos necesarios como son:

Recursos Humanos  
Recursos Materiales  
Recursos Tecnológicos  
Recursos Financieros

#### 4.23 DESCRIPCION DE FORMATOS.

Para determinar las acciones de conservación que se requieren aplicar a cada equipo en particular, se deben de tener formatos para captar la información necesaria y suficiente que permitan integrar el archivo completo del cual se auxiliará para estructurar ordenadamente el sistema de mantenimiento.

- Hojas para levantamiento de inventario.
- Tarjetas para registro de inventario.
- Tarjetas para registro de la programación.
- Tarjetas para registro de reparaciones.
- Hojas de revisión a los equipos.

**Hoja de Inventario:** Es utilizada para registrar los datos técnicos del equipo así como su ubicación y características generales.

**Tarjeta de Inventario:** Es utilizada para registrar los datos de localización y características del equipo, en función de su mantenimiento.

**Tarjeta de Programación:** Es utilizada para el control de la frecuencia de revisión y descripción de los procedimientos de mantenimiento.

Esta tarjeta sirve para registrar las semanas en las que se debe ejecutar la revisión del equipo y también

para identificar de las --  
instrucciones y procedi- -  
mientos a seguir en cada -  
punto de revisión.

**Tarjeta de Registro de  
Reparaciones:**

Es utilizada para regis- -  
tro de acciones de manteni-  
miento posteriores a la re-  
visión programada, siempre  
y cuando se hayan utiliza-  
do refacciones.

Esta tarjeta sirve para re-  
gistrar las fallas del - -  
equipo, así como los cos-  
tos de refacciones, mate-  
riales y mano de obra uti-  
lizada.

**Hoja de Revisión:** Es utilizada para registrar las -  
indicaciones detectadas durante -  
las revisiones del equipo.

Esta hoja sirve como guía de ins-  
trucciones y de procedimientos a-  
los técnicos de conservación, en-  
las acciones preventivas a ejecu-  
tar, y para reportar el estado --  
que guardan los componentes de --  
los equipos, obteniendo con ello-  
la información que el Ingeniero -  
de Conservación deberá analizar, -  
para toma de decisiones y de re-  
troalimentación al sistema.

**4.24 LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO.**

Para poder realizar el programa de mantenimiento --  
preventivo, es de primordial importancia contar con  
el inventario de equipo.

**Finalidades:** El inventario básicamente cumple las -  
siguientes funciones.











**SECCION CASA DE MAQUINAS**  
**ORDEN DE REVISION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA**

Véanse Instrucciones y procedimientos

Véanse los Manuales y la información técnica del fabricante			
Marca:	Modelo:	Serie:	No.:
Estado:	Ciudad:	Unidad:	Local:
<b>SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio	<input checked="" type="checkbox"/> Se requiere ajuste	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Requiere reparación o reemplazo	<input type="checkbox"/> Defecto corregido
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">↓</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span>Anual</span> <span>Semestral</span> <span>Trimestral</span> <span>Mensual</span> </div>			
<b>C I S T E R N A S</b>			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		04.301	Limpieza interior: Vea que se hizo
		04.302	Válvula de flotador: Vea que funciona correctamente.
<b>FILTROS DE GRAVA Y ARENA</b>			
<input type="checkbox"/>		04.303	Válvulas de intercomunicación: Vea que funciona correctamente.
<input type="checkbox"/>		04.304	Tanques Filtros: Vea que se haya reclasificado la arena.
<b>FILTROS SUAVIZADORES</b>			
<input type="checkbox"/>		04.305	Válvula Múltiple: Vea que funciona correctamente.
	<input type="checkbox"/>	04.306	Medidores de Flujo: Vea que funcionan correctamente.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04.307	Tanque de salmuera: Vea que se haya lavado
<input type="checkbox"/>		04.308	Tanque suavizador: Vea que se haya reclasificado la arena y la grava.
<b>PURIFICADOR DE CARBON ACTIVADO</b>			
<input type="checkbox"/>		04.309	Carbón activado: Compruebe que el agua no tiene ni olor ni sabor.
<input type="checkbox"/>		04.310	Tanque Filtro: Vea que se haya reclasificado la arena y la grava.
<b>DOSIFICADOR DE GAS CLORO</b>			
	<input type="checkbox"/>	04.311	Temperatura ambiente: Compruebe que es de 20° C.
	<input type="checkbox"/>	04.312	Local: Vea que haya buena ventilación.
	<input type="checkbox"/>	04.313	Localización de fugas: Vea que no las haya
	<input type="checkbox"/>	04.314	Conexión a la tubería principal: Compruebe que el "check" se mueve libremente.
	<input type="checkbox"/>	04.315	Limpieza exterior: Vea que esté limpio el dosificador

## Sección Casa de Máquinas

### ORDEN DE REVISIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA GENERADORES DE VAPOR

Véanse Instrucciones y procedimientos

Véanse los Manuales y la Información técnica del fabricante

Marca:	Modelo:	Serie:	No. Ec.:
Estado:	Ciudad:	Unidad:	Semana:

#### SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE

✓ Satisfactorio	X Se requiere ajuste	X X Requiere reparación o reemplazo	○ Defecto corregido
			Revisado sin corregir <input checked="" type="checkbox"/>

ANUAL  
SEMESTRAL  
TRIMESTRAL  
MENSUAL

ANUAL  
SEMESTRAL  
TRIMESTRAL  
MENSUAL

#### CONJUNTO QUEMADOR

- 04.101 Boquillas.- Revise su funcionamiento
- 04.102 Quemador.- Revise su funcionamiento.
- 04.103 Electrodo del Quemador.- Verifique su ajuste.
- 04.104 Aisladores de Electrodo.- Revise el estado de la porcelana.
- 04.105 Cables del Transformador.- Vea su estado y apriete sus conexiones.
- 04.106 Piloto de Gas.- Vea que funcione bien
- 04.107 Quemador de Gas.- Verifique la presión de gas que debe ser de \_\_\_\_\_ mm agua.
- 04.108 Limpieza de Fotocelda.- Limpie la alí al que su conducto y haga la prueba de falla de flama.
- 04.109 Fotocelda.- Cámbiela por una nueva.
- 04.110 Combustión.- Por medio de un Orsat analice que los gases de combustión sean: % de CO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ % de O<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ Opacidad de \_\_\_\_\_ Temperatura máxima gases chimenea \_\_\_\_\_

#### CONTROL DE NIVEL

- 04.111 Cristal de Nivel.-Corrija cualquier fuga
- 04.112 Niveles de Operación.- Compruebe los niveles de operación.
- 04.113 Grifo de Cristal.- Abra lo durante 3 segundos dos veces.
- 04.114 Electrodo.- Vea que estén limpios.
- 04.115 Diafragma del Flotador.-Revise su estado, así como el flotador.
- 04.116 Columna de Nivel.-Verifique su limpieza interior.

#### BOMBA DE INYECCION DE AGUA No. \_\_\_\_\_

- 04.117 Temperatura de Cojinetes.-Verifíquela con la mano.
- 04.118 Lubricación de Cojinetes.- Vea si se cambió la grasa.
- 04.118A Cojinetes.-Con la bomba desarmada vea si se cambiaron.

- 04.119 Prensaestopa.-Vea que se hayan cambiado todos los empaques.
- 04.120 Flecha o el manguito.-Vea si no están rayados
- 04.121 Alineación.-Compruebe su alineación con el motor.
- 04.122 Impulsor.- Con la bomba desarmada vea que no está rayado o incrustado.
- 04.123 Cuerpo de la Bomba.- Con la bomba desarmada vea que no está incrustado.

#### CUERPO DE LA CALDERA

- 04.124 Limpieza por el lado de agua.
- 04.125 Conexiones y Tuberías.-Verifique su limpieza interior.
- 04.126 Fugas en los Fluxes.-Vea que no existan.
- 04.127 Limpieza de Fluxes.- Deshollínelos
- 04.128 Material Refractario.- Revise su estado.
- 04.129 Birlos y Tuercas.- Retresque las cuerdas.
- 04.130 Empaques.- Revise su estado.
- 04.131 Fugas en general: Vea que no las haya.
- 04.132 Tapón Fusible.- Cámbiase

#### SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- 04.133 Fugas en Tuberías.-Verifique que no existan
- 04.134 Filtro de la Tubería.-Vea que la presión del manómetro sea de \_\_\_\_\_ Kgs./cm<sup>2</sup>
- 04.135 Filtro de la Bomba.-Vea que lo hayan limpiado
- 04.136 Banda de Transmisión.- Verifique su estado y su tensión.
- 04.137 Alineación de la Bomba.- Verifíquela y revise su anclaje.
- 04.138 Válvulas de Solenoide.-Vea que al apagarse el quemador corte súbitamente la flama y que al arrancar no saiga humo negro por la chimenea.
- 04.139 Bomba de Combustible.- Desarmela, revíela y arégla.

**SECCION CASA DE MAQUINAS  
ORDEN DE REVISION DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO SISTEMAS DE AGUA CALIENTE**

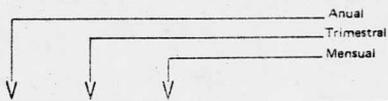
Véanse Instrucciones y Procedimientos

Véanse los manuales y la Información Técnica del Fabricante

Marca:	Modelo:	Serie:	No.:
Estado:	Ciudad:	Unidad:	Local:

**SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE**

✓ Satisfactorio	X Se requiere ajuste	XX Requiere reparación o reemplazo.	○ Defecto corregido
-----------------	----------------------	-------------------------------------	---------------------



**TANQUE**

<input type="checkbox"/>	04.251	Limpeza exterior: Vea que la hayan hecho.
<input type="checkbox"/>	04.252	Válvula de purga: Abrala hasta que saiga el agua limpia.
<input type="checkbox"/>	04.253	Eliminador de aire: Vea que se haya revisado.
<input type="checkbox"/>	04.254	Válvula de seguridad: Opérela manualmente.
<input type="checkbox"/>	04.255	Termómetro: Compárelo con un patrón.
<input type="checkbox"/>	04.256	Acuastato: Gire el tornillo de ajuste para que compruebe el funcionamiento.
<input type="checkbox"/>	04.257	Limpeza interior: Vea que se haya hecho.
<input type="checkbox"/>	04.258	Intercambiador: Vea que se desincrustó.
<input type="checkbox"/>	04.259	Pintura: Vea que se pintó.
<input type="checkbox"/>	04.260	Cimiento: Revise su estado.

**INTERCAMBIADOR DE CALOR**

<input type="checkbox"/>	04.261	Filtro válvula control: Púrguelo.
<input type="checkbox"/>	04.262	Filtro trampa vapor: Púrguelo.
<input type="checkbox"/>	04.263	Válvula de control: Corrija cualquier fuga.
<input type="checkbox"/>	04.264	Trampa para vapor: Vea que hayan revisado los asentos.
<input type="checkbox"/>	04.265	Tubería de cobre de la válvula de control: Desmóntelas y sopíeteelas.
<input type="checkbox"/>	04.266	Conjunto Válvula de control: Vea que la haya revisado y ajustado un especialista.

**CALENTADOR DE GAS**

<input type="checkbox"/>	04.267	Piloto: Vea que lo hayan limpiado.
<input type="checkbox"/>	04.268	Fugas de gas: Corrija cualquiera.
<input type="checkbox"/>	04.269	Fugas de vapor o de agua: Corrija cualquiera.
<input type="checkbox"/>	04.270	Presión del gas: Vea que sea la correcta.
<input type="checkbox"/>	04.271	Intercambiador: Vea que lo hayan limpiado.
<input type="checkbox"/>	04.272	Reparación: Vea que se haya reparado.

**SECCION CASA DE MAQUINAS  
ORDEN DE REVISION DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA BOMBAS CENTRIFUGAS**

Véanse Instrucciones y Procedimientos

Véanse los manuales y la Información Técnica del Fabricante

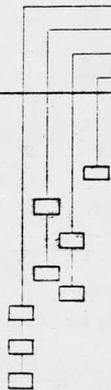
Marca:	Modelo:	Serie:	No. Ec.:
Estado:	Ciudad:	Unidad:	Semana:

**SIMBOLOS QUE DEBERAN USARSE**

✓ Satisfactorio	X Se requiere ajuste	XX Requiere reparación o reemplazo	○ Defecto corregido	☑ Revisado sin corregir
-----------------	----------------------	------------------------------------	---------------------	-------------------------

**HORAS DE SERVICIO**

- ANUAL
- SEMESTRAL
- TRIMESTRAL
- MENSUAL



- 04.351 Temperatura de Cojinetes: Con la mano compruebe la temperatura.
- 04.352 Lubricación de Cojinetes: Vea que se haya cambiado el lubricante.
- 04.353 Pransastopa: Vea que se hayan cambiado todos los ampaques.
- 04.354 Flecha: Vea que esté en buen estado.
- 04.355 Alineación: Vea que esté correcta.
- 04.356 Impulsor: Con la bomba desarmada vea el estado físico.
- 04.357 Caja o Cuerpo: Con la bomba desarmada vea el estado físico.
- 04.358 Válvulas: Vea que se haya arreglado.

**OBSERVACIONES**


FORMA 04 - 350

Nombre del Revisor: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Conocer a cuantos equipos hay que dar mantenimiento. Estar en condiciones de pedir a los distribuidores del equipo y/o a los fabricantes, los catálogos de partes, manuales de operación y de mantenimiento, - planos de instalación y demás información que suministrarán.

Servir como fuente de información para registrar -- los datos de la hoja de inventario a las tarjetas - que servirán de referencia en las cuales se hará la programación y control de ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo.

Análisis: Una vez levantado el inventario deberá hacerse el análisis del mismo, es decir considerar -- qué equipo o conjunto podemos reparar con los recursos y herramientas de que dispone.

Lineamientos: El ingeniero de conservación es el -- responsable del levantamiento de inventario, pues - este se hará una sola vez.

Marcar físicamente los equipos inventariados de - -- acuerdo a la especialidad y codificación correspon--diente.

#### CODIFICACION

SECCION	ESPECIALIDAD	HOJAS DE COLOR
01	Obra Civil	Verde
02	Equipo Médico	Amarillo
03	Equipo Eléctrico	Blanco
04	Equipo de Casa de <u>Má</u> quinas	Azul
05	Equipo de Aire Acon--dicionado, Refrigera--ción y Gases.	Rosa
06	Equipo de Lavanderia	Anaranjado
07	Equipo de Cocina	Anaranjado
08	Equipo de Tratamien--to de Agua	Azul
09	Equipo de Intercomu--nicación y Sonido	Blanco

#### 4.25 PROGRAMACION Y DISTRIBUCION DE CARGAS DE TRABAJO.

La frecuencia de revisión a los equipos que componen las diferentes especialidades del Kardex, se dividen básicamente en dos grupos.

- Los de frecuencia única (especialidades 02 y 09) - con revisión trimestral.
- Los de frecuencia diversa (especialidades 03, 04-05, 06, 07 y 08) con revisiones mensuales, trimestrales, semestrales, anuales y bianuales.

La distribución de carga de trabajo debe estar calculada de tal forma que las revisiones a los equipos se ejecuten uniformemente en el periodo de tiempo disponible entre una fecha de revisión y la siguiente, respetando la frecuencia.

#### 4.26 CALCULO DE LA PROGRAMACION.

Para calcular el número de equipos a revisar cada semana, se utiliza la siguiente expresión.

$$\frac{T}{s} = N$$

donde:

- T = Total de equipos por cada especialidad.
- s = Equivalente en semanas del periodo reciproco de la frecuencia.
- N = Número de equipos a revisar cada semana.

Con base en la clave de programación, tenemos los valores.

4/ (mensual)	s=4	12 veces al año
5/ (Trimestral)	s=12	4 veces al año
6/ (semestral)	s=24	2 veces al año
7/ (anual)	s=48	1 vez al año

Donde el número de semanas programadas al año es de 48, quedando cuatro semanas de ajuste.

Como ejemplo ilustrativo anexamos las tablas de semanas base para programación de kardex.

DÍA	MES	AÑO	HOJA
			DE

CLAVE INSTRUCTIVO MANUAL O ESTUDIO	CAPITULO	SUSTITUYE	HOJA	CAPITULO

TABLA DE SEMANAS BASE PARA PROGRAMACION DEL KARDEX

		13		26		39		52				
M	1	5	9	14	18	22	27	31	35	40	44	48
	2	6	10	15	19	23	28	32	36	41	45	49
	3	7	11	16	20	24	29	33	37	42	46	50
	4	8	12	17	21	25	30	34	38	43	47	51
T		9		22		35		48				
		10		23		36		49				
		11		24		37		50				
		12		25		38		51				
S		9				35						
		10				36						
		11				37						
		12				38						
A		9										
		10										
		11										
		12										

En la primera tabla de distribución de frecuencia mensual se deja una semana de ajuste a cada 12 semanas, es decir, una semana por trimestre.

En la segunda tabla de distribución de frecuencia trimestral se hace lo mismo para facilitar la coincidencia general de la programación.

A continuación se da un ejemplo para calcular la programación de los equipos.

El cálculo de distribución y programación de la especialidad 02 equipos médicos, cuya frecuencia de revisión es trimestral.

Supongamos que en un Hospital se tienen 600 equipos médicos, si aplicamos el procedimiento de dividir esta cantidad entre el número de semanas del periodo correspondiente a la frecuencia trimestral, que es igual a 12, el resultado obtenido es de 50 equipos médicos a revisar cada semana.

$$\frac{T}{s} = N \text{ o sea } \frac{600}{12} = 50$$

Considerando que cada semana tiene cinco días laborables (D) dividiendo el número de equipos a revisar por semana (N) entre el número de días laborables a la semana, el resultado obtenido es de 10 equipos a revisar diariamente (E).

$$\frac{N}{D} = E \text{ o sea } \frac{50}{5} = 10 \text{ Equipos/día}$$

El número de equipos a revisar en un día, se divide entre el número de técnicos disponibles.

#### 4.27 INSTRUCCIONES DE OPERACION DEL SISTEMA.

Una vez que se ha concluido la estructuración del sistema, lo que equivale a tener completas y actualizadas sus etapas de planeación y organización, es posible llevar a cabo lo mas importante: su operación.

La operación del sistema se ha dividido en tres etapas que son Dirección, Ejecución y Control.

Es responsabilidad del Ingeniero de conservación, orientar y ordenar a los técnicos para que realicen las actividades propias de mantenimiento encaminadas hacia los objetivos de conservación.

Las acciones de mantenimiento básicamente las realizan los técnicos de conservación, apegándose a las instrucciones y procedimientos descritos en las hojas de revisión de los equipos, para lo cual deberán estar capacitados y tener pleno conocimiento de los equipos a los que habrán de revisar.

Para tener permanente retroalimentación al sistema, debe establecerse su control mediante la detección y análisis de los resultados obtenidos para evaluar los logros y tomar decisiones tendientes a corregir las desviaciones encontradas y optimizar las actividades de conservación.

Ejemplo de instrucciones de Mantenimiento Preventivo:

Para ilustrar las instrucciones que se deben seguir en una revisión, tomemos el ejemplo más común en equipos de casa de máquinas, que es el generador de vapor conocido también como caldera.

Como responsabilidad de la Residencia de Conservación se debe mantener en operación eficiente y confiable un generador, previniendo los problemas de mantenimiento correctivo tales como: Fluxes flojos en los espejos o mezclas indeseables de gases calientes por fracturas en el material refractario de las mamparas, (evitando los cambios bruscos de temperatura). Hollinado de fluxes y carbonización por el lado de fuego (cuidando que haya una buena carburación). Incrustaciones, oxidación y corrosión por el lado de agua, (observando y manteniendo los parámetros y recomendaciones que se dan en un tratamiento de agua correcto).

Es importante cuidar estos tres aspectos: Generador siempre caliente, combustible bien carburado y tratamiento de agua correcto.

Paralelamente al cuidado de la operación eficiente y confiable del generador, se requiere que periódicamente se apliquen medidas preventivas para detectar a tiempo pequeñas fallas y corregirlas oportunamente, evitando así mayores complicaciones y a la vez optimizar los servicios.

A continuación, se transcribe un ejemplo de Instrucciones y Procedimientos de Mantenimiento Preventivo para Generadores de Vapor.

- 4. Frecuencia
- 04. Codificación de Equipo
- 101. Número de Equipo

Conjunto del Quemador.

4/04.101 Boquillas.- Desmante la boquilla con cuidado para no dañar el tubo; límpiela cuidadosamente en todas sus partes con solvente, utilizando thinner para la limpieza del orificio. No utilice objetos metálicos, porque puede dañar el orificio; en caso extremo, haga uso de un pedazo de maderita blanda, afilado.

Al armar la boquilla, gire el disco unas cuantas veces dentro de la misma para asegurarse de que ajusta perfectamente; la tuerca o el seguro deben ser apretados firmemente para asegurar una correcta atomización. Cuando se utilice un quemador que tenga varias boquillas tenga cuidado de no cambiarlas de posición, porque pueden ser de diferente capacidad.

4/04.102 Quemador.- Utilice un trapo humedecido con diesel para hacer la limpieza del quemador en todas sus partes: plato difusor, electrodos, soportes, resortes, etc.

- 4/04.103 Electrodo del Quemador.- Cada vez que -- limpie el quemador, verifique que la posi ción de los electrodos sea la que se indi ca en el manual del fabricante.
- 4/04.104 Aisladores de Electrodo.- Revise el esta do de las porcelanas de los electrodos y cámbielas si se encuentran estrelladas.
- 4/04.105 Cables del Transformador.- Revise el esta do de los cables del transformador y compruebe que las terminales hacen un contac to perfecto, tanto en los electrodos como en el transformador mismo.
- 4/04.106 Piloto de Gas.- Mantenga limpios los con ductos de aire en toda su extensión. Periódicamente desarme el mezclador de gas y aire y limpie todos los conductos inter nos.
- 4/04.107 Quemador de Gas.- En los quemadores de -- gas, compruebe que la presión del mismo - sea la que recomienda el fabricante. Va ría de 10 a 25 centímetros de columna de agua.
- 4/04.108 Limpieza de Fococelda.- Limpie la fococel da y el conducto donde se encuentra insta lada.
- 4/04.109 Cambio de Fococelda.- Cámbiela. Comprue be que opera correctamente, inmediatamen te después de que la haya instalado.
- 4/04.110 Combustión.- Verifique que la mezcla de - aire y combustible es la adecuada, obser vando los porcentajes de bióxido de carbo no (CO<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>) y monóxido de car bono (CO) de los gases de combustión. - - Utilice para el efecto un aparato de Or-- sat o una de sus variantes. El porcenta je de oxígeno deberá variar de 1 a 4%; el monóxido de carbono no deberá existir y -

el porcentaje de bióxido de carbono se da en la siguiente tabla:

GRADO	GAS NATURAL	DIESEL	COMBUSTOLEO
Excelente	10.0	12.8	13.8
Bueno	9.0	11.5	13.0
Malo	8.0 ó menos	9.0 ó me nos	12.0 ó menos

#### Control de Nivel

- 4/04.111 Cristal de nivel.- Repare cualquier fuga que se observe en los soportes del cristal de nivel, ya sea de vapor o de agua, apretando las tuercas o cambiando los empaques. Si nota algún adelgazamiento en el cristal, cámbielo por uno nuevo.
- 4/04.112 Niveles de Operación.- Compruebe que los niveles de arranque y paro de la bomba de inyección de agua sean los correctos. El agua en el cristal de nivel deberá estar a las siguientes alturas, tomadas a partir de la tuerca inferior del mismo:

Paro de Bomba	57 mm
Arranque de Bomba	44 mm
Corte por bajo nivel	32 mm

Para comprobar que la protección por bajo nivel de agua es la adecuada, proceda de la siguiente manera: con la caldera funcionando normalmente, desconecte el interruptor del motor de la bomba de inyección, y cerciórese de que el quemador deja de funcionar cuando se tiene en el cristal de nivel una altura de 32 mm. En caso de que el quemador no deje de funcionar a este nivel, desconéctelo antes de que haya bajado tanto que no pueda apreciarse a través del cristal. Repare el desperfecto y no haga funcionar la caldera hasta que tenga la seguridad de que el

control de nivel funcionará correctamente.

Para verificar los niveles de arranque y paro de la bomba, sólo haga funcionar la caldera automática, espere a que arranque la bomba, mida el nivel correspondiente y haga lo mismo cuando la bomba pare.

4/04.113 Grifo del Cristal de Nivel.- Para evitar incrustaciones que ocasionen lecturas de nivel falsas, abra el grifo del cristal de nivel durante 3 segundos y repita la operación después de un minuto.

5/04.114 Electrodo.- Limpie los electrodos para evitar fallas en la operación que pueden ser peligrosas. Ponga especial cuidado en no cambiarlos de posición. Algunas calderas tienen otro electrodo instalado en el cuerpo de la misma, que también deberá limpiarse. Utilice lija "muerta" para ejecutar esta operación.

5/04.115 Diafragma del flotador.- Revise el estado del mismo y límpielo, teniendo cuidado de no dañarlo. Haga lo mismo con el flotador.

5/04.116 Columna de nivel.- Limpie el interior de ésta, así como todos sus accesorios, hasta que desaparezca la incrustación.

Bomba de Inyección de Agua.

4/04.117 Temperatura de Cojinetes.- Compruebe con la mano que la temperatura de la caja de cojinetes es normal, y si no lo es, antes de hacer otra cosa disminuya la cantidad de grasa que inyecta a los baleros.- Si aún así persiste el sobrecalentamiento, investigue la causa.

5/04.118 Lubricación de cojinetes.- Quite la grasa o el aceite usado y lave los receptáculos;

después reponga la grasa o el aceite del mismo tipo del que estaba usando. Si se trata de aceite y tiene duda, use SAE-20 en tiempo frío o SAE-30 en tiempo de calor; si se trata de grasa, use la fibrosa HD No.2 o Multilitio No.2 de Pemex.

- 5/04.119 Prensaestopa.- Reemplace todos los anillos de empaque empleando cordón de asbesto grafitado de la medida que usted necesita. Procure que las "jaulas" (anillos de bronce perforados), si los tiene, queden precisamente frente a la entrada del agua de lubricación del prensaestopa.

Hay casos en que las bombas en lugar de prensaestopa de empaques, tienen sellos mecánicos y estos NO necesitan de ningún ajuste, cuando empiezan a fugarse hay que cambiar el sello completo.

- 7/04.120 Flecha.- Normalmente las flechas o ejes de las bombas tienen una protección en la zona donde quedan los anillos del prensaestopa y consisten en unos tubos de bronce, que entran justos en la flecha y se conocen como "manguitos".

Estos manguitos impiden que se raye o desgaste la flecha y por lo tanto cuando el manguito se desgaste hay que reponerlo -- por uno nuevo.

- 7/04.121 Alineación.- Compruebe que la bomba está bien alineada con el motor; para ello utilice un calibrador de "laminas" (laminillas de acero graduado en milésimas de -- pulgada) el cual debe meterse en cruz entre las caras de los medios coples de la bomba y del motor, de tal manera que el mismo número de laminas entren justas en los cuatro puntos de la cruz. Si esto no sucede hay que aflojar los tornillos que sujetan al motor contra la base y moverla

hasta que las lainas entren como se explicó arriba. Si la transmisión es por bandas alínee por medio de éstas.

- 7/04.122 Impulsor.- Quite la tapa de la bomba para que revise el estado del impulsor y de -- los anillos de cierre o de desgaste, quese unos anillos de bronce montados en la caja o cuerpo de la bomba y que protegen al impulsor. Si están gastados, cámbelos.
- 7/04.123 Caja o Cuerpo.- Desincrustela y límpielo. Sopletee el tubo del agua de lubricación.
- Cuerpo de la Caldera.
- 5/04.124 Limpieza por el lado de agua.- Deje que la caldera se enfríe por completo; vaciela, - quite todas las tapas de las tortugas, inspecciónela por el lado de agua y lávala -- con agua a presión. Si hay incrustaciones y no son eliminadas totalmente con el lavado a presión, informe de este hecho al Ingeniero de Conservación.
- 5/04.125 Conexiones y Tuberías.- Quite todos los tapones de las cruces de la tuberías y limpie el interior de las mismas, así como de las que comunican a los controles de presión, de nivel, al manómetro, etc., teniendo cuidado de no dañar estos controles.
- 5/04.126 Fugas en Fluxes.- Si se observan fugas en los fluxes, será necesario rolarlos y una vez que la caldera esté en condiciones de funcionar, se le deberá hacer una prueba - hidrostática para asegurarse de que las fugas han sido eliminadas por completo.
- 5/04.127 Limpieza de Fluxes.- Inspeccione los tubos por el lado de fuego; si están sucios, haga la limpieza de los mismos utilizando -- los escobillones y cepillos especiales que

hay para ejecutar esta operación.

La periodicidad en la limpieza de los flujos será determinada por las condiciones de operación del quemador. Una regla - - práctica, que indicará si es necesario -- limpiarlos, en un momento dado, consiste en observar la temperatura de los gases de combustión en la chimenea de la caldera, y si es 80°C. más alta que la temperatura del agua en el interior de la caldera, esto será un indicio de que los tubos necesitan limpieza. Por ejemplo: una caldera cuya presión de trabajo es de - - - 100 lbs/pulg<sup>2</sup>, necesitará limpiarse cuando la temperatura de los gases de combustión sea mayor de 250°C., para una caldera con presión de trabajo de 15 lbs/pulg<sup>2</sup> la temperatura máxima permita de los gases de combustión es de 180°C.

- 5/04.128 Material refractario.- Revise el material refractario de las tapas y del hogar y si se observan grietas, repárelas utilizando cemento refractario. En algunas secciones de las puertas, será necesario utilizar algún aislante plástico.
- 5/04.129 Birlos y Pernos.- "Refresque" las cuerdas de los birlos de las tortugas y de los -- pernos de las tapas y aplique grafito con aceite para evitar que lleguen a pegarse.
- 5/04.130 Empaque.- Cierre los registros de las tortugas y las tapas de la caldera y en todo caso cambie los empaques por nuevos.
- 5/04.131 Fugas.- No permita que haya fugas de agua, vapor o gases de combustión en el cuerpo de la caldera.
- 7/04.132 Tapón Fusible.- En las calderas de tubos de humo cambie el tapón fusible del agua.

#### Sistema de Combustible.

- 4/04.133 Fugas en Tuberías.- Corrija de inmediato cualquier fuga que se observe en la tubería de combustible, apretando conexiones o cambiando tubos o empaques según el caso.
- 4/04.134 Filtro de la Tubería.- Si es metálico, -- limpie el filtro de la tubería de combustible utilizando gasolina.
- 4/04.135 Filtro de la Bomba.- Limpie el filtro de la bomba de combustible que es parte integrante de la misma.
- 4/04.136 Banda de Transmisión.- Revise la tensión de la banda de la bomba de combustible -- así como su estado físico, de ser necesario, reemplácela.
- 4/04.137 Alineación de la Bomba.- Revise los pernos o tornillos de anclaje de la bomba de combustible y la alineación de la polea motriz con la polea de la bomba.
- 4/04.138 Válvulas de Solenoide.- La operación de las válvulas de solenoide debe revisarse visualmente, observando el quemador cuando éste se apague. El fuego deberá "cortarse" súbitamente y en el momento preciso. Si no es así, puede deberse a que la válvula esté fallando o esté gastada en su asiento y permita el paso de combustible. En este caso, deberá repararse o -- cambiarse por una nueva para evitar problemas más serios.
- 7/04.139 Bomba de combustible.- Se recomienda desarmar esta bomba cada año para revisar todas sus partes: engranes, flecha, chumaceras, etc; y reemplazar las que estén defectuosas. Recuerde que la presión del combustible deberá ser de 95 a 120 lbs/ -

pulg<sup>2</sup> (6.7 a 8.4 Kgs/cm<sup>2</sup>) para un funcionamiento adecuado del quemador (consulte el manual del fabricante).

Es muy importante la instalación de un -- manómetro que indique la presión del combustible, ya que si se notan variaciones, ésto indicará que hay fugas en la tubería de succión, que los filtros se encuentran obstruidos parcialmente o que los engranes están desgastados.

#### Sistema de Aire.

- 4/04.140 Malla del Ventilador.- Limpie la malla del ventilador de entrada de aire, o la compuerta.
- 4/04.141 Alineación del Ventilador.- Verifique que el ventilador esté bien sujeto y compruebe la alineación de las poleas de éste y del motor: y asegúrese de que las flechas sean paralelas.
- 4/04.142 Temperatura de los Baleros.- Revise con frecuencia la temperatura de los baleros del ventilador, colocando la mano sobre la parte donde están instalados. En caso de que no pueda apoyar la mano durante 10 segundos, investigue la causa del calentamiento excesivo y corrija.
- 4/04.143 Lubricación del Ventilador.- Consulte el manual del fabricante.
- 7/04.144 Cambio de Baleros.- Cambie los baleros -- del ventilador cada año de servicio de la caldera.
- 4/04.145 Bandas de Transmisión.- Revise la tensión de las bandas y su estado; de ser necesario, cámbielas por nuevas. Para verificar la tensión, haga presión sobre las -- bandas con un dedo y mida la flexión que

deberá ser de 1" a 1-1/4".

5/04.146 Rotor del Ventilador.- Límpielo regularmente, así como todos los conductores de aire.

4/04.147 Vibraciones.- Corrija cualquier vibración que observe en el ventilador.

Tanque de Condensados.

4/04.148 Tuberías de Ventilación.- Revise que esta tubería no se encuentra obstruida.

4/04.149 Válvula del Flotador.- Revise el estado de la válvula del flotador, límpiela o repárelo en caso necesario.

7/04.150 Limpieza del Tanque.- Revise el interior y en caso necesario vacíelo y lávelo interiormente.

5/04.151 Material Aislante.- Revise el aislamiento del tanque de condensados y de todas las tuberías que lo necesitan y repárelo en caso necesario.

Controles Eléctricos.

4/04.152 Limpieza.- Conserve los eléctricos bien cerrados para evitar la entrada de polvo. Periódicamente limpie todos -- los contactos, utilizando una cartulina -- y haciendo presión con los dedos. Nunca utilice lija o lima.

4/04.153 Programador.- Verifique la secuencia de -- operación del programador, de acuerdo con el instructivo proporcionado por el fabricante.

7/05.154 Bulbos del Programador.- Cambie los bul--bos del control de combustión o programa--dor, en caso de falla.

- 4/04.155 Revisión del Programador.- En caso de falla de este control, avise al Ingeniero - de Conservación.
- 4/04.156 Falla de la Flama.- Revise la protección-por falla de la flama. Con la caldera en funcionamiento normal, saque la fotocelda y cúbrala con la mano, vea que el quemador se apague y que el programador siga - funcionando normalmente.
- Varios.
- 4/04.157 Válvula de Seguridad.- Cuando la caldera-tenga presión, opere manualmente la válvula de seguridad levantando la palanca para que funcione durante tres segundos. -- Esta operación se hace con el objeto de - evitar que el asiento llegue a adherirse- y al mismo tiempo para eliminar el polvo- que se haya acumulado.
- 5/04.158 Manómetros y Termómetros.- Revise la cali-bración de los manómetros y de los termó-metros, desmontándolos y colocando en su-lugar otros patrones y comparando sus lec-turas. En caso de lecturas diferentes, - cámbielos por nuevos.
- 7/04.159 Válvulas en General.- Desarme todas las - válvulas de la instalación, límpielas, em-páquelas, asientalas o cámbielas por nue-vas.
- 4/04.160 Limpieza Exterior de Caldera y Accesorios .- Limpie la caldera, la bomba de inyec-ción, el tanque de condensados, etc., por su parte exterior.
- 5/04.161 Pintura.- Revise el Estado de la pintura-en la caldera, el tanque de condensados,- la bomba de inyección de agua, etc., así-como las tuberías, de acuerdo con el códi-go de colores.

#### 4.28 INSTRUCTIVO PARA UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS PLANTAS DE EMERGENCIA.

##### 4.28.1 Inspecciones Diarias.

Cuando la máquina se encuentra parada:

- a) Efectuar una inspección ocular de la planta, que no haya ningún objeto ajeno sobre la misma y que todo el derredor se mantenga libre de obstáculos que dificulten las maniobras de emergencia.
- b) Purgar sedimentos del tanque de servicio del combustible y revisar niveles, este tanque debe mantenerse lleno.
- c) Revisar nivel del aceite lubricante del carter, cuando haya necesidad de agregar aceite asegúrese que sea de la misma marca y viscosidad del que ya tiene el motor.
- d) Revisar nivel de agua en el radiador. Debe conservarse lleno y su tapón bien colocado.
- e) En los sistemas que tienen precalentador instalado, vea que el termómetro indique la temperatura recomendada. En general esta temperatura es de 50° a 60°C (122° a 140°F) aproximadamente.

##### 4.29 CUANDO SE ARRANQUE LA MAQUINA.

- a) Observar que la presión de aceite sea la correcta. Esta será de 2.0 a 4.0 Kg/cm<sup>2</sup> generalmente.
- b) Observar si hay fugas de aceite, de combustible y de agua en la máquina y localizarlas. Reportarlas de inmediato.

##### 4.30 INSPECCION SEMANAL.

1. Verificar el nivel de combustible del tanque de -

almacenamiento.

2. Revisar el nivel del electrolito de las baterías para arranque, debe estar aproximadamente un centímetro arriba de las placas, y en caso de que le falte debe agregarse únicamente agua destilada.
3. Drene los filtros de combustible en el motor.
4. Comprobar que las terminales de conexión en la batería estén bien sujetas, limpias y de preferencia cubiertas con vaselina blanca asegurando un contacto efectivo y evitar la sulfatación.
5. Revise la carga de la batería. El potencial entre bornes de la batería se puede comprobar con un voltmetro de corriente continua.
6. Al arrancar la planta automáticamente con su programador semanal, siempre debe estar presente el Ingeniero además del operador encargado de la planta para estar familiarizado con el estado que guarda y su funcionamiento en general. La planta debe operar semanalmente con toda la carga de emergencia que tenga conectada y durante 30 minutos.

#### 4.31 INSPECCIONES MENSUALES.

1. Revise el purificador de aire de admisión, si es sumergido en aceite compruebe si el aceite no tiene sedimentos y si está sucio cámbielo. Use el mismo aceite que usa el motor. Si el elemento filtrante es de tipo seco sopleteelo con aire de adentro hacia afuera.
2. Compruebe la densidad del electrolito de las baterías con un densímetro, los valores que se obtienen son:  
1.275 a 1.285 carga completa  
1.215 a 1.225 carga media  
1.150 o menos, descargada

#### 4.32 INSPECCIONES SEMESTRALES.

Tomando en cuenta el trabajo que desempeñan las -- plantas diesel eléctricas en este Instituto en donde difícilmente operan más de 100 horas anuales, se tomará como base que los cambios de aceite deberán hacerse cada seis meses de manera que no pierda el porcentaje de aditivos necesarios para contrarrestar los efectos nocivos del azufre del combustible, por lo tanto:

1. Cambiar el aceite del motor cada seis meses o -- bien confirmar su buen estado mediante pruebas -- de laboratorio, en este caso el cambio se hará -- cuando lo amerite el resultado obtenido en el la boratorio y esto se hará tomando muestras perio-- dicamente (máximo cada mes) del aceite del motor.

En el cambio de aceite se remueve el tapón del -- carter para que salga todo el aceite y se remueven los tapones de drene de los filtros así como deberán ponerse filtros nuevos.

Antes de reponer el aceite lubricante nuevo debe rán lavarse las superficies en contacto con el -- aceite usado y los depósitos interiores. Para -- esta limpieza puede usarse petróleo diáfano, com-- bustible diesel y brocha (no estopa).

2. Revise el estado de la banda y su tensión, así -- como el estado de las mangueras.
3. Lavar los elementos filtrantes del sistema de -- combustible y en su caso cambiar los que fueran-- desechables.
4. Analizar el agua del ciclo cerrado de enfriamien-- to, debe mantenerse neutra o ligeramente alcali-- na con PH entre 7 y 8 y el contenido de cloruros no mayor a 100 mg/litro, en caso de estar fuera-- de estos valores cambie el agua de todo el siste-- ma de enfriamiento, agregando al agua limpia que se introduzca al sistema un anticorrosivo o inhi-- bidor de corrosión. El anticorrosivo puede ser:

nalco 38, de 1.71 a 2.56 grs. por cada litro de agua (concentración de 1700 a 2500 ppm)

#### 4.33 RECOMENDACIONES GENERALES.

1. Cuidar la apariencia general de la planta en su limpieza y en su pintura. No deben pintarse las placas de información de los diferentes equipos que la componen.
2. Los tableros de control eléctrico deben limpiarse con un plumero y comprobar el correcto funcionamiento de todos los aparatos de medición.
3. Acostumbrarse a oír los ruidos normales del equipo trabajando, de manera que sepa detectar cualquier ruido anormal que deberá reportarse de inmediato.
4. Es conveniente que cuando opere el equipo transfer y la planta se encuentre trabajando con su carga de emergencia, se compruebe por algún medio que realmente está existiendo una falla de suministro de la compañía de luz.

Hay casos en que la unidad puede hacer la transferencia y trabajar indefinidamente.

#### 4.34 GENERALIDADES.

1. Para el procedimiento de la toma de densidad en los acumuladores, una vez que se toma una celda la lectura, enjuague el densímetro en agua destilada o bidestilada antes de proceder a medir la densidad en la celda siguiente.
2. Al cambiar el agua del ciclo cerrado de enfriamiento se menciona que puede usarse el anticorrosivo nalco 38, y como otra opción, se puede usar un antioxidante como Bicromato de potasio (o Dicromato de potasio) agregándose un grano (o un centímetro cúbico) por cada litro de agua.
3. Para checar el P.H. del agua del radiador use el

papel potenciométrico que se encuentra en el laboratorio de la casa de máquinas o en el laboratorio de análisis clínicos del Hospital. Es conveniente llevar este control semanalmente.

4. En cuanto a las pruebas que se mencionan para de terminar el cambio de aceite, estas consistirán en análisis de viscosidad y de acidez que se harán en el laboratorio de físico química.

## CAPITULO V

### 5.- INSTRUMENTACION

"Con frecuencia digo que cuando usted puede medir aquello acerca de lo que usted está hablando y expresarlo en números, usted sabe algo de eso; pero cuando usted no puede medirlo, cuando usted no puede expresarlo en números, su conocimiento es del tipo pobre e insatisfactorio; puede ser el comienzo del conocimiento, pero usted apenas va en cero pensamientos, penetrando el umbral de la ciencia - - cualquiera que esta sea".

LORD KELVIN 1883.

- Por lo tanto tomando en cuenta esto decimos que la importancia de medir estriba en que es el principio del conocimiento de algo.

#### 5.1 INSTRUMENTACION Y MEDICION.

Como instrumentación y medición estan intimamente relacionadas y tomando en cuenta que los equipos -- que emplearemos para su mejor funcionamiento, requieren de una instrumentación la que sirve para tener un control de las variables que existirán en el sistema, a continuación presentamos los equipos de medición que se utilizarán.

Manómetros, Termómetros, Indicadores de Flujo, Indicadores de Nivel de Agua y Alarmas. Los cuáles necesitaran de un sistema de control que debe estar bien sincronizado, por lo que en este capítulo, mencionaremos un bosquejo histórico del control automático así como los conceptos básicos de medición y algunos instrumentos que se utilizarán en las calderas de vapor del ante-proyecto Saltillo.

#### 5.2 BOSQUEJO HISTORICO DEL CONTROL AUTOMATICO.

Algunos principios de control automático ya eran -- utilizados en el siglo tercero antes de Cristo, -- Tesibio, inventor griego, diseñó en esa época una Clepsidra que utilizaba un mecanismo similar al usa

do en los carburadores de los automoviles actuales. El termostato y algunos aparatos que hacían que los molinos mantuvieran las aspas contra el viento, aun cuando este cambiara de dirección aunque este cambiara de dirección, fueron inventados en los siglos XVII y XVIII respectivamente.

Sin embargo, los sistemas de control automático comenzaron su desarrollo intenso durante la revolución industrial. En esa época, James Watt adaptó el primer regulador automático de velocidad, y relaciono el problema de la estabilidad de los mismos con uno algebraico, el cual fue resuelto posteriormente por Hurwitz. Alrededor de 1930, Nyquist y Bode desarrollaron técnicas de análisis para sistemas retroalimentados utilizando conceptos de respuesta en frecuencia.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el interés en las aplicaciones bélicas, hizo que se consideraran problemas de dirección y guía de proyectiles balísticos, lo que tuvo como consecuencia el estudio de sistemas no lineales.

Desde los últimos años de la década de 1950, gracias al advenimiento de las computadoras digitales, se han redescubierto las variables de estado y se han estudiado más profundamente problemas tales como optimación y control; también se han desarrollado en los últimos 20 años el control numérico y el control jerarquizado.

### 5.3 CONCEPTOS BASICOS EN MEDICION

Se explicará la terminología usada en los métodos experimentales, discutiremos brevemente los estándares y la importancia de la calibración en algunas mediciones experimentales. Se analizará también el sistema generalizado en medición y los pasos necesarios para la planeación de un experimento.

Frecuentemente nos preocupamos por la facilidad de lectura, este término indica la menor abertura con la cual la escala de un instrumento puede ser leída.

Un instrumento de 12" de escala podra tener una mayor confiabilidad que un instrumento de 6" de escala y el mismo rango. La mínima medida es la más pequeña diferencia entre dos indicaciones que pueden ser detectadas en la escala de un instrumento, ambas, facilidad y menor lectura, dependen de la longitud de la escala, de los espacios de graduación, del indicador de medida (o aguja que es usada como registradora) y efectos paralelos.

En instrumentos digitales estarán en función del número de cifras que pueden ser leídas.

#### 5.4 SENSIBILIDAD.

La sensibilidad de un instrumento es la relación -- del movimiento lineal del indicador sobre el instrumento al cambio en la variable medida causante de este movimiento.

Ejemplo: Un milivolt registrado puede tener una -- longitud de 10" en la escala; por lo tanto, esta sensibilidad podrá ser de 10"/mv considerando que la medición fuera lineal a través de toda la escala.

#### 5.5 HISTERESIS.

Un instrumento muestra histeresis cuando hay una diferencia entre las lecturas dependiendo de que valor de la cantidad medida esté arriba o abajo aproximadamente.

La histeresis puede ser el resultado de fricción mecánica, efectos magnéticos, deformación clásica o efectos térmicos.

#### 5.6 EXACTITUD.

La exactitud de un instrumento indica la desviación de la lectura de una entrada conocida, la exactitud es usualmente expresada como un por ciento de la lectura de la escala total, de tal manera que si por ejemplo tenemos una medida de presión de 100 psi, -

teniendo una exactitud del 1%, ésta puede ser expresada como  $\pm 1$  psi del rango total del medidor.

#### 5.7 PRECISION.

La precisión de un instrumento indica su facultad para producir una cierta lectura con una exactitud dada.

Como ejemplo de distinción entre exactitud y precisión, consideramos la medición de un voltaje conocido de 100 volts con un cierto medidor; cinco lecturas son tomadas y los valores indicados son: 104, - 103, 105, volts de estos valores se ve que el instrumento no puede tener una exactitud mayor de 5% - (5 volts), mientras que una precisión de  $\pm 1\%$  estará indicando que la máxima desviación de la lectura promedio de 104 volts, es solamente 1 volts. Se puede notar que el instrumento podrá ser calibrado de tal manera que podrá ser usado para medición de voltaje de  $\pm 1$  volt. Este ejemplo ilustra un punto importante; la exactitud podrá ser mejorada pero no más allá de la precisión del instrumento de calibración. La precisión de un instrumento esta igualmente sujeto a muchos factores complicados y requiere de técnicas especiales de análisis.

#### 5.8 LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS.

Los instrumentos que indican y registran los datos principales requeridos son necesarios para utilizar en la buena ejecución de la operación.

Para usar esos instrumentos de una manera eficiente y atinada, es necesario tener conocimiento del diseño elemental y principios de operación de los mismos.

Estos debería mantenerse sobre un tablero convenientemente localizado en la sala de calderas. Cuando las unidades generadoras de vapor son de capacidad mediana o grande, cada una deberá estar provista de su propio tablero.

El arreglo ordenado de los instrumentos en el tablero, facilita la observación y ayuda a la ejecución-

rápida de los cambios que pueden ser necesarios.

El equipo para control automático de combustión, de agua de alimentación y otros en adición a los instrumentos necesarios, deben ser instalados en el tablero en un lugar accesible para su lectura, de pruebas efectuadas y otras experiencias, el operador deberá estar habilitado para conocer cuando las condiciones mostradas por los instrumentos son las correctas. Algunas de las lecturas más importantes que deben ser indicadas son:

- 1.- Relación de alimentación de combustible alta o baja, esto se puede reducir de la alta o baja presión de la caldera.
- 2.- Exceso o deficiencia de aire.
- 3.- Acumulación de escoria u hollín.
- 4.- Desbalanceo de carga entre calderas.

Es parte que todos los factores enumerados arriba, son de considerable importancia. Cada uno puede significar que desperfecto puede ser detectado rápidamente por el operador, o también que los instrumentos están dañados o fuera de servicio. La presión, flujo, tiro y temperatura son las cantidades que más conciernen al operador y algunos de los instrumentos instalados en el tablero de caldera se usan para esas variables. Por lo tanto, el trabajo por ejecutar consiste en alimentar combustible, agua y aire hasta obtener ciertas lecturas y distribución del fuego, proteger la limpieza de las superficies de calentamiento y proporcionar el tiro hasta que los instrumentos indiquen que la operación de la planta se está haciendo con la economía mayor posible. Cuando el operador logre esto, puede decirse que realmente está desarrollando su trabajo en un 100% por aprovechar debidamente el auxilio que le brindan las indicaciones y registros de los instrumentos utilizados.

## 5.9 DIFERENTES PRINCIPIOS DE MEDIDORES.

cualquier medidor es un instrumento de medición. -- Los tipos dependen sobre qué es lo que va a ser medido y las clases dependen sobre como los varios tipos de medidores refieren su medición. Así, los tipos pueden ser medidores de presión, medidores de flujo, termómetros, etc. Las clases pueden ser Indicadores, Registradores o Integradores simples o combinados, según sea deseado.

#### 5.10 MEDIDORES INDICADORES.

Son aquellos que muestran una condición sin hacer un registro. El medidor que muestra la presión del domo y también el termómetro de un calentador de vapor son de éste tipo.

#### 5.11 LOS MEDIDORES REGISTRADORES.

Hacen un registro de las lecturas mostradas por el indicador del instrumento; ésto se hace generalmente por una pluma sobre una carta circular operada por un reloj, o por medio de una pluma sobre una tira de papel, la cual avanza con cierta relación respecto al tiempo. Las cartas están marcadas con línea, que corresponden al tiempo y cantidad medida y la fecha en la que se hace el registro; también debe aparecer en un espacio especial indicando para este fin cuando la carta está colocada correctamente, es posible comprobar rápidamente las condiciones existentes a cualquier hora del día o de la noche.

#### 5.12 LOS MEDIDORES INTEGRADORES.

Muestran la cantidad total de flujo que ha pasado en un punto en cualquier lapso de tiempo; estos pueden registrar: libras, galones, pies cúbicos, kilogramos, metros cúbicos. De tal manera que, para obtener la cantidad de vapor extraído de la caldera, durante cierto tiempo, solamente es necesario leer el medidor integrador al principio y al final de ese lapso de tiempo y la diferencia entre esas lecturas nos dará la cantidad.

Debe tomarse en cuenta que todos los instrumentos son relativamente delicados y por lo mismo están sujetos a fallas y también a trabajar bajo circunstancias que tienden a causar dificultades y por este motivo, son diseñados cuidadosamente, para que puedan ir encerrados dentro de una caja metálica que los proteja.

En general, los medidores deben de ser de magnífica calidad y los ajustes tan precisos que por ésta razón, es recomendable que las centrales o divisiones de una empresa donde hay varias plantas, mantengan dentro de su departamento de servicio, un grupo de personal especializado en instrumentos, que deberá hacer inspecciones periódicas para probar y limpiar los instrumentos y si es necesario, hacer cualquier reparación o poner piezas de repuesto.

La precisión de las lecturas concernientes a toda la caldera, depende de varias causas, por ejemplo: - localización del punto en que la medición es tomada en el caso del medidor de flujo instalado en una tubería. La localización de la placa de orificio es importante si se desean lecturas precisas: ésta se deberá instalar en un tramo recto, lejos de curvaturas, codos o conexiones.

En la medición de temperaturas de los pasos de gases, la localización del elemento, un importante papel, porque algunas áreas del gas están más calientes que otras y la instalación se deberá hacer en zonas donde se puedan obtener lecturas promedio.

El tiempo requerido para ajustar las condiciones de variación constante de la operación, por medio del ajuste manual, se incrementa con la capacidad de la unidad como resultado de esto. Para una unidad de gran capacidad es esencial proporcionar medios que faciliten ajustes por operación manual remota, desde una posición central en el mismo tablero de caldera.

Los aparatos de operación manual remota, permiten ajustar rápidamente la posición de las válvulas, --

compuertas, etc. Para corregir cambios de las variables producidos por los cambios de carga de la caldera. La operación manual frecuente y repetidas cansada, dando lugar a errores.

Esas mismas operaciones, pueden ser ejecutadas mas eficientemente por controles automáticos que, en combinación con los instrumentos de medición vigilen constantemente el comportamiento de las variables, las ajustan para mantenerlas dentro de los valores requeridos y respondan a las demandas o rechazos de carga.

Por lo que antecede, vemos que los instrumentos de operación, estan intimamente ligados a los diferentes controles para elementos de unidades generadoras de vapor. Las condiciones de proyecto y selección de los controles para una central de vapor, se determinan de acuerdo con las características de sus auxiliares y la capacidad de la misma.

En este capítulo se enumerarán los diferentes dispositivos de medición y control de tipo neumático de las calderas y se describirá brevemente su función correspondiente.

#### 5.13 TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL "BK".

La indicación de presión diferencial en el transmisor es independiente de la presión de suministro.

El transmisor mide la presión diferencial (obtenido mediante la reducción del diámetro de la tubería con una placa de orificio) y transmite una señal de salida neumática, proporcional a la presión diferencial aplicada. La presión diferencial medida representa el flujo de vapor.

#### 5.14 TRANSMISOR - CONVERTIDOR DE RAIZ CUADRADA.

El transmisor - convertidor, está compuesto de dos unidades mayores.

a) Un receptor neumático de fuelle, el cual convier

te la presión neumática de entrada (procedente - del transmisor de presión diferencial "BK") en - la rotación de un brazo conductor, y

- b) Un transmisor de raíz cuadrada, el cual desarrolla una presión neumática de salida, que es proporcional a la raíz cuadrada de el movimiento mecánico procedente del receptor de fuelle.

#### 5.15 RECEPTOR NEUMATICO CLASE "8".

El receptor neumático clase "8", consiste en un fuelle cargado con un resorte, conectado a un brazo conductor por un conjunto de bástago de empuje y leva. El interior del fuelle está abierto a la atmósfera. La presión de entrada aplicada al exterior - del fuelle actúa contra la tensión del resorte. Un incremento o decremento en la presión aplicada, hace que el fuelle se expanda o contraiga. El movimiento del fuelle se transmite a través del brazo conductor, y eslabón de conexión, para producir un movimiento proporcional de la plumilla registradora o puntero indicador.

El receptor está equipado con topes mínimo y máximo, ajustables para evitar sobrepasar la carrera.

El tornillo de tope mínimo limita el movimiento hacia abajo, del conjunto de la leva. El tubo del tope máximo, localizado en el interior del fuelle, limita la contracción del fuelle.

#### 5.16 INTEGRADOR O REGISTRADOR DE VARIABLES.

El integrador opera cuando el interruptor del registrador o indicador se acciona para ponerse en operación y el receptor correspondiente está en operación también.

La leva gira continuamente a una velocidad constante accionada por un motor sincrónico. La rotación de la leva, transmitida a través del engrane diferencial, hace que la rueda del escape gire a una velocidad constante. La rotación de esta rueda de escape se-

detiene mediante el trinquete.

Cuando la rueda de escape se detiene, el engrane diferencial acciona al controlador. El trinquete, -- que está accionando por el pasador del trinquete, -- detiene la rueda de escape durante un cierto porcentaje de cada revolución de la leva, proporcional a la posición del puntero o plumilla indicadora sobre la escala o gráfica. De este modo el avance total del controlador en un periodo de tiempo es proporcional a la lectura promedio de la carta o escala.

#### 5.17 INDICADOR TRANSMISOR DE PRESION.

El mecanismo del transmisor consiste en un tubo -- Bourdón conectado por eslabones a un puntero indicador. La presión media se aplica al tubo de Bourdón haciendo que este se mueva. Este movimiento se -- transmite a través del eslabón para posicionar el -- puntero indicador de la presión media.

El mecanismo de transmisión consiste en un conjunto lengüeta-tobera y una unidad reforzada. La lengüeta esta eslabonada a el puntero indicador de tal -- forma que la posición de la lengüeta corresponde a la presión media. Cuando la presión media es constante la lengüeta en el fuelle del reforzador se -- mantiene en un valor que sostiene la viga en "U" en una posición aproximadamente horizontal.

#### 5.18 INDICADOR TRANSMISOR DE TEMPERATURA.

Esencialmente consta de un tubo de Bourdón y un tubo sensor que va colocado dentro del ducto de gases de combustión. El principio de operación es el mismo que el anterior, salvo que en éste el agente que mueve el tubo de Bourdón es el calor.

#### 5.19 INDICADOR RELACIONADOR AIRE-COMBUSTIBLE "AB-41".

Como su nombre lo indica, relaciona las señales neumáticas del aire y el combustible procedentes del -- servomotor del tiro forzado y del posicionador de -- la válvula reguladora de combustible para controlar

la combustión.

5.20 CONTROLADOR NEUMATICO TIPO "AD".

Controla la señal proveniente del indicador de presión y la transmite integrada a una estación selectora de control:

Función.- Proporcional + integral.

5.21 CONTROLADOR NEUMATICO "AN".

Tiene por objeto combinar o cambiar la señal neumática del relacionador de combustible "AB-41" con señal de control de presión de vapor "KP-47".

5.22 ESTACION SELECTORA M/A PARA CONTROL DE COMBUSTION.

Manda una señal neumática al servomotor de tiro forzado y a la válvula de regulación de petróleo a trávés del relacionador de aire-combustible "AB-41" para incrementar o disminuir el aire y el combustible necesario para la combustión correcta.

5.23 ESTACION SELECTORA M/A PARA COMPUERTA DUCTO-GASES.

Controla la cantidad de gases de combustión de la chimenea.

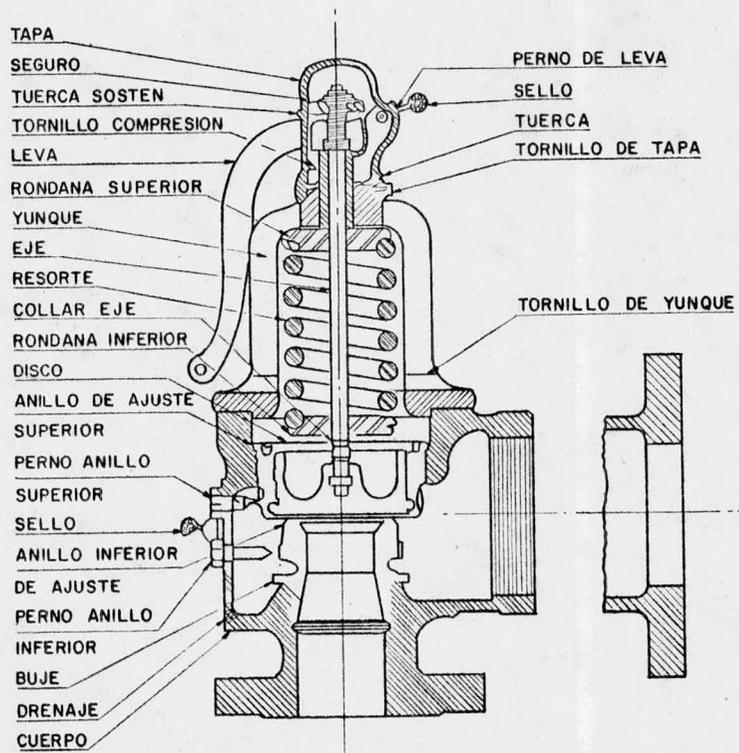
5.24 POSICIONADOR VALVULA REGULADORA DE PETROLEO.

Es un elemento final de control que acciona la válvula reguladora de petróleo de acuerdo a la demanda de vapor; recibe señal del controlador AN.

5.25 POSICIONADOR SERVOMOTOR TIRO FORZADO.

Su función es similar al posicionador antes descrito, solo que este controla un servomotor que permite abrir o cerrar (modular) la compuerta del ventilador del tiro forzado.

5.26 VALVULAS DE SEGURIDAD.



**VALVULA DE SEGURIDAD**

UNAM ENEP ARAGON			
INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA			
VALVULA DE SEGURIDAD			
TESIS PROFESIONAL			
Dibujo No.	Rosalino Cuevas Román	Fecha	Esc.
	Arturo Márquez F.	1985	s/e

Las válvulas de seguridad se emplean para impedir - que en las calderas se desarrollen presiones de vapor excesivas, abriéndose automáticamente a una presión determinada (en este caso a 240 y 250 Lbs/pulg<sup>2</sup> respectivamente y dejando escapar el vapor a la atmosfera.

La figura representa una sección de una válvula de seguridad, en la cual la presión de la caldera es vencida por un muelle, cuya tensión se puede ajustar por su parte superior. Una palanca permite accionar la válvula manualmente.

#### 5.27 REGULADOR DE AGUA DE ALIMENTACION "TERMOHIDRAULICA".

El regulador termohidráulico de alimentación de - - agua utiliza un sistema hidráulico cerrado consistente del espacio anular entre dos tubos concéntricos del generador, el tubo conector de cobre, el fuelle metálico de la válvula regula el agua necesaria para llenar el sistema.

El nivel de agua en el tubo interior representa el nivel de la caldera. Cuando el nivel de agua des--ciende, el calor del vapor en aquella proporción en que se vacía el tubo por la disminución en el nivel, origina que el agua en el tubo exterior flashen en el interior del vapor hasta que se iguala el nivel de agua en los dos tubos.

Dado que el vapor ocupa un mayor volumen que él - - agua del que proviene, el agua es desplazado en el tubo exterior a través del tubo de conexión hacia el interior del fuelle.

El fuelle se expande, incrementando la apertura de la válvula reguladora y admitiendo más agua a la -- caldera. Cuando el nivel en la caldera aumenta, el nivel de agua en el tubo interior sube condensado - el vapor del tubo exterior hasta que se igualan los niveles en los dos tubos concéntricos y se reduce - la presión del sistema. El fuelle comprimido reduce la apertura de la válvula reguladora admitiendo menos agua a la caldera.

El regulador termo-hidráulico, la entrada de agua - es controlada en proporción al nivel de la caldera. De este modo, el nivel mantenido a cargas altas será un poco menor que el nivel mantenido a cargas relativamente menores. El aumento de la variación de este nivel dependerá de:

- La extensión o duración de la variación de la carga.
- El tamaño de la válvula reguladora.
- La característica del generador.

## CONCLUSIONES

- 1.- Es fundamental que se realice un análisis detallado de la totalidad de las necesidades del "Centro Hospitalario" , - respecto al suministro de vapor que nos permita una elección adecuada del equipo para proporcionar un servicio de una calidad deseada (Esterilización, Limpieza en General, - Cocina, Lavado y Planchado) .
- 2.- Es importante que la elección de los equipos sean en base de un análisis Técnico-Económico que permita asegurar el cumplimiento de las especificaciones calculadas y la menor inversión.
- 3.- La calidad del servicio que se proporciona en el Centro - Hospitalario dependerá de una adecuada Operación y Mantenimiento de los equipos en existencia.
- 4.- Es indispensable contar con un Manual de Operación y Mantenimiento y tener personal capacitado para realizar estas funciones.
- 5.- El empleo del sistema de Kardex para efectuar el mantenimiento en un Centro Hospitalario permite la reducción de costos, tiempos de operación, control de materiales y un control adecuado del personal, con lo cual se alcanzarán los objetivos deseados.

## BIBLIOGRAFIA

TITULO : FUNDAMENTOS DE TERMODINAMICA.  
Gordon J. Van Wylen y  
Richard E. Sonntag.  
Limusa.

TERMODINAMICA.  
José A. Manrique y  
Rafael S. Cardenas.  
Tec-Cien LTDA.

TERMODINAMICA.  
Virgil Moring Faires.  
U.T.E.A.

ENERGIA MEDIANTE VAPOR AIRE O GAS.  
W.H. Severns

PRINCIPIOS DE REFRIGERACION.  
Roy J. Dossat.  
C.E.C.S.A.

FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICINADO Y REFRIGERACION.  
Eduardo Hernández Goribar  
Limusa.

PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR  
Frank Kreifh  
Herrero Hermanos  
Sucesores, S.A.

TRANSFERENCIA DE CALOR.  
M. Necali Ozisik  
MC Graw-Hill

CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS TERMoeLECTRICAS.  
Martiniano Aguilar Rodríguez.  
Limusa.

ELECTRICIDAD (CURSO BASICO)  
Buro del personal naval  
Marina de los E.E. U.U.  
Hobby.

MOTORES DIESEL RAPIDOS Y LABORATORIO DIESEL.  
Profr. Enrique Franco Avila.  
Técnico en motores diesel.

METODOS EXPERIMENTALES PARA INGENIEROS.  
J.P. Holman  
MC Graw-Hill.

DISEÑO Y APLICACION DE SISTEMAS DE MEDICION.  
Ernest O. Doebelin.  
Diance.

ANALISIS DE SISTEMAS DINAMICOS Y CONTROL AUTOMATICO.  
R. Canales Ruíz y R. Barrera Rivera.  
Limusa.

LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO.  
Enrique Dounce Villanueva.  
C.E.C.S.A.