



# Instituto Politécnico Nacional

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA  
Y ELÉCTRICA



**Control del Tiro y Protección por Falla de los Genera-  
dores de Vapor (BF-601A y BF-601B) con  
Capacidad de 72 Ton/Hr. del C.P.C.**



## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
P R E S E N T A N  
EZEQUIEL CRUZ DOMÍNGUEZ

MEXICO, D.F.

1990

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO

REPORTE TECNICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
POR LA OPCION DE TITULACION  
DEBERA(N) DESARROLLAR

INGENIERO ELECTROMECHANICO  
TESIS COLECTIVA  
LOS CC. SABINO GUTIERREZ MONTIEL  
JAVIER OJEDA TOLEDO  
GERONIMO ANGEL ZAVALETA PAEZ  
EVELIO SALVADOR ROSAS  
EZEQUIEL CRUZ DOMINGUEZ

CONTROL DEL TIRO Y PROTECCION POR FALLA DE LOS GENERADORES DE VAPORES  
(BF-601A Y BF-601B) CON CAPACIDAD DE 22 TON/HR. DEL C.P.C.

El control y protección de los generadores de vapor, son sistemas que en nuestros días requieren ser confiables, ligeros y de forma rápida para poner en funcionamiento máquinas generadoras de fuerza.

Tomando en cuenta la gran variedad de aplicación de vapor, en procesos químicos, industriales, en la generación de energía eléctrica, etc., hemos considerado la importancia de los sistemas eléctricos de control, en la operación eficiente y segura de los generadores de vapor (calderas).

El tema comprende los siguientes puntos:

- 1.- Generalidades de los generadores de vapor BF-601A, BF-601B.
- 2.- Descripción de los sistemas de control y operación y funcionamiento del tiro forzado por generadores de aire.
- 3.- Descripción general de la caldera.
- 4.- Conservación e inspección de la caldera.
- 5.- Protección del control eléctrico de la caldera.

México, D. F., 14 de mayo de 1990.

INGENIERIA MECANICA  
UNIDAD PROFESIONAL

Ing. Andrés Quintana Miranda Azcapotzalco, Vicente Mayagüilla Barragán

Vo. Pa.  
DIRECTOR ADJUNTO DE ESCUELA  
AZCAPOTZALCO

ING. VICENTE MAYAGÜILLA BARRAGÁN

NOTA: Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

AT-50/90

VMB/ALM/993

A MIS PADRES:

Sr. Aristeo Cruz Gómez y con todo respeto a mi difunta madre, Sra. Lorenza Domínguez Martínez.

A quienes les agradezco mucho por el apoyo moral y económico que ellos me brindaron y por el cual he logrado terminar mi Carrera Profesional, siendo para mí la mejor de las herencias.

A MIS HERMANOS:

Mirna, Ovidia, Magdalena, Enriqueta, Emma, Estela, Graciela, Zaqueo y Lucio.

Por haber confiado en mí.

A MI ESCUELA:

Primaria "Lic. Fernando López Arias"

Quien me brindó sus primeras letras y seguir mis estudios

AL INSTITUTO TECNOLOGICO DE MINATITLAN:

Por haberme formado en mi Carrera Profesional.

AL I.P.N., E.S.I.M.E.:

Por haberme dado la oportunidad de titularme sinceramente,  
G R A C I A S.

## I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION	2
GENERALIDADES	3
CAPITULO I	9
1    Generalidades de los generadores de vapor BF-601-A, BF-601-B.	
1.1 Definición	10
1.2 Características	12
1.3 Descripción	13
1.4 Detalle de la Caldera (Fig. 2.3)	16
 CAPITULO II	
2.    Descripción de los circuitos de control, Operación y funcionamiento del tiro for- zado y precalentador de aire	17
2.1 Generalidades	18
2.2 Precalentador de aire	20
2.3 Diseño del tiro forzado	22
2.4 Localización de los tiros forzados	27
 CASO I	
Operando la Caldera en funcionamiento normal.	22
 CASO II	
Operando en situaciones normales con una cal- dera en reparación.	23
 CASO III	
Operando las dos Calderas en situaciones de - Emergencia.	24

CASO IV	Operando en situaciones de emergencia y con Una caldera en reparación.	25
2.5	Control del tiro BF-601-A1	30
2.6	Control del tiro BF-601-A2	34
2.7	Control del precalentador de Aire BF-601-A3	37

### CAPITULO III

3	-descripción general de la caldera	38
3.1	Los guarda flama	39
3.2	El sistema de barrido del hogar	39
3.3	Encendido del piloto	40
3.4	Encendido del primer quemador	41
3.5	Encendido de los quemadores sucesivos	41
3.6	Falla total de flama	42
3.7	Falla parcial de flama	42
3.8	Controles limitadores	42

### CAPITULO IV

4	Conservación e introducción de la caldera	44
4.1	Introducción para el operador	45
1)	Preparación para el encendido del piloto	46
2)	Prepurga del hogar	47
3)	Encendido	48
4)	Falla en el encendido del piloto	48
5)	Falla de flama	49
6)	Apagado total debido a los controles de corto	50
7)	Cambio del motor de abanico por una de reserva	50
8)	Interruptor para apagar en emergencia	51
4.2	Conservación y mantenimiento para el equipo de guarda flama	52
4.3	Como usar el sistema de coordenadas	54
4.4	Corrección de falla de disparo de la caldera	55

## CAPITULO V

5	Protección del control eléctrico de la caldera	57
5.1	Energía suministrada al panel	58
5.2	Purgado del hogar	59
5.3	Encendido del piloto	62
5.4	Encendido del quemador	64
	Conclusiones	66
	Sugerencias	66
	Bibliografía	67

CONTROL DEL TIRO Y PROTECCION POR FALLA  
DE LOS GENERADORES DE VAPOR ( BF-601A Y  
BF-601B ) CON CAPACIDAD DE 72 TON. / HR  
DEL C. P. C. .



## INTRODUCCION

El motivo del presente estudio, es el habernos dado cuenta de la importancia que tienen las calderas en la planta de amoniaco número 2 por la cual éste es laborado pretendiendo desarrollar en todo el personal relacionado con esta área la capacidad de analizar cualquier problema eléctrico en forma lógica y aplicar en su solución principios básicos bien conocidos.

Debido a que las calderas generadoras de vapor deben ser protegidas de fallas mínimas que se presenten en la caldera.

Esto se hace con el fin de proteger al personal que labora en ésta área y a la misma caldera para no estar sacándoles en mantenimientos no previstos ya que éste mantenimiento va en contra de la misma empresa por el material que se le pueda suministrar.

Esta se presenta desde los circuitos de control eléctrico de los motores de tiro, precalentador de aire y el circuito eléctrico del control de la caldera, protección de falla de flama.

CAPITULO I	Generalidades de la caldera BF-601-A/B.
CAPITULO II	Descripción de los circuitos de control, operación y funcionamiento del tiro forzado y precalentador de aire.
CAPITULO III	Descripción general de la caldera
CAPITULO IV	Conservación e instrucción de la caldera.
CAPITULO V	Protección del control eléctrico de la Caldera.

## **GENERALIDADES.**

El complejo petroquímico Cosoleacaque, Ver., ocupa una superficie de 78 hectáreas y se encuentra localizado en el Km. 39+400 de la carretera costera del golfo a una altura de 30 metros sobre el nivel del mar, En el municipio de Cosoleacaque, Ver.

La zona industrial a que corresponde comprende un área de 6,700 km<sup>2</sup> localizada en la llanura de la margen izquierda del río Coatzacoalcos a 54 metros sobre el nivel de mar y 17° 58' 47" latitud norte y 94° 32' 27" longitud oeste del meridiano de Greenwich, a 27 Km. del Puerto de Coatzacoalcos, Ver.

Este complejo eminentemente productor de amoniaco, es considerado como uno de los centros de producción mundial.

Inició sus operaciones en el año de 1962 con una pequeña planta de capacidad para producir 200 toneladas diarias.

Oficialmente el Complejo Petroquímico Cosoleacaque fue inaugurado el 18 de marzo de 1968 al entrar en servicio la planta de amoniaco No. 2 con una capacidad de 300,000 toneladas/año. Actualmente está integrado por seis plantas productoras de amoniaco que producen 7,500 tons/día.

Una planta productora de Acrilonitrilo con capacidad de 24,000 Tons./año.

Una planta de cristalización e isomerización de paraxileno con capacidad de 20,000 Tons./año.

Una planta productora de hidrógeno que produce 350,000 m<sup>3</sup>/día.

Los Subproductos principales obtenidos en los procesos son anhídrido carbónico, ácido cianhídrico, sulfato de amonio y otros que al igual que los productos, constituyen materias primas básicas para la petroquímica secundaria.

La zona de influencia de la producción del Complejo Petroquímico Cosoleacaque comprende:

La vertiente del golfo de México, teniendo como fuente de suministro al puerto industrial de pajaritos y la terminal de amoniaco de Ciudad Madero, amps.

La vertiente del pacífico, cuya distribución incluye el amoniaducto Cosoleacaque-Salina Cruz y las terminales marítimas de Guaymas, Son., Topolobampo, Sin.

El centro de la República, suministrando mediante autotanques: acrilonitrilo, amoniaco y subproductos de la planta de Xileno.

En lo futuro la zona de influencia en el centro aumentará con el amoniaducto Cosoleacaque-Guadalajara que se tiene proyectado para abastecer el bajío.

El complejo Petroquímico Cosoleacaque, es una unidad que en su estructura como todo el sistema de Petróleos Mexicanos cuenta con una organización de tipo lineal teniendo diferentes departamentos de apoyo y de staff.

La máxima jerarquía recae en el Superintendente General, cuya función administrativa pone en práctica los objetivos y las políticas establecidas por la empresa; propicia las relaciones de la empresa con La representación sindical de forma tal que atendiendo eficaz y oportunamente, tanto derechos como obligaciones se logre obtener el cumplimiento de los planes de productividad; además mantiene una supervisión y auxilio permanente en las instalaciones, operaciones de proceso y de mantenimiento para que alcancen óptimos rendimientos.

Administrativamente la Superintendencia General es auxiliada por el jefe del Departamento de Personal que tiene a su cargo garantizar el eficiente cumplimiento de las funciones legales y contractuales en amplia coordinación con la representación del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana, para que se lleve a cabo el desenvolvimiento armónico requerido para el mejor aprovechamiento de los recursos humanos.

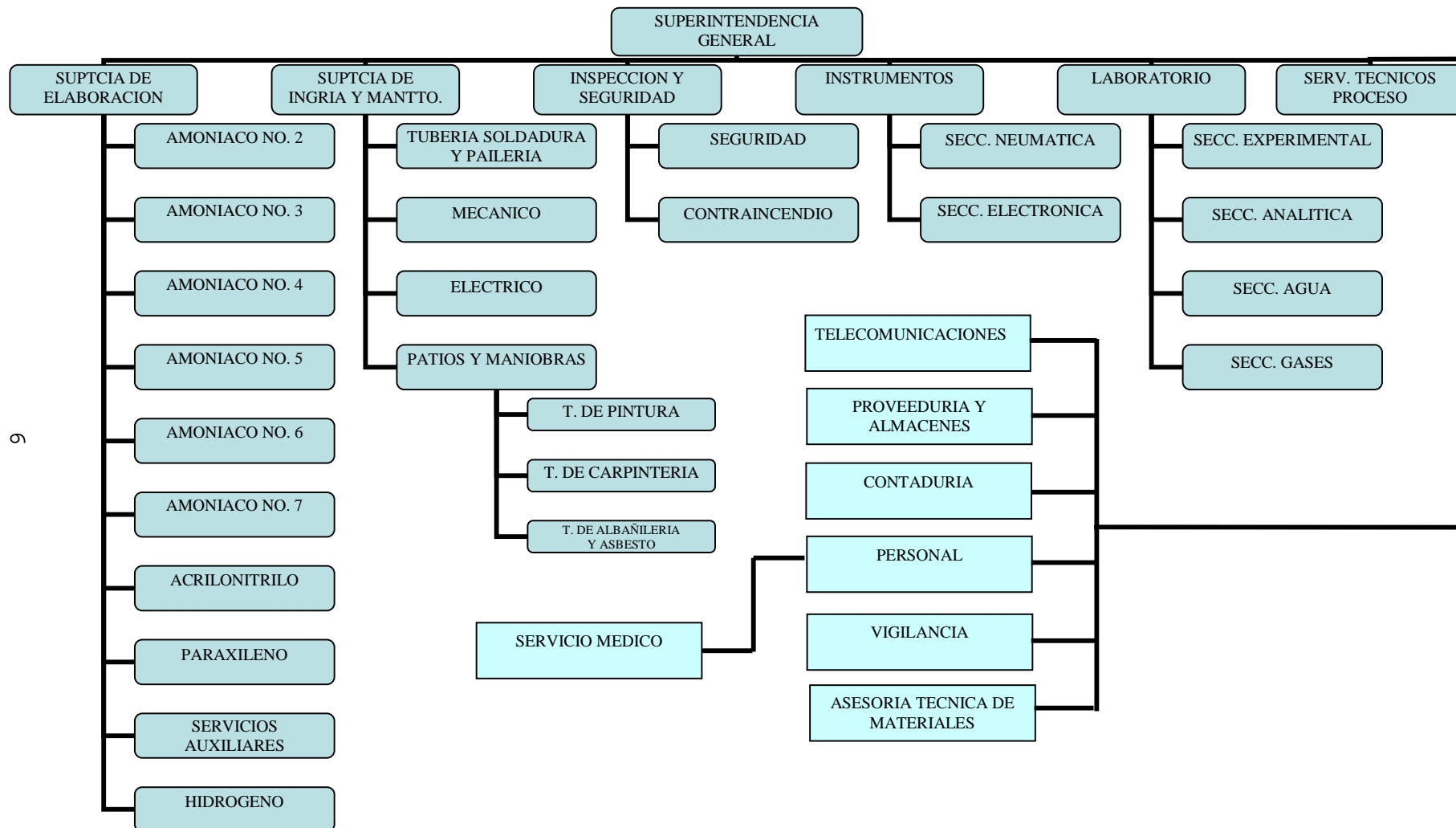
El departamento de Contaduría cuyo objetivo es controlar y registrar eficientemente y oportunamente las operaciones financieras que realiza el complejo; atendiendo a la liquidación de sus compromisos por conceptos de sueldos y salarios, adquisición de materiales, servicios, préstamos, trabajos ejecutados, etc.

Punto importante en sus actividades es el control de partidas presupuestales asignadas, la elaboración de presupuestos periódicamente y la formulación de estados financieros de diversa índole.

Operacionalmente se tiene el apoyo en:

Superintendencia de elaboración: Atiende al control de operación de seis plantas productoras de amoniaco, una de acrilonitrilo, una isomerización y cristalización de xilenos y una productora de hidrógeno, siendo función específica la optimización de operaciones para obtener los mayores niveles de producción.

Superintendencia de Ingeniería y Mantenimiento: La Finalidad de esta superintendencia es planear, programar y ejecutar los mantenimientos para preservar los equipos en buenas condiciones, así como proyectar o modificar equipos e instalaciones para lograr la máxima vida útil del equipo y la funcionalidad en su operación.

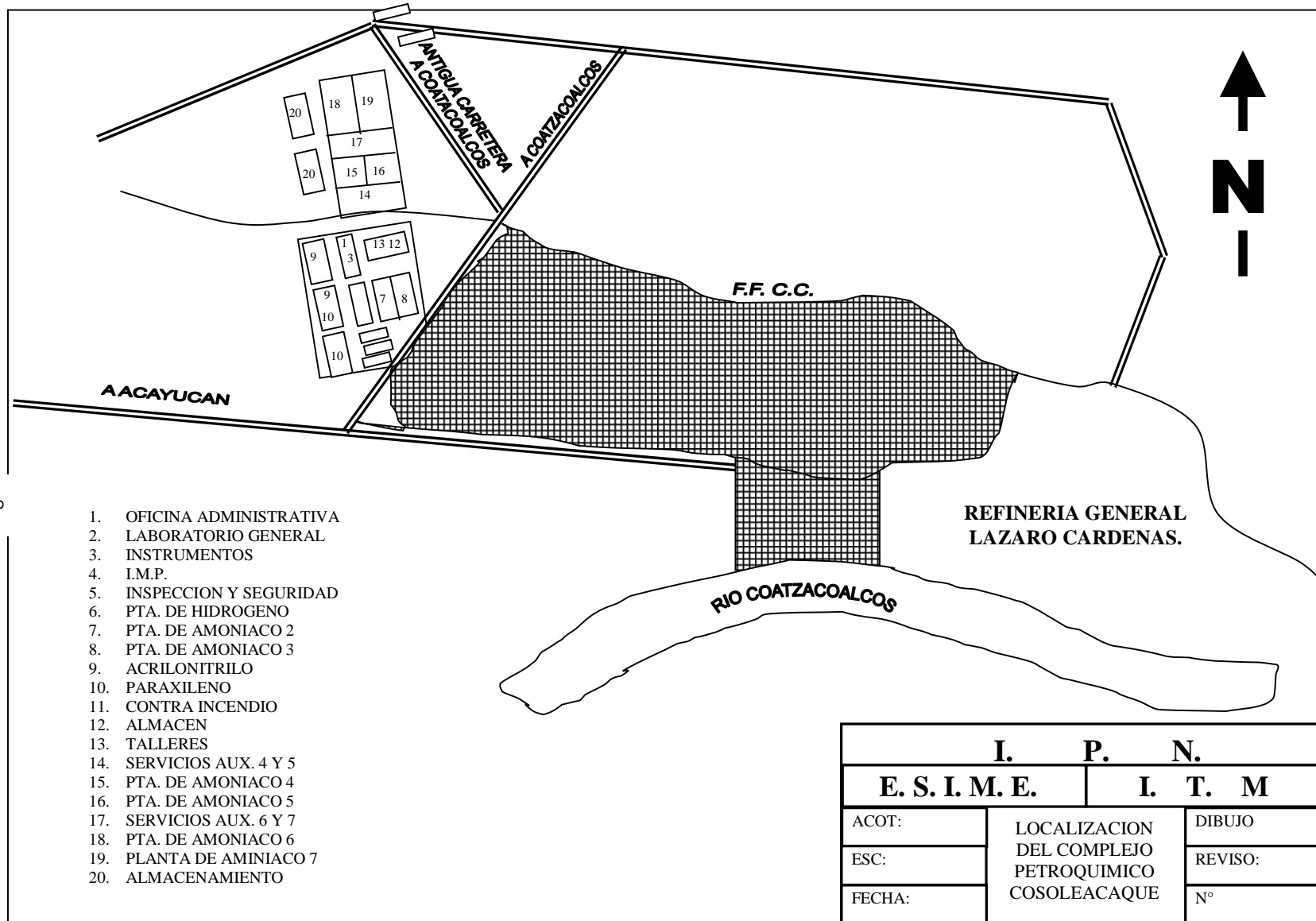


I. P. N.		
E. S. I. M. E.		I. T. M
	ORGANIGRAMA	DIBUJO
ESC:		REVISO:
FECHA:		Nº

Servicios Técnicos y Proceso: Dependencia de apoyo a la producción como base en la asesoría técnica, interviniendo en lo relacionado con las condiciones que optimicen volumen y calidad del producto, prolonguen la vida del equipo y aporten máxima eficiencia así como la participación en renglones de seguridad.

Como Base de Planeación y desarrollo sigue los enfoques complementarios para el empleo de sistemas y técnicas de ingeniería de procesos para necesidades actuales, anticipándose a futuras con la planeación y desarrollo de modificaciones e instalaciones nuevas.

Características similares a la ingeniería y mantenimiento son compatibles al Departamento de Instrumentos de control, cuyas actividades están enfocadas como acción inmediata al mantenimiento de sistemas neumáticos y Electrónicos de todas las instalaciones preservándolos y adecuándolos de acuerdo a las técnicas más avanzadas para lograr el óptimo control de las operaciones a la vez que garanticen la seguridad con los equipos mas sofisticados de su especialidad.



## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE LOS GENERADORES DE VAPOR

BF - 601A Y BF - 601B



## 1.1 DEFINICION

El Generador moderno de vapor, es un conjunto integrado por varios componentes esenciales.

Su funciones la de convertir el agua en vapor a presión y temperaturas predeterminadas, lo que constituye un cambio de estado físico producido por la transmisión de calor de la combustión de una sustancia al agua.

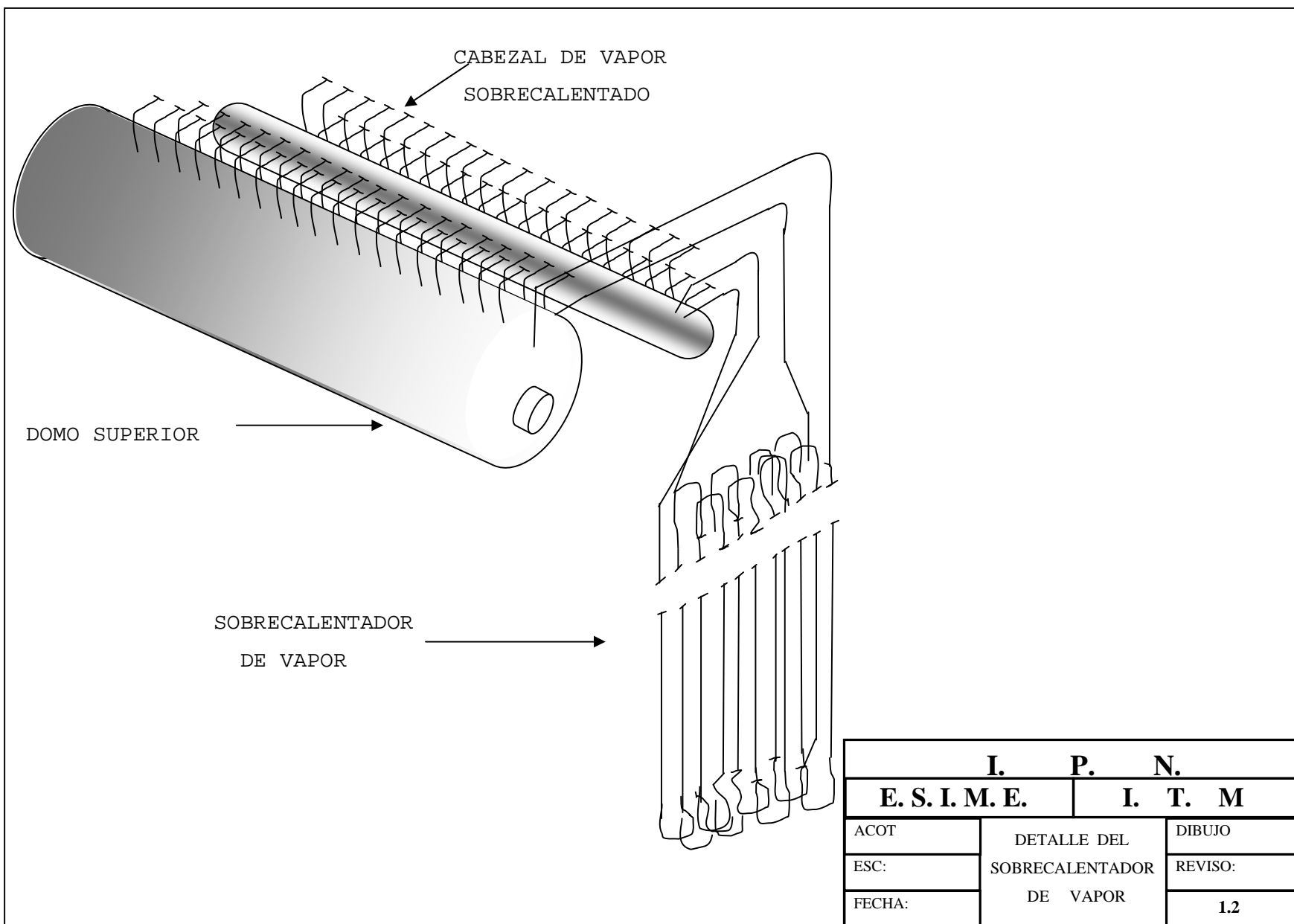
ERRONEAMENTE LLAMAMOS CALDERA AL CONJUNTO INTEGRADO POR:

- a) Las partes sometidas a presión
- b) El local o instalación
- c) El equipo de combustión
- d) Los órganos auxiliares

Siendo la caldera únicamente la que se compone por las partes sometidas a presión en las que se produce la vaporización esto es:

1.- La superficie de calefacción de la Caldera y tanques de almacenamiento de agua y vapor.

2.- La superficie de recalentamiento que constituye únicamente la superpie adicional por la que debe pasar el vapor antes de salir de la caldera.



## 1.2 CARACTERISTICAS DE LAS CALDERAS BF-601A Y BF-601B

MARCA	FRANCO TOSI
CAPACIDAD DE CALDERA	72 TONELADAS/HORA
TIRO	VU-50
HOGAR	PRESION POSITIVA Y PAREDES DE AGUA
TIRO	FORZADO
COMBUSTIBLE	GAS NATURAL
NUMERO DE QUEMADORES	4 (CUATRO)
ATOMIZACION	VAPOR

### 1.3 DESCRIPCION

Las calderas BF-601 A y B, instaladas en la planta No. 2 de amoniaco en el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, son del tipo acuotubular, consta de tubos restos y curvos, y posee paredes de agua.

La Caldera del tipo acuotubular consta de tubos y domos los tubos nos sirven para interconectar los domos, la misión de los domos es la de almacenamiento de agua y vapor, de tal manera que la superficie de calefacción queda exclusivamente reducida a tubos de que consta la Caldera, que es exactamente donde se produce el cambio de estado agua a vapor.

#### EL HOGAR

Es el lugar en la caldera donde se lleva a cabo la combustión del gas natural, el cual al quemarse libera la energía contenida en él, en forma de calor para transmitirlo a toda la superficie expuesta a él.

#### PAREDES DE AGUA

Nuestros generadores de vapor tienen la característica de poseer paredes de agua en el hogar, esto es, todos los tubos del hogar se encuentran unidos tangencialmente con la finalidad de aprovechar al máximo el calor del hogar y proteger la lámina exterior de la caldera sin necesidad de refractario.

Las paredes de agua consisten principalmente de tubos rectos conectados a dos cabezales uno superior y otro inferior a los cuales están rolados dichos tubos.

Estos tubos reciben su alimentación de agua del domo inferior hacia el cabezal correspondiente al domo, baja el agua por los tubos llamados de bajada que están colocados en la parte más fría de la caldera o sea donde los gases de la combustión ya cambiaron la mayor parte de su calor por convección en los tubos anteriores (en el sobrecalentador.)

#### MAMPARAS

Las mamparas también llamadas deflectores, son placas colocadas en la zona de convección con el fin de controlar el flujo de los gases de la combustión, esto es con el fin de aumentar la superficie total de contacto de los gases y así tener la absorción máxima de calor de los gases de la combustión en su recorrido hacia la chimenea.

#### COLECTOR DE VAPOR

El domo de vapor de la caldera, desempeña un papel muy importante en ésta, siendo función principal la de separar la mezcla de agua y vapor que descargan en él, en segundo lugar sirve para montar dentro de él el equipo usado para la purificación de vapor después de haber sido separado del agua.

El último paso en la producción de vapor por una caldera es la separación de su contenido en una parte de agua libre de vapor y la otra parte de vapor libre de agua.

#### COLECTOR DE LODO

Uno de los mayor problemas que se presentan en la operación de la caldera es la formación de lodos producto del tratamiento interno del agua de la caldera siendo la función principal del domo inferior la eliminación de éstos, para evitar

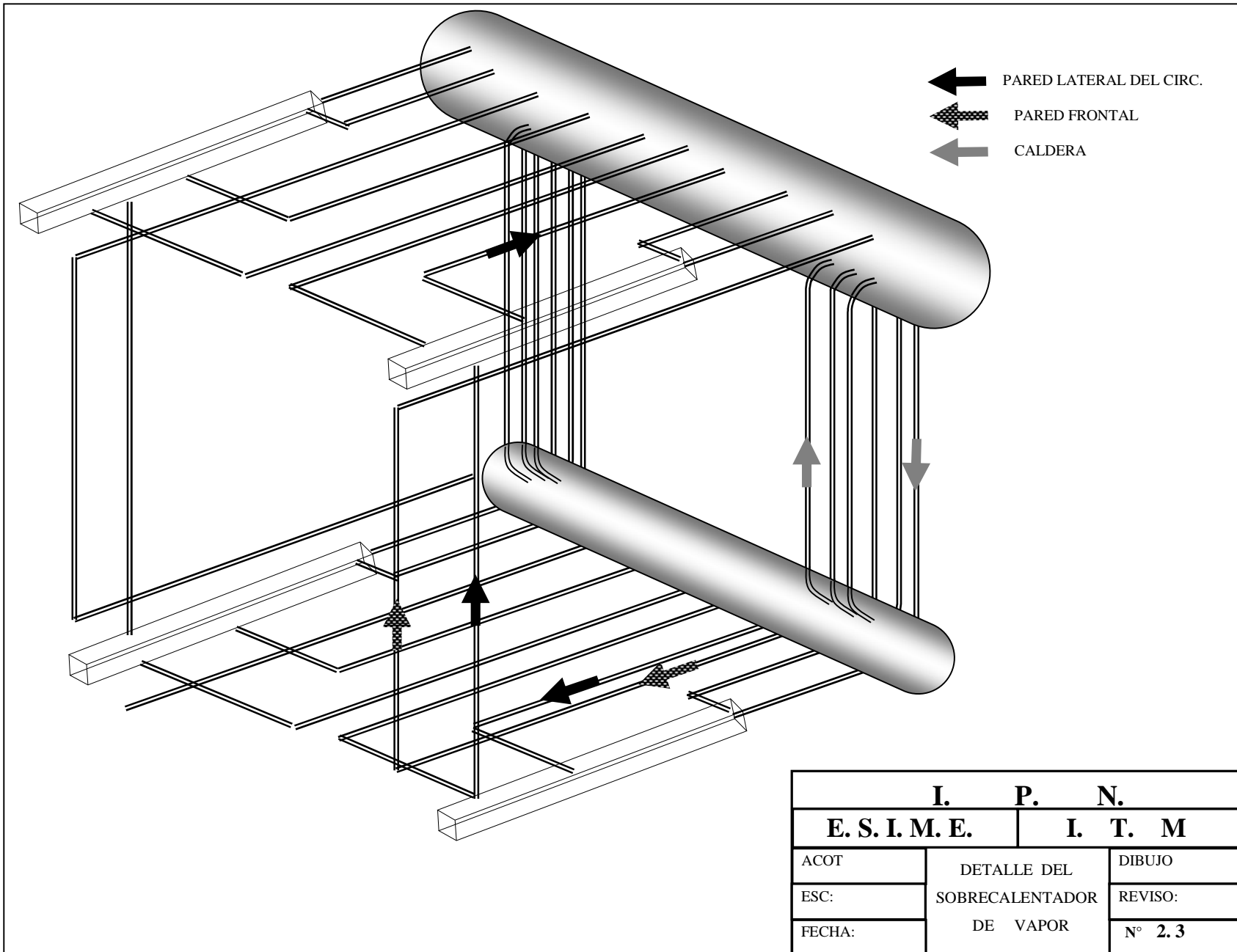
que se depositen en la superficie interior de los tubos incrustándolos ya que al hacerlo, además de bajar la capacidad de transmisión de calor en la caldera, provoca sobrecalentamiento que deforman el tubo y posteriormente al debilitar el material lo rompen.

De modo que para mantener la operación de la caldera en un grado de seguridad alto, es necesaria la eliminación de estos lodos por medio de purgas de fondo o de extracción.

#### SOBRECALENTADOR

Los elementos del sobre calentador son una serie de tubos doblados en forma de serpentín conectadas en paralelo entre domo superior y el cabezal de vapor sobre calentado.

Las calderas BF-601A y BF-601B consta de 39 tubos (serpentes) de sobrecalentamiento de vapor.



## CAPITULO II

DESCRIPCION DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL  
OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL TIRO FORZADO  
Y PRECALENTADOR DE AIRE .



## **2.1 GENERALIDADES.**

La importancia del tiro en las calderas se encuentra en que para mantener la combustión es indispensable suministrar aire y sacar los productos de la combustión del hogar de la misma.

El tiro o flujo de los gases es originado por la diferencia de presiones entre el hogar y el punto de escape de los gases de la caldera.

El tiro es posible conseguirlo por medios mecánicos o naturales.

### **EL TIRO NATURAL**

Es aquel que se lleva a cabo debido a que el peso de los gases de la combustión es menor que el peso del aire que entra al hogar por medio de la chimenea que deberá ser alta en este caso como no interviene ningún medio mecánico se le denomina tiro natural

En unidades industriales como en nuestro caso en particular el tiro se hace por medios mecánicos o sea por medio de ventiladores con los cuales se establece el flujo de aire de la combustión y gases producto de la misma.

Existen dos clases de tiro mecánico:

- 1.- Tiro inducido.
- 2.- Tiro forzado.

## EL TRABAJO DEL TIRO INDUCTIVO.

Es el de sacar los gases de la combustión y hacerlos pasar a través de toda la caldera, para el ciclo de transmisión de calor se cumpla en este caso la presión dentro del hogar es negativa (Respecto a la presión atmosférica).

El ventilador de tiro inducido se localiza entre el hogar y la chimenea de la caldera por lo que está expuesto a elevadas temperaturas y a los daños que le puede ocasionar el hollín.

## EL TIRO FORZADO.

Nuestra Caldera BF-601 A/B trabaja exclusivamente con éste tipo de tiro la función del tiro forzado básicamente se reduce a suministrar el aire necesario para la combustión, siendo la presión de este positiva en su recorrido a el hogar de la caldera antes de llegar el aire al hogar es pasado por un precalentador de aire, con el fin de que el aire que va a el hogar cambie calor con los gases producto de la combustión y evitar así pérdida en nuestra caldera y por consiguiente aumentar la eficiencia.

Los ventiladores de tipo forzado de nuestra caldera son impulsados por motores eléctricos de 200 H.P. 440v, (BF-601-A1/B1) o por los motores (BF-601-A2) de 75 H.P. 440v, (dibujo 2.1)

Dado que la presión en el hogar cuando utilizamos el tiro forzado es positiva la Caldera deberá mantenerse herméticamente cerrada respecto al exterior ya que las presiones dentro de está son ligeramente mayores que la atmosférica.

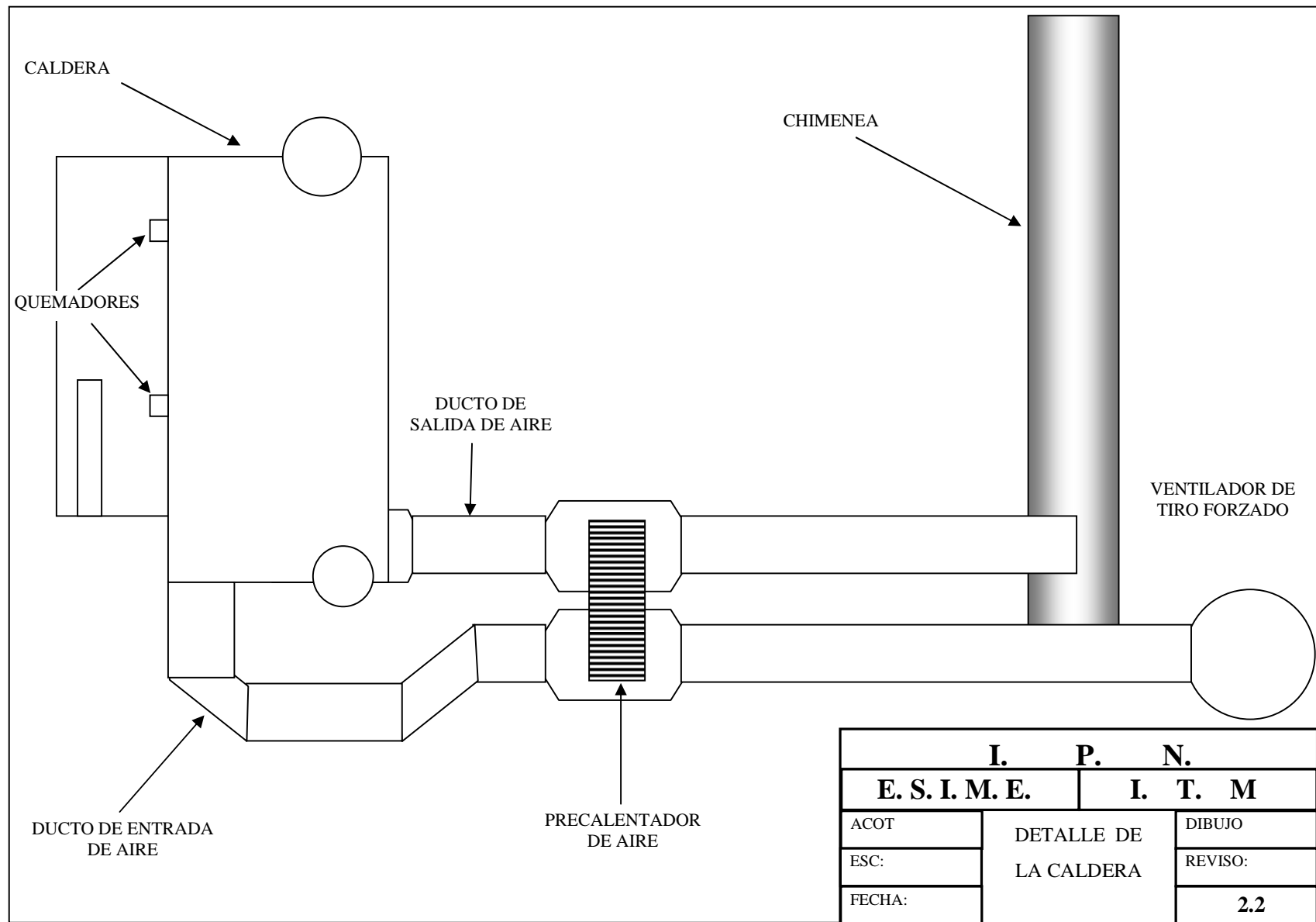
## TIRO BALANCEADO

Las calderas que utilizan los tiros inducidos y forzados, se dice que tiene tiro balanceado.

### **2.2 EL PRECALENTADOR DE AIRE.**

Su función como ya se mencionó antes, es la de recuperar parte del calor que llevan los gases de escape de la caldera.

El precalentador de aire consiste en un rotor provisto de aletas (Como un radiador) las cuales pasan por el ducto de suministro de aire donde cede dicho calore, este rotor con aletas se mantiene girando por medio de un motorcito eléctrico (BF-601 A3/B3) de 440v, trifásico de 3 H.P. adaptado a un reductor de velocidad (Dibujo 2.2)



I. P. N.		
E. S. I. M. E.		I. T. M
ACOT	DETALLE DE LA CALDERA	DIBUJO
ESC:		REVISO:
FECHA:		2.2

## 2.3 DISEÑO DEL TIRO FORZADO

### CASO I

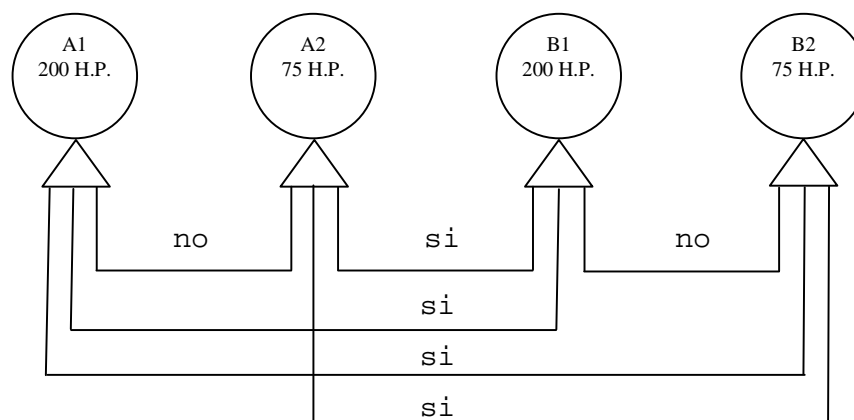
#### LAS CALDERAS EN CONDICIONES NORMALES

- 1.- C.F.E. dentro
- 2.- Las dos calderas trabajando

En estas condiciones, la operación de los motores de las calderas BF-601 A/B podrán llevarse a cabo de la siguiente manera:

- A) No deberán operar juntos los dos motores del tiro de una caldera.
- B) Habrá flexibilidad absoluta entre los dos tiros de ambas calderas.
- C) No operar el interruptor colocado frente al tablero.

A continuación vemos un diagrama de operación de ambas calderas bajo condiciones normales.



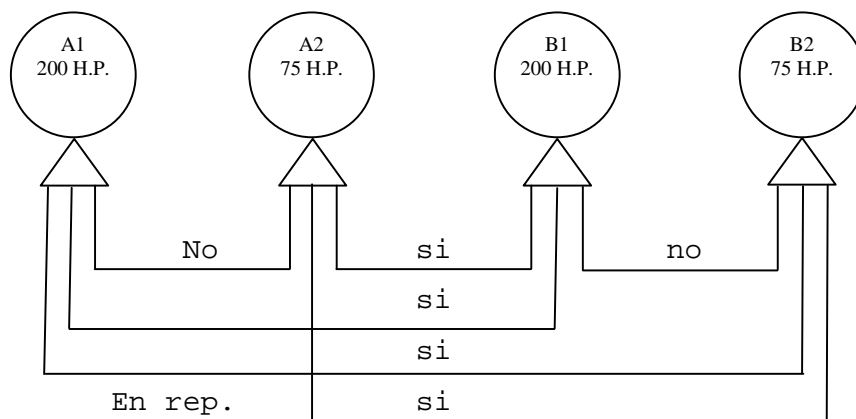
## CASO II

### SITUACION NORMAL ESTANDO EN REPARACION LA CALDERA "A" O LA "B"

En estas condiciones podrán trabajar de la siguiente manera:

- A) No deberán operar juntos los motores del tiro de caldera "B".
- B) Operando la Caldera "B" normalmente; se puede hacer el barrido de la caldera "A" basta poner a trabajar cualquiera de sus dos tiros y procediendo a parar el tiro respectivo y el motor de 3 H.P.
- C) El interruptor que está frente al tablero debe permanecer en off.

El siguiente diagrama nos muestra como se puede operar los tiros de la caldera:



Si estuviera en reparación la caldera "B" las condiciones de operación de los tiros de la caldera "A" serían las mismas que en el caso anterior, se sometieron los motores del tiro de la caldera "B".

### CASO III

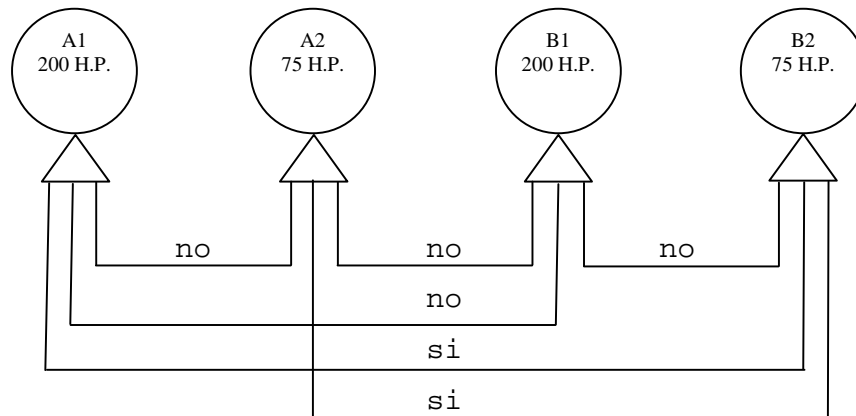
#### OPERANDO LAS DOS CALDERAS EN SITUACION DE EMERGENCIA

- 1.- C.F.E. fuera.
- 2.- Circuito A-10 (PEMEX) dentro.

Bajo estas condiciones los tiros operarán de la siguiente manera:

- A) La caldera "B" solo podrá trabajar con su tiro de 75 H.P.
- B) La caldera "A" podrá trabajar con cualquiera de los motores de su tiro.
- C) Si al ocurrir la falla de C.F.E. cualquiera de las calderas está trabajando con su tiro de 200 H.P. la caldera "A" podrá seguir trabajando con dicho tiro y la caldera "B" podrá trabajar con el tiro de 75 H.P. solamente, para lo cual hay que mover el selector al número 2 y esperar 6 segundos para poder arrancarlo.
- D) El interruptor de enfrente del tablero debe permanecer en posición de off.

A continuación tenemos un diagrama representativo de este caso:



#### CASO IV

#### EN SITUACION DE EMERGENCIA Y UNA CALDERA EN REPARACION

(Situación especial)

- 1.- C.F.E. fuera
- 2.- Circuito A-10 (PEMEX) dentro
- 3.- La caldera "A" en reparación

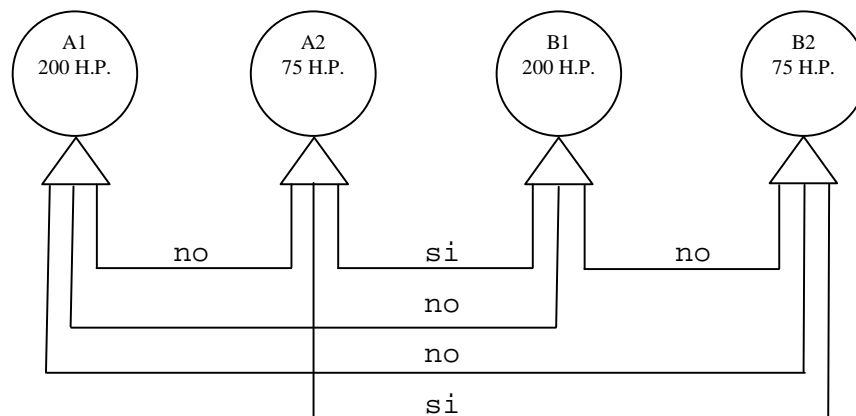
En este caso los tiros podrán operar de la siguiente manera:

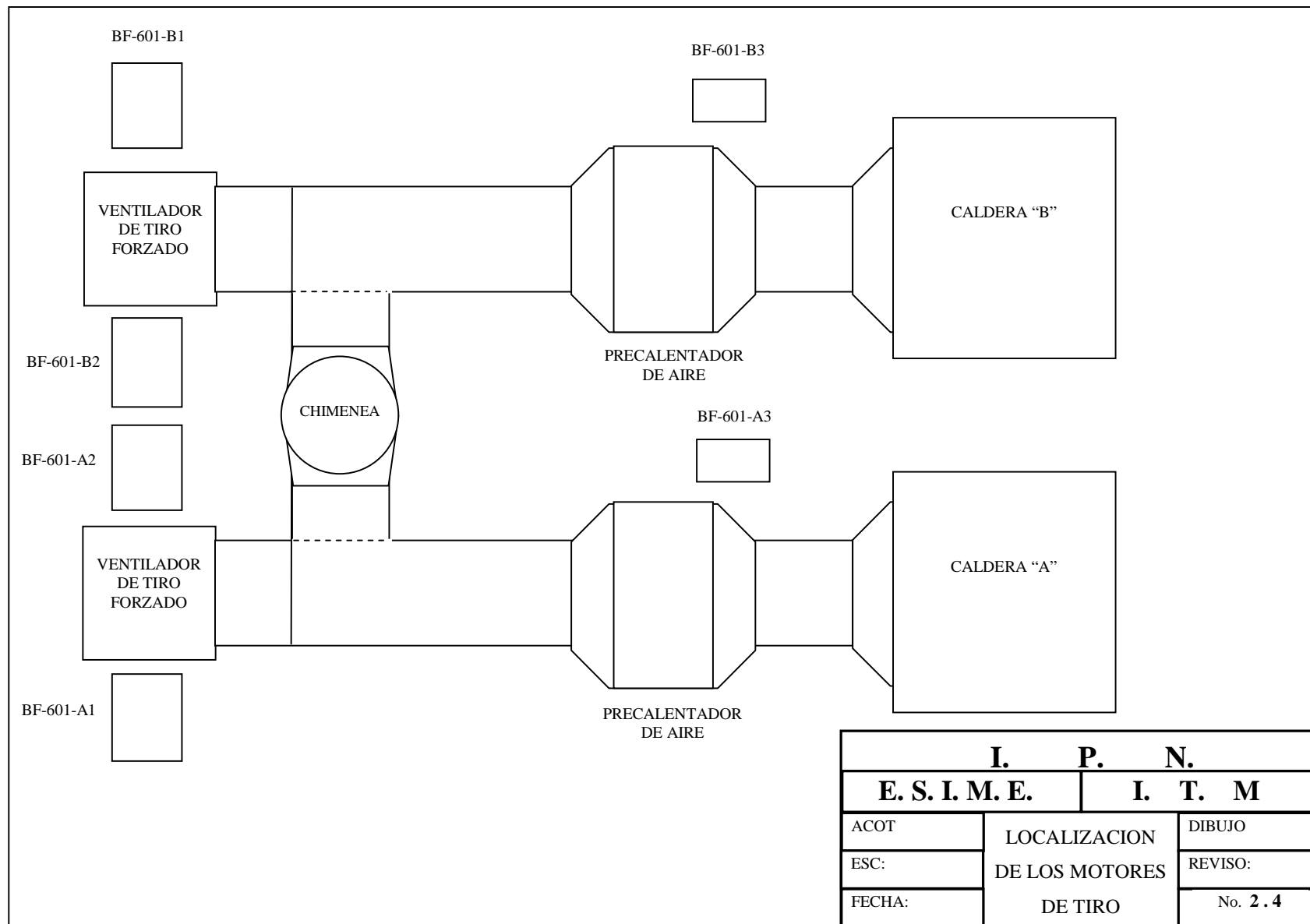
- A) Si al ocurrir la falla de C.F.E. la caldera "B" está trabajando con su tiro de 75 H.P. y se desea seguir trabajando con dicho tiro automáticamente ésta arrancará cuando la alimente el circuito de emergencia A-10 (que viene de refinería), esta alimentación entra instantáneamente, el operador no tiene que accionar absolutamente nada.



B) Si al ocurrir la falla de la C.F.E. la caldera "B" está trabajando con el tiro de 200 H.P. y se desea seguir trabajando con dicho tiro, el operador debe poner el interruptor colocado frente al tablero en posición de ON y oprimir el botón de arranque correspondiente.

A continuación vemos el diagrama correspondiente a este caso:





#### FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE TIRO BF-601-A1.

Al suministrar energía al circuito de control BF-601-A1 (Fig. 2.5) entre las líneas terminal (1) y terminal (2) pasando por dos fusibles de fuerza de protección del transformador de control con relación de transformación 440/110 V., teniendo una presencia de tensión en la terminal (5) pasando por un fusible control hacia la terminal C1 que alimenta a un selector para seleccionar al motor de 200 H.P. o al de 75 H.P.

Al seleccionar el motor de 200 H.P. tenemos una tensión entre la terminal A1 pasando por el botón de para a la terminal C2, al obtener presencia de tensión en la terminal C2, el operador oprime el botón de arranque para mandar a energizar al relevador R y al relevador de tiempo TDI.

Al energizarse el relevador R este manda a cerrar sus contactos normalmente abiertos (N.O.) en las terminales C1 y 6 para energizar al contacto principal del arrancador TVA-1 este cerrando sus contactos normalmente abiertos y abre sus contactos normalmente cerrados (N.C.) para desenergizar o apagar la luz verde en terminal C7 y 5A y energiza o prende la luz roja en terminal C7 y 8ª, este a la vez cierra en terminal 7 y 8 al motor del precalentador de aire y cerrando sus contactos principales TVA-1 normalmente abierto para mandar a operar al motor de 200 H.P.

También en ese mismo instante de oprimir el botón de arranque entre terminal C2 y C3 se energiza el revelador de tiempo TDI para mandar este a cerrar sus contactos de tiempo al mismo instante en terminales C2 y C3, también abriendo sus

contactos de tiempo en terminal 6 y C1 encontrándose este contacto en el circuito de control BF-601-A2

#### FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

##### BF-601-A1

- A) FU-1 y FU-2      Nos sirven para proteger al devanado primario del transformador.
- B) FU-3      Este nos sirve para protección de los dispositivos de control del BF-601-A1 y el devanado secundario del transformador y contra posibles fallas De corto circuito en el sistema.
- C) FU-4      Nos sirve para proteger a la luz piloto roja y la luz piloto verde en caso de posible falla de corto circuito.
- D) C TD1 C      Este nos protege de cualquier error del operador al oprimir el botón de paro. Si esto llegara a suceder, esta protección mandaría a desenergizar a los relevadores R y TD1.
- TD1 cierra al instante al desenergizarse y abre con tiempo al desenergizarse, este tiempo es el que lo protege de posibles fallas.



E) 6 TD1 C

Este abre al instante y cierra con tiempo el circuito de control BF-601-A2, este tiempo no permite que el operador quiera meter al instante el motor de 75 H.P.

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CONTROL  
DEL TIRO BF-601-A2

Al suministrarle energía al circuito de control BF-601-A2 (fig. 2.6) entre las líneas. Terminal No. 1 y No. 2 pasando por dos fusibles de fuerza de protección del transformador mandamos una señal de tensión al transformador de control con relación de transformación de 440 a 110v para alimentar al circuito de control BF-601-A2 teniendo una presencia de tensión en la terminal No. 5 pasando por un fusible de control hacia la terminal No. 6.

Así en la terminal No. 6 y C1 tenemos un contacto en serie normalmente cerrado (N.C.) para protección del mismo control, la terminal C1 llega a un selector CVA que nos sirve para seleccionar al motor de 75 H.P. o de 200 H.P.

Al seleccionar al motor de 75 H.P. existe presencia de tensión en las terminales 1B y C2 pasando por el botón de paro teniendo así un voltaje en C2 el operador se encargará de oprimir el botón de arranque para mandar a energizar al instante el contacto principal TVA-2 este manda a cerrar y a abrir sus contactos normalmente abierto (N.O.) y su contacto normalmente cerrado (N.C.) como se indica a continuación:

Al cerrar entre terminal C2 y C3, el contacto N.O. enclava a los reveladores TVA-2-TD2.

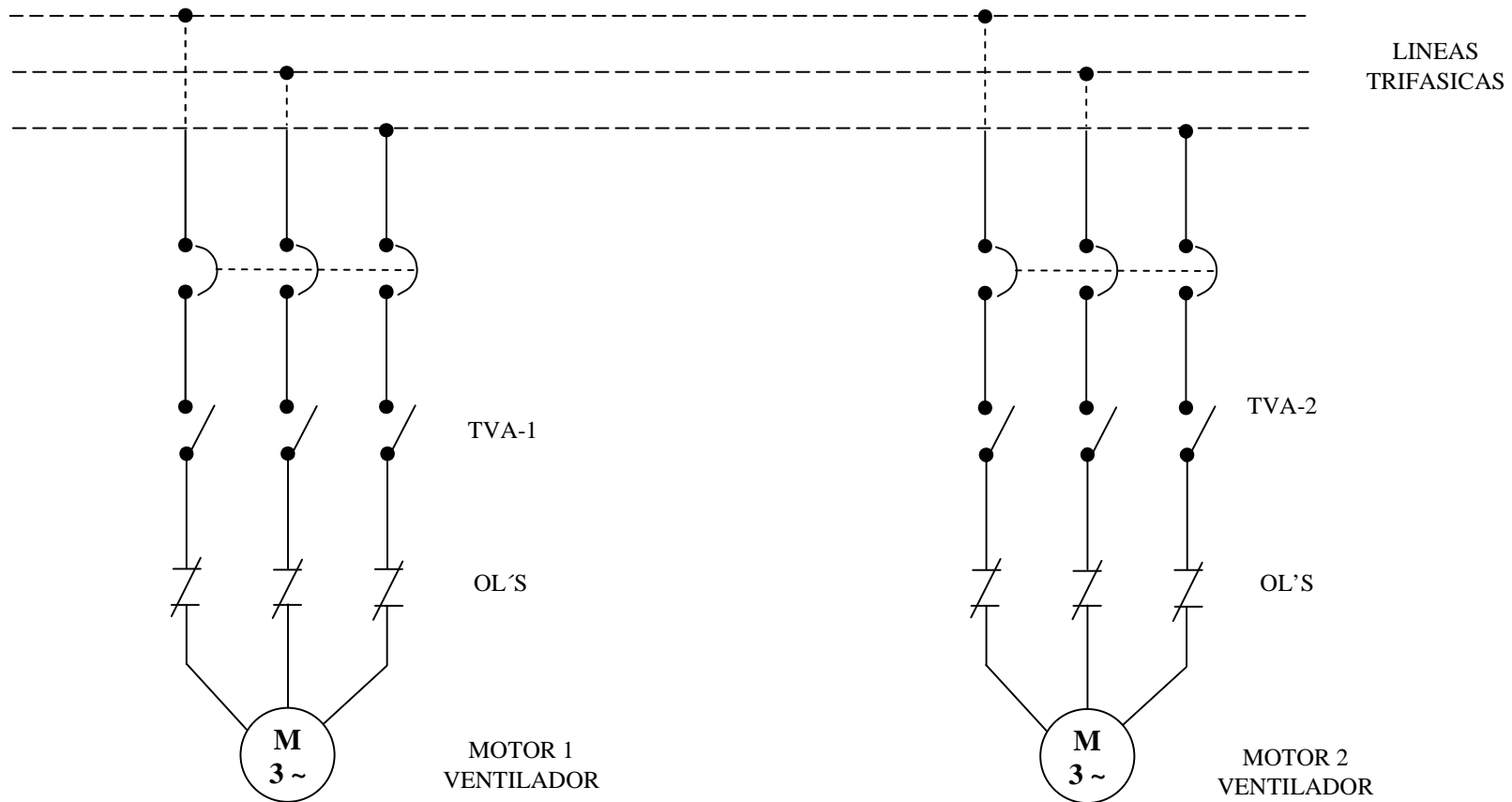
Abre en terminal C7 para mandar a desenergizar la luz piloto verde.

Cierra en terminal C7 y 8B para energizar la luz piloto roja.

Cierra en terminal C7 y 8 su contacto N.O. para mandar a operar en automático al control del precalentador de aire, por último cerrando sus contactos principales TVA-2 para poner a trabajar al motor de 75 H.P. también al mismo instante al oprimir el botón de arranque se energiza el relevador de tiempo TD2 que controla un contacto N.O. en terminal C2 y C3 la cual su función es que al energizarse cierra al instante y al desenergizarse abre con tiempo, ese tiempo se utiliza en caso de posible falla que ocasione al operador al oprimir el botón de paro.







I. P. N.	
E. S. I. M. E.	I. T. M
ACOT	DIAGRAMA DE FUERZA DE
ESC:	LOS TIROS DE BF-601-A1
FECHA:	Y BF-601-A2
	DIBUJO
	REVISO:

## **FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL PRECALENTADOR DE AIRE BF-601-A3**

Al suministrarle energía al circuito BF-601-A3 (Fig. 2.7) entre las líneas Terminal No. 1 y No. 2 a través del fusible de fuerza de protección del lado primario del transformador con relación de transformación de 440 a 110v. para alimentar al circuito BF-601-A3.

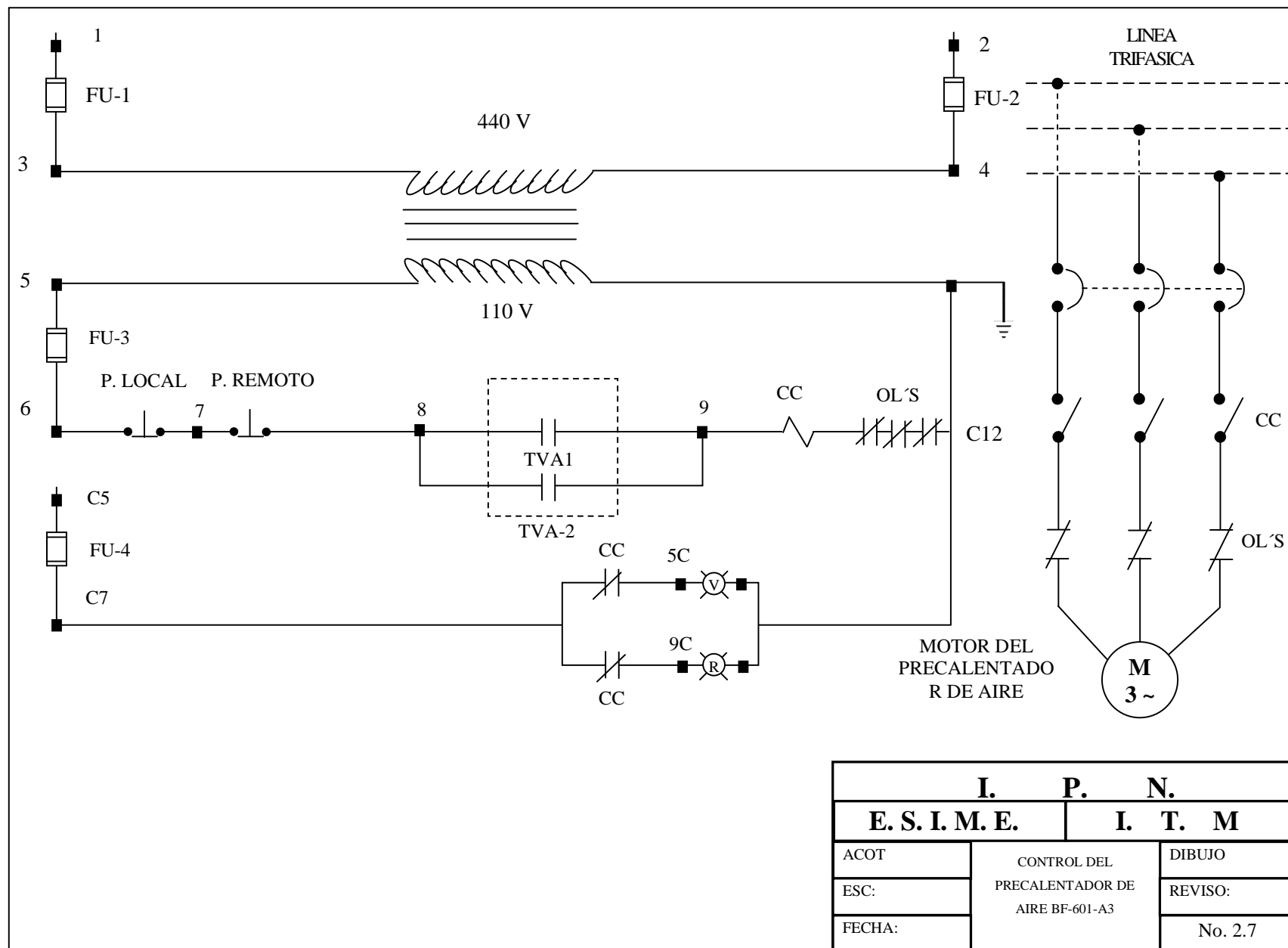
Teniendo una presencia de tensión en terminal No. 5 y pasando por un fusible de control que se encarga de proteger al devanado secundario del transformador y a los dispositivos de control de BF-601-a3 y a posibles fallas de corto circuito en el sistema teniendo en terminal No. 6, 7 y 8; 6 y 7 por el botón de paro local y 7 y 8 por el botón de paro remoto existiendo así un voltaje para que en cualquier momento de que el operador seleccione a través del selector CVA el motor que va a mandar a operar ya sea el de 75 H.P. ó el de 200 H.P. estos contactos cerrando en automático que se encuentra N.O. con nomenclatura TVA-1 o TVA-2.

Energizando así instantáneamente al contacto principal del arrancador CC para que éste a la vez mande a cerrar o a abrir sus contactos como se explica a continuación:

Abre en terminal C7 y 5C para mandar a desenergizar la luz piloto verde.

Cierra entre terminal C7 y 4C para energizar la luz piloto roja y al mismo instante cerrando sus contactos principales del arrancador CC para operar al precalentador de aire.

Fusibles FU-3 y FU-4 nos sirve para la protección de los dispositivos de protección del sistema y para posibles fallas de corto circuito.



### C A P I T U L O III

#### DESCRIPCION GENERAL DE LA CALDERA

### **3.1 LOS GUARDA FLAMA**

El sistema está basado en detectores de rayos ultravioleta de la Electronic Corporation of American (European Division). Estos detectores son sensibles en presencia de rayos ultravioleta cuya fuente es la zona de combustión primaria del gas natural. Los detectores son insensibles a la radiación infrarroja dada por metales incandescentes o paredes de ladrillo.

El sistema de guarda flama tiene un ajuste de sensibilidad para facilitar la distinción de una flama en particular.

### **3.2 EL SISTEMA DE BARRIDO DEL HOGAR**

El barrido del hogar a un flujo de aire controlado y un valor determinado es ajustado por medio de un timbre de precisión y un control de presión diferencial para controlar un flujo de aire efectivo para el barrido.

Estas condiciones deben de satisfacerse antes de iniciar el intento de encendido.

Cada "MACHO" de gas combustible está equipado con un interruptor de presión que forma parte del circuito eléctrico de la secuencia de purga en tal forma que la operación de purga o barrido del hogar puede efectuarse siempre y cuando todos los machos estén cerrados.

Las válvulas automáticas de corte de gas combustible operadas por solenoides de los quemadores principales y los de los pilotos permanecen cerrados (Solenoides Desenergizadas) hasta que el tiempo de barrido es completado. El circuito eléctrico de encendido por chispa se interrumpe si el barrido no ha sido completo.

### 3.3 ENCENDIDO DEL PILOTO

Si el procedimiento de barrido ha sido efectuado de una manera correcta, el solenoide de la válvula de gas puede ser energizada y cualquiera de los cuatro pilotos puede ser encendido por medio del botón respectivo.

Si un tiempo limitado a las condiciones de seguridad, el piloto no es encendido, el suministro de gas será cortado automáticamente.

Los machos de gas combustible están diseñados para que formen parte del circuito de protección con objeto de que si por cualquier causa alguno de ellos fuese abierto, tendrá como consecuencia el corte de gas combustible al desenergizarse la solenoide de mando a la automática de cierre rápido, hacia los cuatro quemadores de la caldera.

Esto sucederá si no hay flama en el piloto. En caso de operar la válvula de corte rápido a cerrar el gas combustible hacia la caldera, será necesario repetir el procedimiento de barrido del hogar con el objeto de expulsar el gas que haya entrado al hogar y ductos de la caldera.

Una vez que un piloto haya sido encendido, se podrá abrir gradualmente el macho gas hacia el quemador principal del piloto que ya tiene flama.

### **3.4 ENCENDIDO DEL PRIMER QUEMADOR**

El encendido del quemador principal se efectúa como ya se describió en párrafos anteriores.

Las fallas de flama en los quemadores son señaladas por alarmas audibles y visuales por medio de una corneta y luces indicadoras en caso de suceder la falla de flama cuando un solo quemador está encendido, deberá procederse a efectuar el barrido del hogar, sin lo cual no se podrá encender ningún quemador puesto que el sistema de protección no lo permitirá.

Cuando la falla de flama ocurra en un quemador, si un mínimo de dos quemadores están encendidos la falla de flama no es por lo tanto total sino es falla de flama parcial y no será necesario efectuar el barrido del hogar.

### **3.5 ENCENDIDO DE QUEMADORES SUCEIVOS.**

Como en el caso del encendido del primer quemador para poder encender los quemadores siguientes, será necesario encender primero el piloto. El sistema de protección no permitirá abrir el macho de gas combustible hacia un quemador cuyo piloto este apagado.

Si falla el procedimiento correcto de encendido sonará la alarma, si no se corrige a tiempo la falla, el sistema de protección actuará apagando totalmente la caldera en este caso, para encender nuevamente tendrá que efectuarse la secuencia de barrido antes de intentar el encendido.



### **3.6 FALLA TOTAL DE FLAMA**

Si falla la flama en todos lo quemadores, la válvula de corte rápido de gas combustible operada por solenoide, cerrará en un lapso de tiempo de 2 a 4 segundos y se encenderá la alarma de falla total de flama sonando la corneta al mismo tiempo.

Antes de intentar encender la caldera deberá efectuarse la secuencia de barrido del hogar.

### **3.7 FALLA PARCIAL DE FLAMA**

Si la falla de flama no afecta a todos los quemadores en servicio y cuando menos dos permanecen encendidos, la válvula de corte rápido de gas combustible permanecerá abierta ya que la presencia de flama en el hogar se considera como una seguridad suficiente contra condiciones peligrosas.

### **3.8 CONTROLES LIMITADORES**

Los siguientes controles limitadores actuaran en el disparo de la caldera sonando la alarma y prendiendo el foco correspondiente:

- 1.- FALLA DEL VENTILADOR DE TIRO FORZADO.
- 2.- BAJO NIVEL DE AGUA EN EL DOMO DE LA CALDERA
- 3.- BAJA PRESION DE GAS COMBUSTIBLE.

Al ocurrir cualquiera de las tres fallas mencionadas anteriormente deberá de efectuarse la secuencia de barrido antes de tratar de encender la caldera.

NOTA: Un círculo conmutador especial permitirá efectuar el cambio de motores eléctricos del tiro forzado sin necesidad de apagar la caldera.

**CAPITULO IV**

**CONSERVACION E INSTRUCCIONES**

**DE LA CALDERA**

#### 4.1 INSTRUCCIONES PARA EL OPERADOR

A) Si la corneta suena cuando el operador cierre al interruptor de la línea para proporcionar corriente, esto significa que un macho de gas está abierto en la línea de flujo para uno o más quemadores.

Checar la situación observando las lámparas de "Machos de gas abierto", entonces proceda a cerrar los machos afectados.

B) Si acaso al intentar abrir determinado macho de gas durante el encendido la alarma suene, cierre el macho.

Entonces inmediatamente investigue la causa de la alarma antes de intentar más maniobras.

C) Si la corneta suena cuando uno o más quemadores son prendidos, esto significa que la falla de flama se ha efectuado en uno o más quemadores, según sea indicado por la lámpara o lámparas de falla de flama, inmediatamente cierre el macho o machos correspondientes indicados por las lámparas de falla, entonces presione el botón de restablecer, prenda el piloto y después el quemador principal.

D) En caso total de flama (Indicado por la lámpara de falla total), primero cierre los machos de gas, entonces presione el botón de restablecer y finalmente efectúe la pre-purga antes de intentar el encendido.

E) Nunca intente encender un quemador con la flama de otro encendido únicamente con la flama de el piloto respectivo.

Recuerda que si la corneta suena, esto significa que el macho que está abierto deberá ser cerrado.

Use las luces indicadores para identificar cual o cuales machos de gas han causado la alarma y deberán ser cerrados.

#### **ANTES DE INTENTAR CUALQUIER OTRA COSA O ACCION.**

Recuerde que la corneta sonará al abrir el macho de gas del quemador donde la flama se ha apagado o se apagó y prende debido a condiciones variables. El único método para silenciar la corneta es cerrando el macho. Entonces se podrá accionar el botón de restablecer y se podrá volver a encender el quemador.

Se ha preferido darle importancia a estas reglas simples, antes de efectuar los procedimientos de purga y encendido debido a que el operador deberá conocer estas reglas antes de intentar el uso del equipo de guarda flama.

#### **I. PREPARACION PARA EL ENCENDIDO DEL PILOTO**

A) Checar que todos los machos de gas en la línea de flujo hacia los quemadores estén completamente cerrados y las salidas hacia los pilotos también cerrarán.

B) Accione el interruptor de la línea en el tablero. Las lámparas indicadoras de línea, tambor de vapor de bajo nivel, baja presión de gas, abanico de tiro forzado, se encenderán.

C) Seleccione el abanico de tiro forzado deseado por medio del interruptor, después arranque el abanico por medio del botón de arranque.

D) Asegurase que el nivel del tambor de vapor sea el específico.

E) Presione el botón de reestablecer las lámparas indicadoras de alarma, se apagaran, exceptuando la de "Baja presión de gas" que permanecerá encendida.

## **II. PRE-PURGA DEL HOGAR**

A) Abra los registros del quemador y ajusta la combustión de flujo de aire a un 40% como máximo.

B) Después de un intervalo de unos minutos, dicha lámpara de prepurga se apagará y la lámpara indicadora de encendido listo, encenderá.

C) Cierra los registros del quemador y rebusca el fluido de aire al mínimo para el encendido

### **III. ENCENDIDO**

A) Cuando todo está listo para el encendido (pero no antes) presione el botón de "abierto" de la válvula de gas operada por solenoide. La lámpara indicadora "válvula de gas abierta" encenderá cuando dicha válvula se abra y un poco después es la lámpara de alarma de "baja presión de gas" se apagará.

B) Presione el botón para encender el piloto (la lámpara indicadora del piloto se encenderá) no suelte el botón hasta que la flama del piloto esté bien establecida.

C) Encienda el principal quemador de gas, abriendo gradualmente el macho de gas apropiado.

D) Ajuste el registro de aire cada vez que se requiera. Repita el procedimiento de encendido para los pilotos y quemadores principales restantes.

### **IV. FALLA EN EL ENCENDIDO DEL PILOTO**

A) El botón para encender el piloto deberá ser accionado hasta que la flama esté bien establecida, pero si la flama no se establece dentro de 10 a 15 segundos será apagado automáticamente. La lámpara indicadora del piloto (piloto encendido) se apagará la lámpara indicadora de falla de flama relativa al piloto, prenderá. La corneta no sonará.

B) Presione el botón de restablecer la lámpara "falla de flama", se apagará. El encendido del piloto podrá repetirse con este a cualquier otro piloto.

## **V. FALLA DE FLAMA**

La falla de flama es señalada por la corneta y la lámpara o lámparas indicadoras de "falla de flama".

Los procedimientos a seguir son:

A) Cierre el macho de gas del quemador o quemadores donde la falla de flama ha sido indicada por las lámparas. La corneta dejará de sonar automáticamente tan pronto como ésta operación se efectúe.

B) Presione el botón restablecer (lámpara o lámparas indicadoras de "falla de flama" se apagarán).

C) Cierre el registro o registros del quemador o quemadores involucrados en la falla de flama, entonces la secuencia normal de encendido del piloto y quemador principal.

Si la falla de flama es total (ningún quemador permanece encendido). Las lámparas indicadoras de "falla total de flama" se encenderán, además de las lámparas de "encendido listo" y "válvula de gas abierta", se apagarán.

En este caso, después de cerrar los machos de gas y reajustar la alarma, efectúe la pre-purga del hogar antes de intentar el encendido.



## **VI. APAGADO TOTAL DEBIDO A LOS CONTROLES DE CORTE.**

Las condiciones siguientes causarán la operación de la válvula de gas inducida por solenoide. Apagando todos los quemadores.

- A) Falla del motor de abanico de tiro forzado.
- B) Bajo nivel del tambor de vapor
- C) Baja presión de gas.

En cada caso, la corneta sonará y la lámpara indicadora respectiva señalará la causa de la falla.

Siga el procedimiento indicado para falla total de flama, pero deberá corregir la condición que ha causado el apagado antes de efectuar la purga.

Después de corregir el motivo de la falla, la alarma deberá reajustarse por medio del botón de reset. Entonces la purga puede repetirse.

Deberá recordarse que "Baja presión de Gas", persistirá hasta que la válvula operada por solenoide se abra después de la purga. Entonces el reajuste de la alarma será automático.

## **VII. CAMBIO DE MOTOR DEL ABANICO POR UNO DE RESERVA**

Esta operación deberá efectuarse sin apagar la caldera pues deberá hacerse sin pérdida de tiempo (dentro de un tiempo de 5 segundos).

Proceder de la siguiente manera:

- A) Coloque el interruptor selector a la posición deseada.
- B) Presione el botón de arranque del abanico seleccionado.

#### **VIII. INTERRUPTOR PARA APAGAR EN EMERGENCIA**

En caso de emergencia, todos los quemadores pueden ser apagados simultáneamente desde el panel, abriendo el interruptor para apagar en emergencia. Todos los machos de gas deberán ser cerrados por el operador.

Para volver a encender, cierre el interruptor de emergencia, presione el botón de restablecer, entonces repita el procedimiento de pre purga y de encendido.

#### **4.2 CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE GUARDA FLAMA DEL PANEL.**

Deberá tenerse precaución de que no exista filtración de polvo o condensación en el panel de control, el cual deberá inspeccionarse periódicamente.

##### **LOS RELEVADORES**

- A) Los contactos de los relevadores deberán limpiarse periódicamente y un programa rutinario de mantenimiento deberá establecerse.
- B) Uso solamente líquidos apropiados. No use abrasivos en los contactos a menos que se estén severamente flameados.
- C) Deberá tomarse la precaución de no doblar o vencer los contactos, los cuales han sido ajustados con precisión y no será necesario ajustarlos durante la vida del relevador.

##### **GUARDA FLAMA**

- A) El 25SU5-UV control está completamente transitorizado y basado en un circuito estampado de larga duración, el cual no requiere mantenimiento. El mantenimiento está limitado al relevador maestro y los contactos de los relevadores.
- B) Efectos de la humedad, para proteger el circuito eléctrico en contra de fuga de resistencia debido a excesiva humedad, es recomendable que exista energía

C) continuamente en control, aún cuando no está en operación. Si es necesario apagar completamente, por un periodo extenso de tiempo, la energía deberá conectarse 48 horas antes de encender.

### 4.3 COMO USAR EL SISTEMA DE COORDENADAS

El diagrama está dividido por coordenadas que sirven para identificar rápidamente la posición de los contactos de un relevador en particular y además serán útiles para la descripción que sigue a continuación:

En el diagrama, en la parte inferior, hay unos cuadros que tienen el mismo número de los relevadores y está dividido en dos columnas, marcadas con las letras A y C. en la columna A están las coordenadas de los contactos normales abiertos.

Esto hará posible encontrar rápidamente y con facilidad los contactos de un relevador dado.

Los contactos de los tiempos retardados son marcados con una flecha, la cual indica el sentido de los tiempos retardados (retardo en cierre o abertura de los contactos, según el caso).

Todos los contactos de los relevadores son mostrados en la posición que tiene al estar sin energía eléctrica el relevador y todos los interruptores en la posición que tienen cuando los machos de gas combustible estén cerrados.

#### **4.4 CORRECCIÓN DE FALLA EN DISPARO DE LA CALDERA.**

- A) Falla al encender el primer quemador no detecta flama el relevador de carga RL1. Manda a desenergizar al relevador RCA ya que éste es sostenido por medio de contacto N.O. RL1.
- B) En caso de falla de flama en el relevador RA1 se desenergizará cuando los contactos de RL1 en la coordenada 73 abran la alarma sonará indicando que el macho está abierto, el operador deberá cerrar el macho para silenciar la corneta. La lámpara LF1 se prenderá en la coordenada.
- C) Si al oprimir el botón de arranque de encendido PA1 se prende la lámpara indicadora de piloto encendido LF1 durante 10-15 segundos el operador mantendrá operando otro tiempo hasta que el detector de flama detecte la flama del piloto y energice el relevador RL1.
- D) Antes de encender el piloto el operador abre por error el macho. El relevador RM1 se energizará y la corneta sonará corrigiendo esta falla procediendo a cerrar el macho.
- E) Falla total de flama si existe baja presión de gas falla el abanico de tiro forzado o bajo nivel de agua el RL1-RL4 se desenergizará dentro de un tiempo de 2 a 4 segundos sacando fuera de servicio al RA1 -RA4, RCA.
- F) Si llegara a fallar el ventilador de tiro forzado éste mandará abrir sus contactos N.C. en la coordenada 14 para desenergizar el relevador de tiempo RTA y al relevador R. El relevador R manda una señal de falla instantánea.

El relevador de tiempo tiene determinado para hacer el cambio de motores de tiro forzado o por posible falla de parpadeo en el sistema.

## **CAPITULO V**

### **PROTECCION DEL CONTROL ELECTRICO DE LA CALDERA**



### **5.1 ENERGIA SUMINISTRADA AL PANEL.**

Al cerrar la línea ILA al instante mandamos a energizar la lámpara indicadora de circuito eléctrico en funcionamiento llegando la energía en las terminales 2 y 4 (2 neutro) (4 línea).

De los cuatro sistemas detectores de flama electrónicos 25SU5 estando energizados listos para operar en cualquier instante de la detección de flama.

También al mismo instante de cerrarse ILA se energizan los relevadores RP1, RP2, RP3 y RP4 de los respectivos quemadores, encontrándose desenergizados. En el caso del relevador RP1 tiene contactos normalmente abiertos (N.O.) en las coordenadas: 33, 71 y 76.

Coordenada 33 manda a cerrar su contacto N.O. para poner en cualquier momento a operar el relevador de tiempo RI.

En caso de falla en la coordenada 71 manda a cerrar su contacto N.O. en la terminal 114, 116, y por último en la coordenada 76 cerrando sus contactos N.O. en terminales 22 y X1 para poner en cualquier momento a funcionar el transformador de ignición y la VP1, LP1 (lámpara indicadora).

En el caso de la caldera de la planta de amoniaco número 2 se tienen dos motores de tiro forzado por medio de un selector CVA teniendo primero el PM-VA1 arranque del TVA-1 de 200 H.P. y PM-VA2 arranque del TVA-2 de 75 H.P. y una de precalentador de 3 H.P.

Tomamos como selección al motor de 200 H.P. y oprimimos el botón de arranque PM-VA1 energizando al arrancador del tiro forzado para que este mande a cerrar sus contactos de enclavamiento en la coordenada 11, 14, (N.O.) cerrando sus contactos N.O. en la terminal 6A y 7A y en la coordenada 22, este a la vez cierra sus contactos N.O. para energizar la lámpara roja indicadora de motor operando y abre su contacto N.O. en la coordenada 23 desenergizando la luz verde indicadora, al instante de que este arrancador cierra y abre sus series de contactos en la coordenada 14 energiza al relevador de tiempo RTA en paralelo al relevador R, al energizarse el RTA tiene un contacto N.O. coordenada 16 que cierra al instante y abre con tiempo, al desenergizarse el relevador R se utiliza un detector de falla instantánea al ocurrir alguna anomalía en los arrancadores, lechando y prendiendo la lámpara indicadora.

## **5.2 PURGANDO EL HOGAR DE LA CALDERA**

Al iniciar el tiempo de purgado, oprimimos el botón de arranque PR energizando al relevador RR, por un instante determinado el relevador cierra y abre una serie de contactos en coordenadas 16, 18, 53, 70, 82, 94, 106.

Coordenada 16 energiza al relevador R1A del ventilador de tiro forzado operando. El relevador R1A manda a abrir sus contactos N.C. coordenada 26 indicación de flujo de aire en condición y R2L en coordenada 27 de bajo nivel del domo en condiciones cerrando en coordenada 41 para tiempo de purga, teniendo el PAL como un microinterruptor (suficiente flujo de aire para barrido) y estando éstas condiciones al 40% oprimimos el botón de arranque PL, se energizan los relevadores TL, MTl (Tiempo de purga) indicando una lámpara LIC de purga en inicio.

Relevador TL cierra sus contactos en coordenadas 41 y 44.

Relevador MTL cierra sus contactos en coordenadas 42 N.C. 44 N.C. con tiempo de purga de 2 minutos.

Energizando el relevador RCA (relevador de carga de falla total de flama) indicando la lámpara LCA de lista para encendido o final de purga.

Teniendo energizado este relevador RCA con condiciones de contacto abiertos y cerrados en coordenadas 48, 54, 71, 83, 29, 42, 95 y 107.

Coordenada 42.

Desenergizando los relevadores TL y MTL para protegerlos de posibles daños.

Coordenada 48.

Cierra para enclavamiento del mismo.

Coordenada 29.

Abre para posible falla de flama total en los quemadores.

Coordenada 54.

Cierra para poner en funcionamiento la válvula solenoide principal de gas VGG y abre presionando al cabezal de gas de los quemadores oprimiendo el botón de arranque PVG y actuando la válvula solenoide principal de gas y abriendo y presionando al cabezal de gas y energizando al relevador RVG (Relevador de válvula de gas) y abriendo la válvula general de gas VGG en coordenada 56 y 55 como enclavamiento de el mismo.

Coordenada 71.

Prepara para el inicio del encendido de la válvula piloto de los 4 quemadores.

Coordenada 65

Cierra para mandar señal de entrada de gas a la caldera.

Coordenada 54.

Tiempo en que la válvula está presionando el cabezal de gas.

Coordenada 20.

Se energiza el relevador R2G puesto que tiene un micro interruptor cierra cuando hay suficiente presión en el cabezal de gas y después de purga.

El relevador R2G tiene el siguiente funcionamiento:

Coordenada 21

Arranque del mismo relevador.

Coordenada 28

Apaga la luz indicadora de baja presión de gas.

Coordenada 55

Contacto de enclavamiento R2G energizado y la válvula solenoide abierta.

### 5.3 ENCENDIDO DE LOS RESPECTIVOS PILOTOS

Presionando EL botón PA1 el circuito de arranque del relevador de carga RL1 que se completa con un guarda flama electrónico.

Relevador RL1 energiza a través de la terminal al detector de flama electrónico y los contactos de RL1 en coordenada 73 cerrarán mandando una señal a la luz indicadora LP1 de válvula piloto energizada (abierta). Energizando al relevador y suministrándole energía de 127 V.C.A. al transformador de ignición TRA1 con salida de un ARC de alta tensión de 6000v que es mandado al cabezal del piloto abriendo al mismo instante también a la VP1.

En el circuito electrónico de la caldera tenemos dispositivos de protección que son:

- FLUJO DE AIRE POR R1A
- BAJO NIVEL EN EL DOMO R2L
- BAJA PRESION DE GAS R2G
- FALLA TOTAL DE FLAMA POR TA1, TA2, TA3, TA4 Y RCA

El contacto RL1 en la coordenada 45 es también cerrado derivando el contacto RPL en la coordenada 44 las series de contactos del relevador RA1 N.O. y N.C. son como se describen a continuación:

Coordenada 33.

Abre su contacto y prepara para posible falla en los quemadores.

Coordenada 37.

Abre su contacto y también prepara para posible falla que exista en los respectivos quemadores

Coordenada 55

Cierra su contacto manteniendo el relevador RVG y VGG energizados poniendo un by-pass al contacto del relevador RPL que abre cuando los quemadores son encendidos este es controlado por el relevador RM1-RM4 que energizan al relevador RPL.

Coordenada 69.

Cierra manteniendo energizado al relevador TA1 auto sosteniéndose en el circuito a través de su propio contacto.

Coordenada 70

Mantendrá aunque salga el relevador RA1.

El relevador TA1 teniendo en la coordenada 29 su contacto N.O. cerrándolo para posible falla de flama en los quemadores.

Coordenada 68.

Teniendo un contacto N.C. de tiempo controlado durante el encendido de los quemadores para abrir y desenergizar al relevador RP1 para que este ayude hacer su secuencia de operación a la cual corresponde sacar a la lámpara indicadora LP1, al transformador de ignición TRA1 y por último a la válvula piloto VP1. Desenergizando al instante a los 3 dispositivos.

NOTA: Esto sucederá después del encendido de los quemadores. El arco de alta tensión causará normalmente un encendido instantáneo de la flama del piloto de la cual es detectada por el quemador UV1 coordenada 76 mandando una señal en el detector electrónico, entre la C y L para mandar a energizar el relevador RL2 incorporado en el guarda flama, quedando en el relevador RL1 sostenido a través de los contactos RL2-2 y RL1-3.

#### 5.4 ENCENDIDO DEL QUEMADOR

Abrimos lentamente el macho del quemador para cerrar el micro interruptor MG1 energizando el relevador RM1 teniendo éste las siguientes coordenadas:

Coordenada 33

Manda a cerrar y prepara en posibles fallas en el sistema.

Coordenada 37

Cierra para prepararse a posibles fallas.

Coordenada 77

Cierra para mandar la lámpara indicadora de quemador encendido LM1.

Coordenada 71

Abre para mandar a sacar mediante la terminal 110 y 106 el detector de flama.

Coordenada 49

Cierra para energizar el relevador RPL y este manda a cerrar sus contactos y a abrirlos a la vez, quedando el quemador encendido y la caldera en operación.

## **CONCLUSIONES**

Toda caldera debe ser protegida al máximo de sus límites de protección para el mejor funcionamiento de la misma y protección del personal que la opera debido a que estas calderas son productoras de vapor. Una caldera debe proteger de un 80% a un 90% de su vida mediante dispositivos de protección y tener en cuenta de no usar protecciones que no tengan ninguna función al sistema eléctrico o de operación minimizando así el pedir material inadecuado.

## **SUGERENCIAS**

Para mejoras se deben eliminar una serie de relay y estos una serie de contactos y mantener un amplificador de señales mas preciso que tenga una sensibilidad mejorada para detectar la flama del piloto y quemador y poder así mejorar el sistema de protección de ésta Caldera.



## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- CARL D. SHIELDS  
CALDERAS
- 2.- CHARLES DONAL S.  
PLANTAS DE VAPOR
- 3.- FRANCO TOSI  
MANUAL DE FABRICANTE
- 4.- I. M. P.  
OPERACIÓN DE CALDERAS