

Escuela Superior Politécnica del Litoral

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA



“Análisis comparativo de los Controles Eléctricos de Quemadores aplicado a la Central Térmica Esmeraldas”



TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del TITULO de INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: POTENCIA

PRESENTADA POR:

Miguel Edward Mite Vernaza

Guayaquil - Ecuador

1.986

AGRADECIMIENTO

Al Ing. ADOLFO SALCEDO GUERRERO,
Director de Tesis, por su ayuda
y colaboración para la realización
de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS HIJOS :
MICHELLE Y ROBBY

Para que tengan un apoyo
en sus esperanzas y les
sirva de incentivo en sus
vidas.



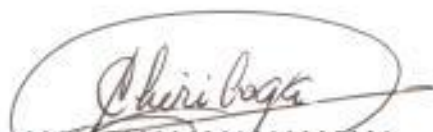
.....
Ing. Gustavo Bermúdez Flores
SUB-DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA ELECTRICA



.....
Ing. Adolfo Salcedo G.
DIRECTOR DE TESIS



.....
Ing. Jorge Flores Macías
MIEMBRO PRINCIPAL



.....
Ing. Jorge Chiriboga V.
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



.....
MIGUEL EDWARD MITE VERNAZA

RESUMEN

El diseño del sistema de control de quemadores, está íntimamente influenciado por varios factores, entre los cuales es fundamental la planificación de la generación.

En los años futuros, el Instituto Ecuatoriano de Electricificación (INECEL) sólo tenderá a la generación hidroeléctrica; por lo tanto las unidades térmicas a vapor no se incrementarán, excepto en el caso de la Central Termoeléctrica de Esmeraldas, donde existe una unidad de 125 MW, que es la térmica de mayor capacidad en el país y con perspectiva de instalar una gemela en caso de que el Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.) así lo requiera. Es la intención de esta tesis tratar de esbozar ciertos criterios de diseño para un sistema de control de quemadores que sirvan de apoyo para una instalación térmica a vapor en el país, o que ayudará a modificar los sistemas de controles de quemadores existentes en las otras unidades a vapor del país.

Partiendo de la información técnica y práctica obtenida de la Central Térmica "Estero Salado", donde se encuentran instaladas dos unidades de generación a vapor de 73 MW, y de la Central Térmica "Esmeraldas", donde existe una unidad de 125 MW, y además teniendo en cuenta la expansión

térmica en el país, se tratará de obtener un sistema de control de quemadores que se acople más a los requerimientos del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.).

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE ESQUEMAS LOGICOS	X
INDICE DE FIGURAS	XI
INTRODUCCION	12
CAPITULO I	
CRITERIOS DE DISEÑO	14
1.1 Control manual	15
1.2 Control manual con detector de llama de an- torcha	15
1.3 Control manual con detector de llama principal y de antorcha	17
1.4 Control de secuencia manual remota	19
1.5 Control de secuencia automática	21
1.6 Sistema ejecutivo	24
1.7 Detección de llama	26
CAPITULO II	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE QUEMADORES Y DE COM- BUSTION	28
CAPITULO III	
LOGICA DEL DISEÑO	37
3.1 Barrido hogar	38
3.2 Bloqueo caldera	44
3.3 Válvulas de bloqueo	52

	<u>Pág.</u>
3.3.1 Válvula de bloqueo diesel oil antorchas	52
3.3.2 Válvula de bloqueo diesel oil quemadores	57
3.3.3 Válvula bloqueo fuel oil	60
3.4 Secuencias de encendido	63
3.4.1 Secuencia encendido antorcha	63
3.4.2 Secuencia encendido quemador diesel oil .	68
3.4.3 Secuencia encendido quemador fuel oil, primer y segundo piso.	73
3.5 Recirculación de emergencia	77
3.6 Bloqueo quemador	79
3.7 Falta carga eléctrica	84
3.8 Ventiladores y registros	86
3.8.1 Ventiladores de aire para enfriamiento de los detectores de llama	86
3.8.2 Ventilador de aire para las antorchas. .	90
3.8.3 Registros	92
CAPITULO IV	
PRUEBAS PREVIA A LA PUESTA EN MARCHA	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFIA	117

INDICE DE ESQUEMAS LOGICOS

<u>Nº</u>		<u>Pág.</u>
1	SIMBOLOGIA	39
2	BARRIDO HOGAR	40
3	BLOQUEO CALDERA	45
4	PRIMERA CAUSA DE BLOQUEO	51
5	VALVULA BLOQUEO DIESEL OIL ANT.	53
6	VALVULA BLOQUEO DIESEL OIL	58
7	VALVULA BLOQUEO FUEL OIL	61
8	SECUENCIA ENCENDIDO ANTORCHAS	67
9	SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR DIESEL OIL	69
10	SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR FUEL OIL PRIMER PISO	75
11	SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR FUEL OIL SEGUNDO PISO	76
12	RECIRCULACION EMERGENCIA	78
13	BLOQUEO QUEMADOR	81
14	FALTA CARGA ELECTRICA	85
15	VENTILADORES Y REGISTROS	87
16	VENTILADOR ANTORCHAS	91
17	REGISTROS	93

INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>Pág.</u>
1	CONTROL MANUAL DE QUEMADORES DE COMBUSTIBLE	16
2	CONTROL MANUAL CON DETECTOR DE LLAMA DE ANTOR CHA O ENCENDEDOR	18
3	CONTROL MANUAL CON DETECTOR PRINCIPAL Y DE ANTORCHA	20
4	CONTROL DE SECUENCIA MANUAL REMOTA	22
5	CONTROL DE SECUENCIA AUTOMATICA	23
6	SISTEMA EJECUTIVO	25
7	DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE Y GASES	35
8	FLUJO DE COMBUSTIBLES E INTERBLOQUEOS	36
9	VENTILADORES	89

INTRODUCCION

La instrumentación y los controles son una parte esencial de toda instalación generadora de vapor. Ellas sirven para asegurar, economizar y operar confiablemente el equipo. Ellas están dotadas desde simples dispositivos manuales, hasta un completo control automático del caldero. La rama de instrumentación y el control es en consecuencia diversa y extensa, de allí que este estudio sólo trata de una parte del sistema de control de caldera; del sistema de control de quemadores.

Se conoce que es teóricamente posible operar una caldera satisfactoriamente con control manual, sin embargo el operador deberá mantener una vigilancia constante y tediosa, además de que requiere tiempo para responder a la corrección de disturbios, y esto puede llevar a una sobrecorrección con futuros sobreajustes de la caldera. Un controlador automático, tiene la ventaja sobre el control manual de no experimentar tedio, por ejemplo, además de que una vez ajustado apropiadamente, debe siempre hacer las correcciones necesarias para minimizar los disturbios o proteger el equipo, por lo tanto será más confiable y adecuado.

Los sistemas de control de quemadores de varios tipos, son aplicados a casi todas las calderas, para prevenir la

operación de una caldera cuando existen condiciones peligrosas, así como también para asistir al operador en arranques y paradas de quemadores y del equipo de combustión.

La función más importante del control de quemadores es prevenir explosiones dentro del hogar, lo cual podría amenazar la seguridad del personal operando y ocasionar daños a la caldera misma, de allí que como se verá más adelante surgen los criterios de barrido de hogar, petición de ventilación natural, bloqueos de caldera por : falla de combustibles, falla de llama, falta de aire de combustión y otras causas más.

El sistema de control, debe también prevenir los daños a los quemadores y equipo de combustión, desde la mala operación hasta los disparos falsos del equipo de combustión cuando no existe una condición verdadera de inseguridad.

Otros factores importantes en la filosofía del diseño de un sistema de control de quemadores son la localización de paneles, métodos utilizados en el arranque y parada, operación y control del equipo de combustión.

Es importante que todos estos factores mencionados sean incluidos en el diseño de un sistema de control de quemadores.

CAPITULO I

CRITERIOS DE DISEÑO

El equipamiento de la caldera y su protección es función directa de su capacidad e importancia, tal es el caso de que para calderas consideradas pequeñas (unidades de hasta 70 MW) se tienen diseños diferentes de calderas consideradas como de tipo mediano (unidades de hasta 330 MW).

Basaremos nuestro estudio en unidades de vapor con calderas consideradas tipo mediano y que ciertos cambios podrían aplicarse a calderas de otras capacidades. En todo caso el estudio aquí mencionado se basará casi exclusivamente a calderas medianas, ya que será antieconómico y antitécnico usar unidades de generación térmica pequeñas, debido por ejemplo a la relación de rendimientos de las unidades pequeñas y medianas o a la diferencia del equipo de control mismo.

Antes de señalar las características del equipo de protección y la lógica de operación que debe tener el sistema de control de quemadores, es necesario conocer los diferentes elementos que ayudan a controlar y proteger a los quemadores y en consecuencia a la caldera. En definitiva veremos los diferentes tipos de control de quemadores.

1.1 CONTROL MANUAL

Con un control manual completo, como el de la Figura 1, es necesario operar el equipo de quemadores desde plataforma misma donde se encuentran los quemadores. El posicionamiento adecuado de los componentes del quemador es realizado manualmente. Todos los chequeos de condiciones existentes, dependen en forma directa de la observación y evaluación del operador de caldera. Deberá entonces existir una buena comunicación entre el operador de caldera y el cuarto de control principal, donde generalmente se encuentra el ingeniero de operación y un tablerista. Esta comunicación será necesaria especialmente para coordinar el arranque y parada del equipo de quemadores, así como para el control del mismo en condiciones anormales tales como rechazos de carga, disparos de unidad o problemas propios en la caldera.

El control y supervisión manual son usados en viejas calderas ya que en la actualidad se prefiere el control automático o semiautomático de quemadores.

1.2 CONTROL MANUAL CON DETECTOR DE LLAMA DE ANTORCHA

El primer paso para mejorar el sistema de control de quemadores es la aplicación de un sistema semiautomático de encendido que incluye un detector de llama

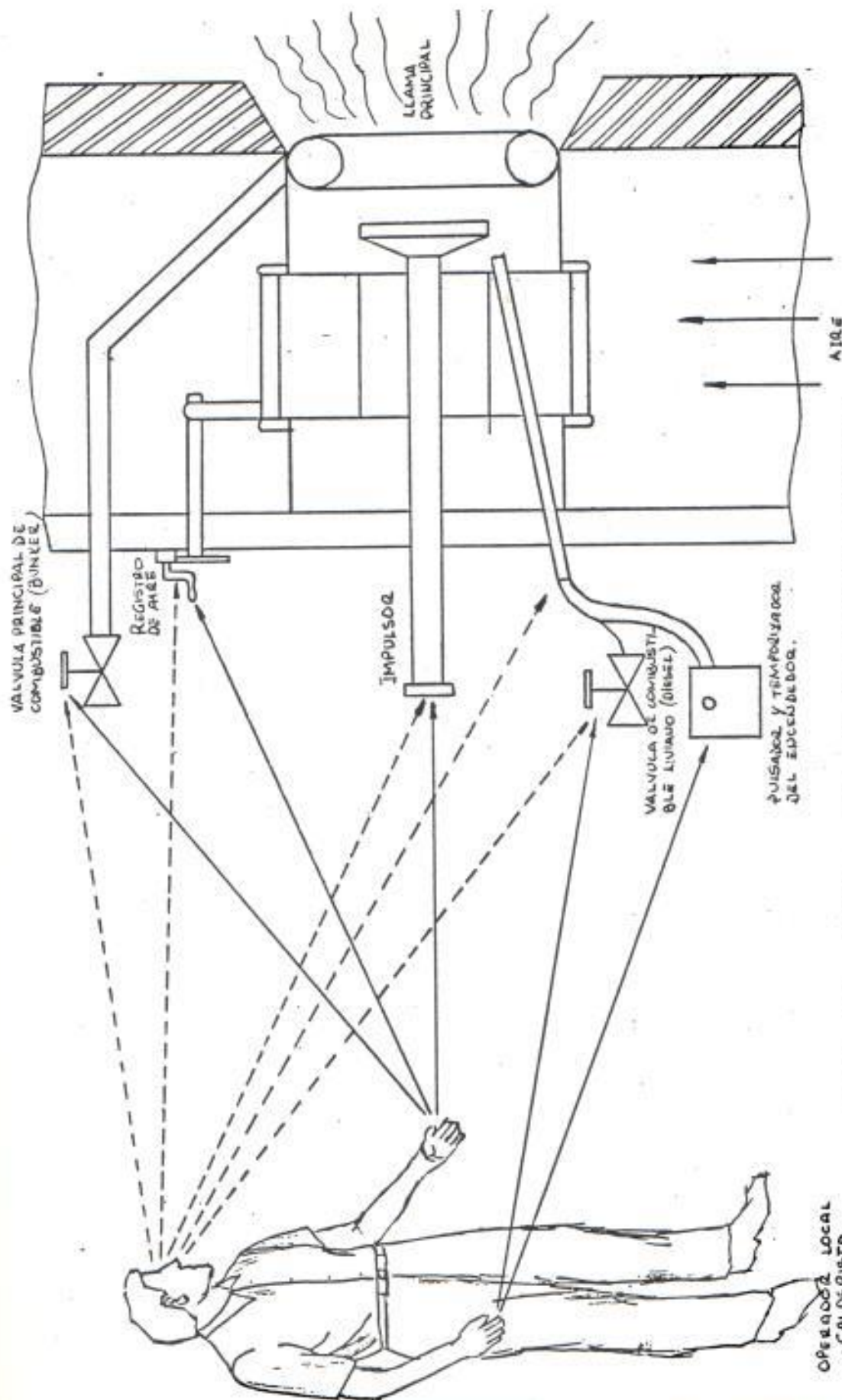


FIGURA Nº 1 CONTROL MANUAL DE QUEMADORES DE COMBUSTIBLE

de antorcha y su respectivo sistema de interbloqueo, tal como se muestra en la Fig. 2.

Deberá iniciarse el encendido de la antorcha desde el panel local, asumiendo primero que están satisfechas las condiciones de preencendido y los interbloques por barrido del hogar. Una vez que la antorcha es arrancada el sistema detector de llama de la misma, da la señal permisiva para la introducción del combustible a ese quemador.

Los detectores de llama para antorchas en servicio son recomendados por la Boiler Furnace Explosions Committee of the NFPA (National Fire Protection Association)- U.S.A. que establece las normas para la protección de los hogares de las calderas.

Para este tipo de sistema limitado, el equipo de combustión deberá ser operado sólo desde la plataforma de los quemadores, así como con un control manual completo.

1.3 CONTROL MANUAL CON DETECTOR DE LLAMA PRINCIPAL Y DE ANTORCHA.

Algunas calderas que utilizan quemadores para combustible líquido o gaseoso son protegidas por un siste-

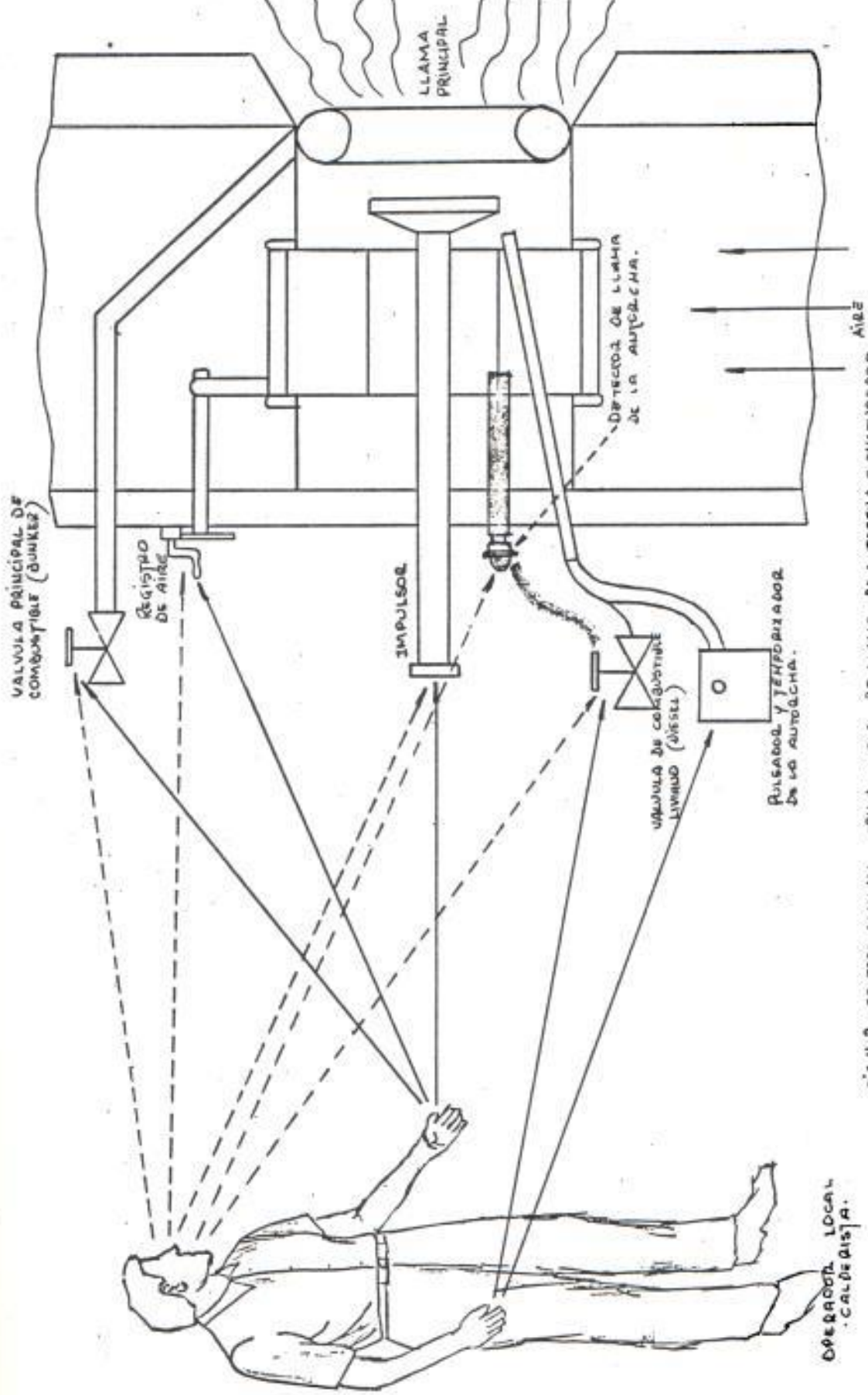


FIG. 102 CONTROL MANUAL CON DETECTOR DE LLAMA DE AUTOCHAMA O ENCENDEDOR.

ma de disparo e interbloqueo de quemadores usando detectores individuales instalados en cada uno de los quemadores y válvulas de disparo desde la detección de la llama principal (véase Fig. 3).

El encendido es iniciado desde un panel local con operación manual de los registros que permiten chequear el paso de aire suficiente para la combustión. La apertura de la válvula de combustible, permitirá inmediatamente la detección de llama a través del respectivo detector principal del quemador, si existe pérdida o falta de llama la caldera se protegerá de tal manera que se cierra la válvula de combustible después de un cierto tiempo de retardo. Este es un sistema barato y es satisfactoriamente probado donde sólomente pocos quemadores son operados desde la plataforma de quemadores. La NFPA requiere actualmente de un sistema de este campo de acción como mínimo para calderas encendidas con gas o combustible líquido.

1.4 CONTROL DE SECUENCIA MANUAL REMOTA

Este sistema representa una mejor etapa, permitiendo la operación manual remota y usando sistemas de instrumentación y contactos o interruptores de posición en el cuarto de control, para mejor coordinación de la operación.

La Fig. 4, muestra como se comanda al equipo desde un panel, teniendo como referencia los indicadores y registraciones de cada maniobra efectuada.

Este sistema no es recomendable, donde la seguridad depende sólomente de la detección de la llama. Varios permisivos en los quemadores, interbloqueos y disparos deben también adicionarse para determinar la posición de las válvulas de combustibles y registros de aire. Con este sistema el operador participa de cada secuencia de la operación después de que se dá inicio al proceso.

1.5 CONTROL DE SECUENCIA AUTOMATICA

La siguiente etapa es para automatizar el proceso, y permitir el arranque del equipo del quemador con un simple pulsador, tal como se muestra en la Fig. 5. La automatización entonces reemplaza al operador en el control de las operaciones secuenciales.

Así como se procede para el arranque, igual se hará para la parada del sistema de quemadores con control de secuencia automática. Esta categoría de diseño es ampliamente usada para quemadores a gas, pero también se aplica para sistemas con quemadores de combustible líquido.

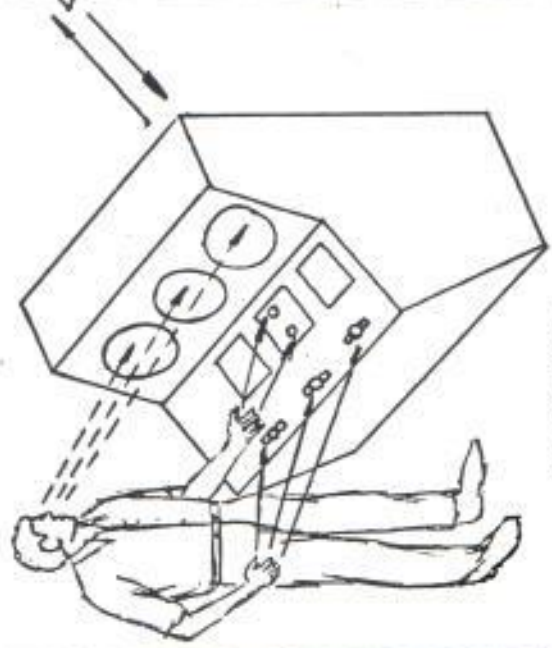
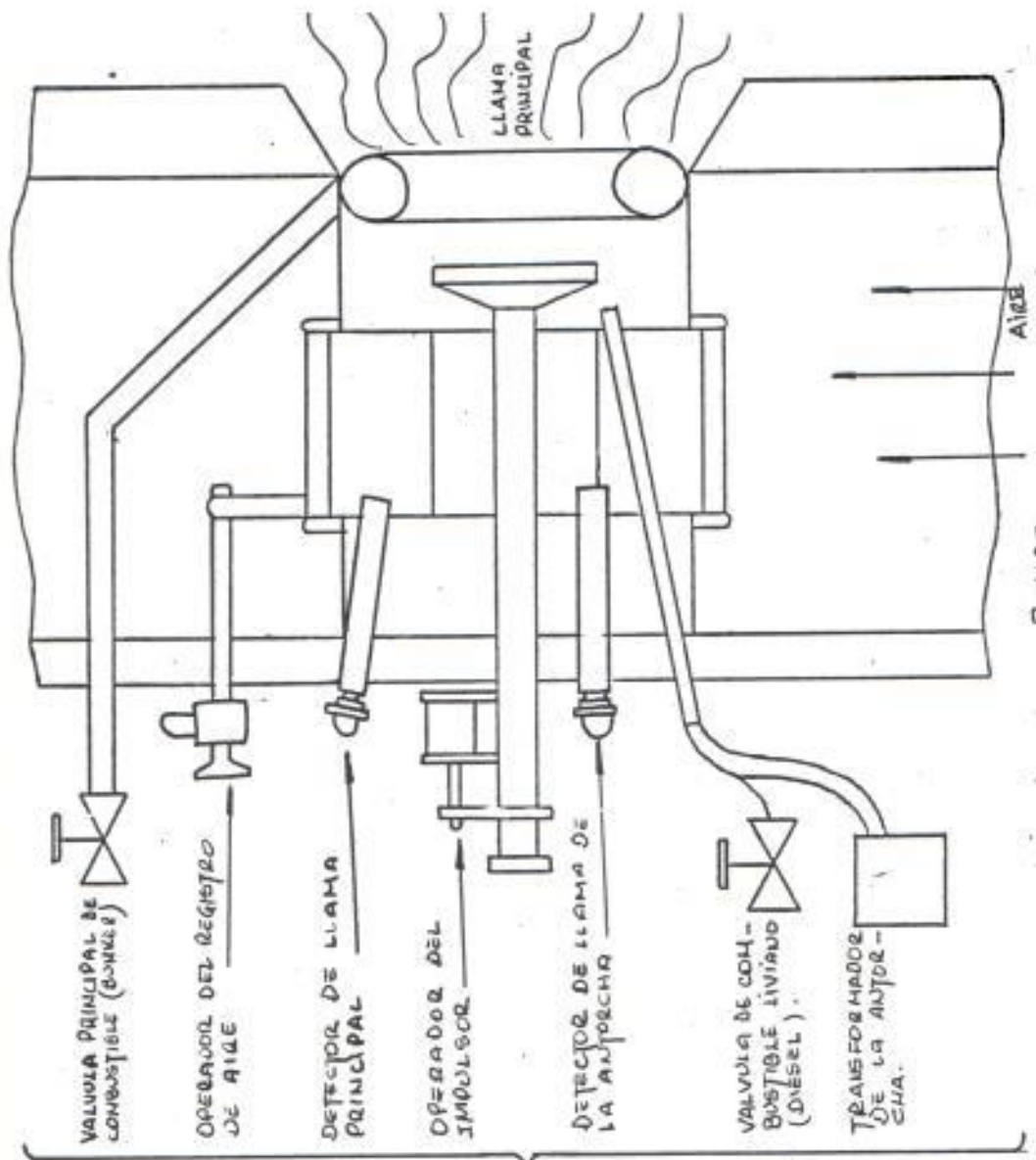


FIG. No 4 CONTROL DE SECUENCIA MANUAL REMOTA.

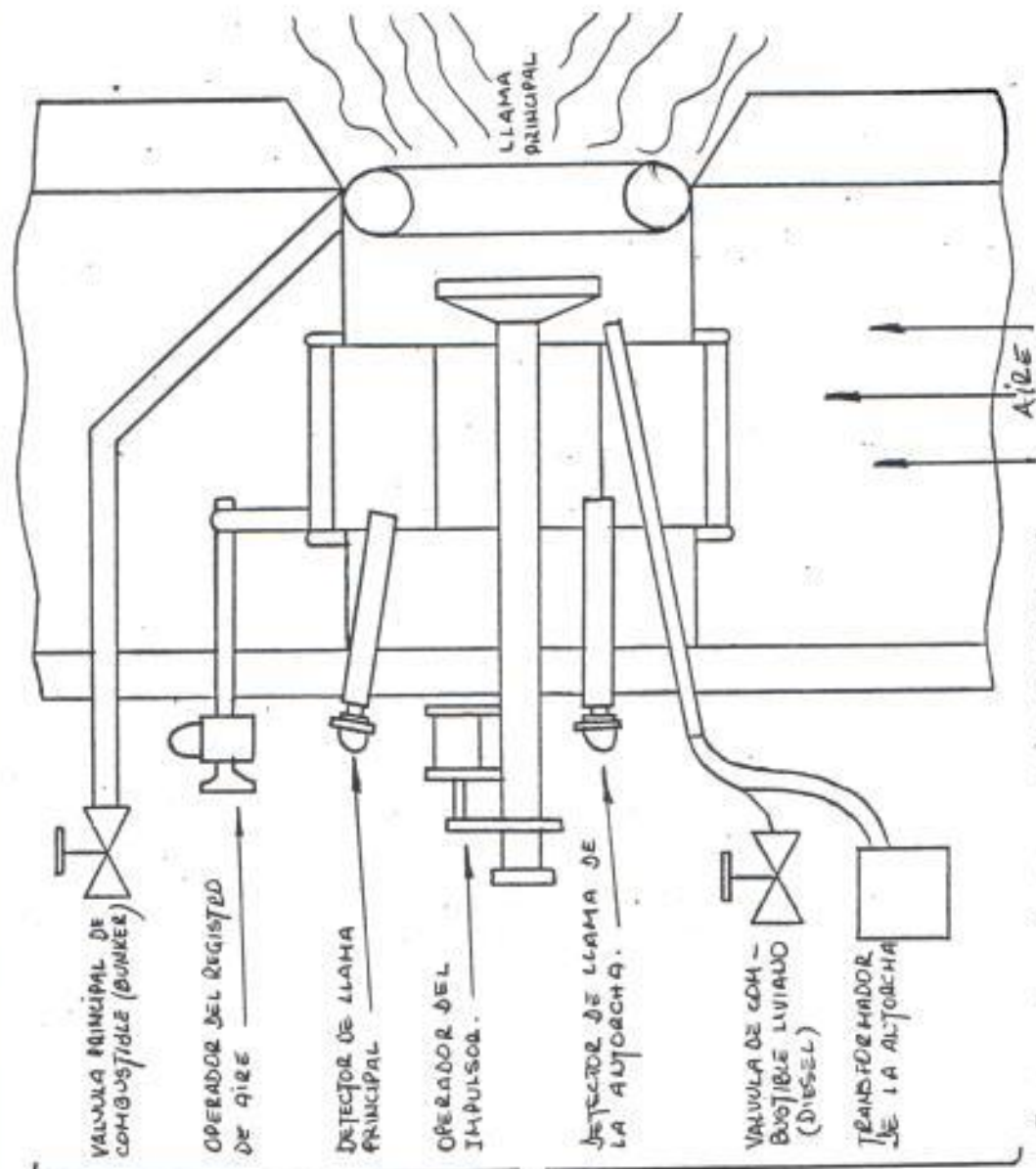
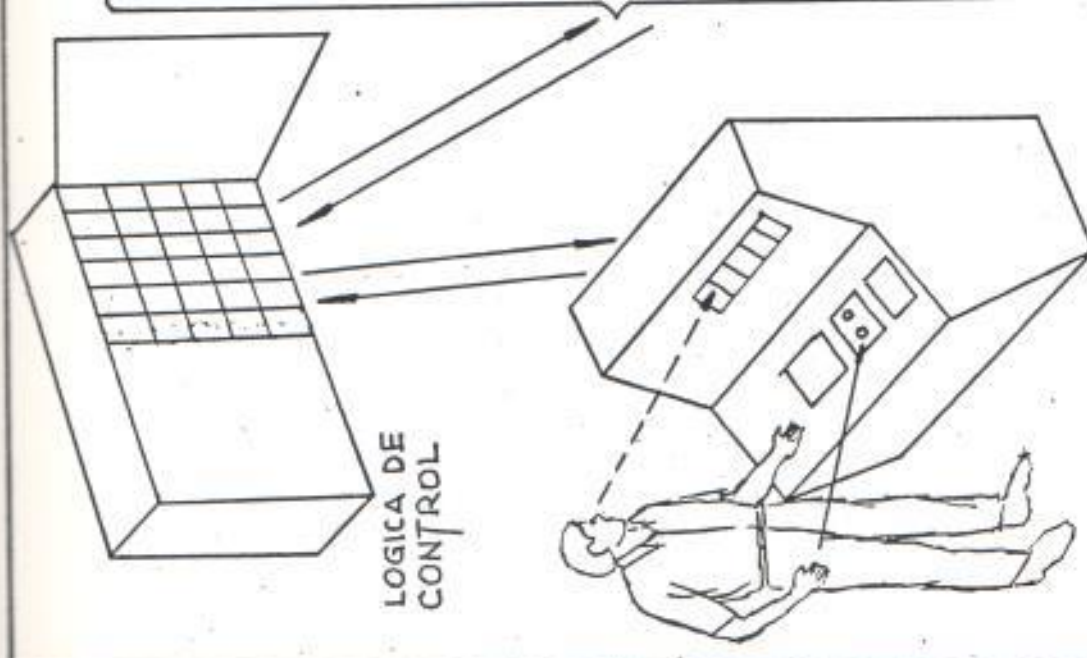


FIG. N.º 5 CONTROL DE SECUENCIA AUTOMATICA

1.6 SISTEMA EJECUTIVO

Finalmente un mayor grado de automatización, tal que el sistema pueda ser puesto en servicio sin supervisión del operador, es lo que denomina sistema ejecutivo (véase Fig. 6).

Un sistema ejecutivo se conoce el nivel de demanda de combustible a la caldera, es decir conoce el rango de operación del equipo de combustión en servicio, toma decisión de la necesidad de arrancar o parar el equipo de combustión, esto es entrada o salida de quemadores para el próximo incremento de la demanda.

El grado de flexibilidad de operación permitido para un sistema de control de quemadores está estrechamente relacionado al grado de participación del operador. Un alto nivel de automatización reduce la flexibilidad y capacidad del operador en mantener situaciones críticas, especialmente cuando ciertos equipos fallan. Un método usado para mejorar la flexibilidad de operación es permitir la participación del operador en dos o más niveles, esto es un control automático. La flexibilidad es incrementada también obteniendo un agrupamiento cuidadoso del equipo, de modo que una falla en cualquier lugar del sistema de control deberá afectar a una sección limitada del mismo,

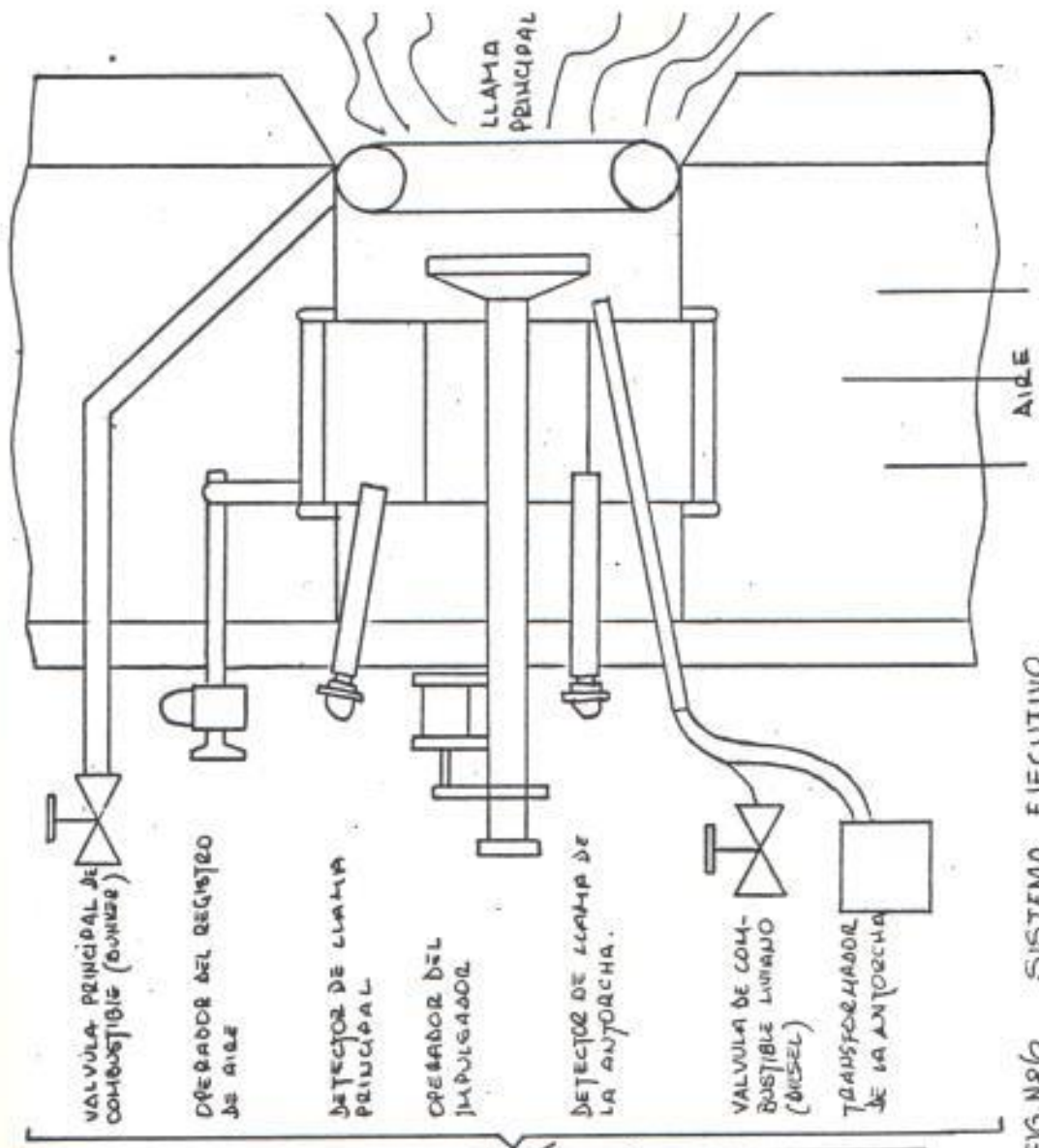
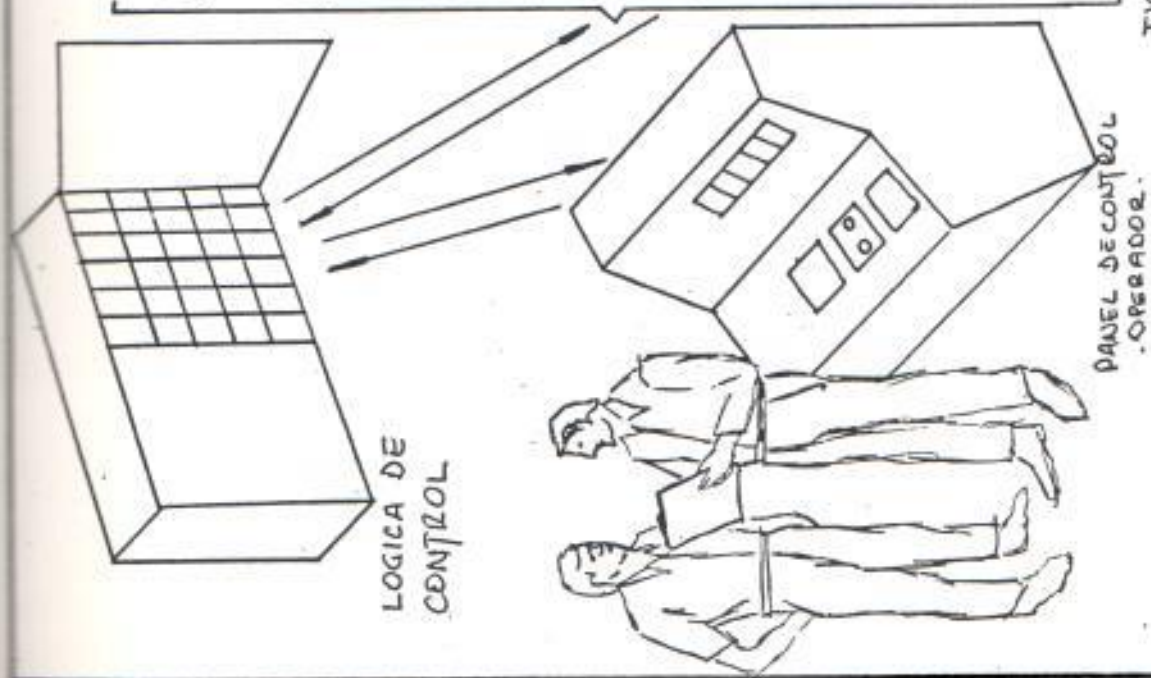


FIG. Nº 6 SISTEMA EJECUTIVO

por ejemplo, las alimentaciones eléctricas a los detectores de llama, a las válvulas motorizadas de paso de combustible, a la señalización, deben de separarse y no tener alimentaciones comunes.

El costo de un sistema de control de quemadores, es también importante, pero varía significativamente con los requerimientos funcionales y con el grado de flexibilidad de operación, así como también con el tipo de lógica (a relé o a estado sólido).

1.7 DETECCION DE LLAMA

Uno de los puntos más importantes requeridos para un sistema de control de quemadores es el verificar la presencia o ausencia de llama de cada quemador individual, independiente del tipo de combustible que es quemado.

TIPOS DE DETECTORES DE LLAMA :

- a) Detectores de llama ultravioleta (UV), han sido exitosamente aplicados a todo tipo de combustibles. El detector ultravioleta (UV) es especialmente adecuado para quemadores a gas natural, debido a la abundancia de radiación ultravioleta producida por la combustión del hidrógeno en gas natural.

b) Detector intermitente, usa el parpadeo dinámico de alta frecuencia de los procesos de combustión primaria en combinación con la intensidad de la radiación visible de la llama. La aplicación inicial de esta detección de dos señales da al detector intermitente mayor discriminación y confiabilidad que el detector ultravioleta (UV) en los encendidos con combustible líquido.

Las filosofías de diseño actuales, junto con los detectores de llama e independiente del tipo de combustible requiere el uso de detectores de llama con un sistema de auto-chequeo (auto-verificación), ó también de detectores de llama redundantes en cada quemador, a fin de dar la confiabilidad necesaria para operar con un sistema de control de quemadores.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE QUEMADORES Y DE COMBUSTION

a) COMBUSTIBLE

La caldera es diseñada para quemar combustible líquido o gaseoso. Como combustible líquido tenemos pesado y liviano, usando como combustible pesado el Fuel Oil que en nuestro medio es el Bunker C y como combustible liviano el Diesel Oil. Como combustible gaseoso se tendrá en el futuro gas natural que se extraerá del Golfo de Guayaquil o de otras regiones de la amazonía.

Dado que por el momento sólo disponemos de combustible líquido, se operará con este tipo de combustible. En operación normal se utilizará el combustible pesado y en operación inicial o proceso de arranque el combustible liviano (diesel oil), ya que éste tiene mayor poder calorífico y es más puro que el combustible pesado, dando mayor rendimiento y limpieza en la caldera.

Para la operación con gas natural es necesario acondicionar especialmente una línea para combustible gaseoso, lo cual requiere de un diseño especial,

b) QUEMADORES

La caldera utiliza quemadores tipo tangencial con di-

reccionamiento flexible, es decir los quemadores están localizados en las esquinas del caldero cuadrangular y además tienen libertad de movimiento vertical; usualmente se desplazan $+30^{\circ}$ y -30° de la horizontal.

El diseño utiliza este tipo de quemadores tangenciales con direccionamiento flexible, dado que esto permite centralizar el fuego en el hogar y a su vez variarlo hacia arriba o hacia abajo, facilitando la regulación de temperatura en los serpentines y en consecuencia va por del sobrecalentado y recalentado.

Se prevee 8 quemadores tangenciales inclinables, repartidos en dos pisos; es decir 4 por piso. El número de quemadores depende de la capacidad del caldero. Para este tipo de caldera se tiene como mínimo aconsejable 8 quemadores, el primer piso se acondiciona para ser el piso de arranque, por eso que los cuatro quemadores del primer piso pueden quemar también combustible liviano o Diesel Oil, además del combustible pesado o Fuel Oil.

Antorchas a Diesel Oil, con chispa de encendido y con cabina individual que incluye el transformador y el control para las válvulas de combustible y aire de a-

tomización. Una caja de aire en cada esquina por cada dos quemadores, o sea para el quemador del primero y segundo piso.

Registros de aire para control de la llama de los quemadores.

c) LOGICA

El sistema está diseñado con lógica de estado sólido, que cumple con las mismas funciones combinatorias llevadas a cabo por los sistemas de lógica cableada, así como por los sistemas a relés.

Este sistema de lógica de estado sólido se caracteriza por poseer las siguientes cualidades :

- ELEVADA SEGURIDAD : El alto grado de confiabilidad viene dado fundamentalmente por el empleo de componentes que lo constituyen. Además por poseer circuitos de autoverificación, los cuales desempeñan la función principal de forzar todas las salidas al estado de seguridad, esto es llevar las salidas al "0" lógico y relés desexcitados.
- ALTA INMUNIDAD A LOS RUIDOS : Toda la lógica de elaboración está realizada con circuitos de alto umbral

estático (cosmos) y que poseen una inmunidad típica de 6Vcc.

- VELOCIDAD DE TRABAJO : Lo cual da una mayor confiabilidad al sistema. En efecto, si existe una elevada velocidad de trabajo, es posible enviar un mando de operación sólomente cuando una función se ha repetido muchas veces en el mismo estado, sin que por ello se debe introducir excesivos retrasos.

- BAJO CONSUMO DE ENERGIA : Lo cual se debe a la utilización de circuitos integrados que permiten la realización de módulos de alimentación con dimensiones reducidas y de construcción compacta.

- FACILIDAD DE MANTENIMIENTO : La intercambiabilidad de las tarjetas, la modularidad del sistema, así como los circuitos de autoverificación proporcionan al sistema una gran facilidad de mantenimiento.

- Facilidad de programación, y

- Facilidad de modificaciones.

d) PANELES

Las cabinas modulares lógicas se encuentran de preferencia en el interior para su protección contra agen-

tes externos. Estaciones locales para cada quemador con luces indicadoras y pulsadores de arranque y parada, además se colocará en el área de la caldera.

Un panel general de control de quemadores con luces indicadoras del estado de los dispositivos de campo y con las condiciones de disparo de caldera, debe estar localizado en el área de la caldera.

e) AUXILIARES

El sistema además consta de :

- Línea de combustible pesado y sus respectivas válvulas.
- Línea de combustible liviano y sus respectivas válvulas.
- Línea de recirculación del combustible pesado.
- Línea de recirculación del combustible liviano.
- Línea de aire para atomizar el combustible liviano.
- Línea de vapor para atomizar el combustible pesado
- Línea de vapor para lavado de los quemadores.
- Tres válvulas de disparo operadas con energía para bloqueo de la línea con combustible pesado, de la línea con combustible liviano y para la línea de ali-

mentación a las antorchas con combustible liviano.

- Una válvula de corte en la línea de recirculación de combustible pesado, motorizada.
- Válvulas motorizadas para los quemadores de combustible pesado, operadas con energía y equipadas con interruptores limitadores de fin de carrera, para la determinación de abierta o cerrada.
- Interruptores limitadores de fin de carrera para las válvulas de aire y vapor de atomización, para la determinación de posición abierta o cerrada.
- Interruptores limitadores para los registros de aire de los quemadores.
- Válvulas motorizadas para los quemadores de arranque del primer piso (combustible liviano), operadas con energía y equipadas con interruptores limitadores para la determinación de posición abierta o cerrada.
- Interruptores limitadores para determinación de posición de la lanza del quemador (ingerida o no).
- Detectores de llama (uno por quemador), tipo ultravioleta (UV) con dispositivo de autoverificación.
- Dos ventiladores (C.A. y C.C.) para enfriamiento del cabezal sensor de los detectores de llama.

A continuación en las Fig. 7 y 8 se muestra el sistema de combustión que involucra el interbloqueo con el sistema de control de quemadores. Así mismo, el interbloqueo del sistema de aire y gases con el control de quemadores.

DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE Y GASES

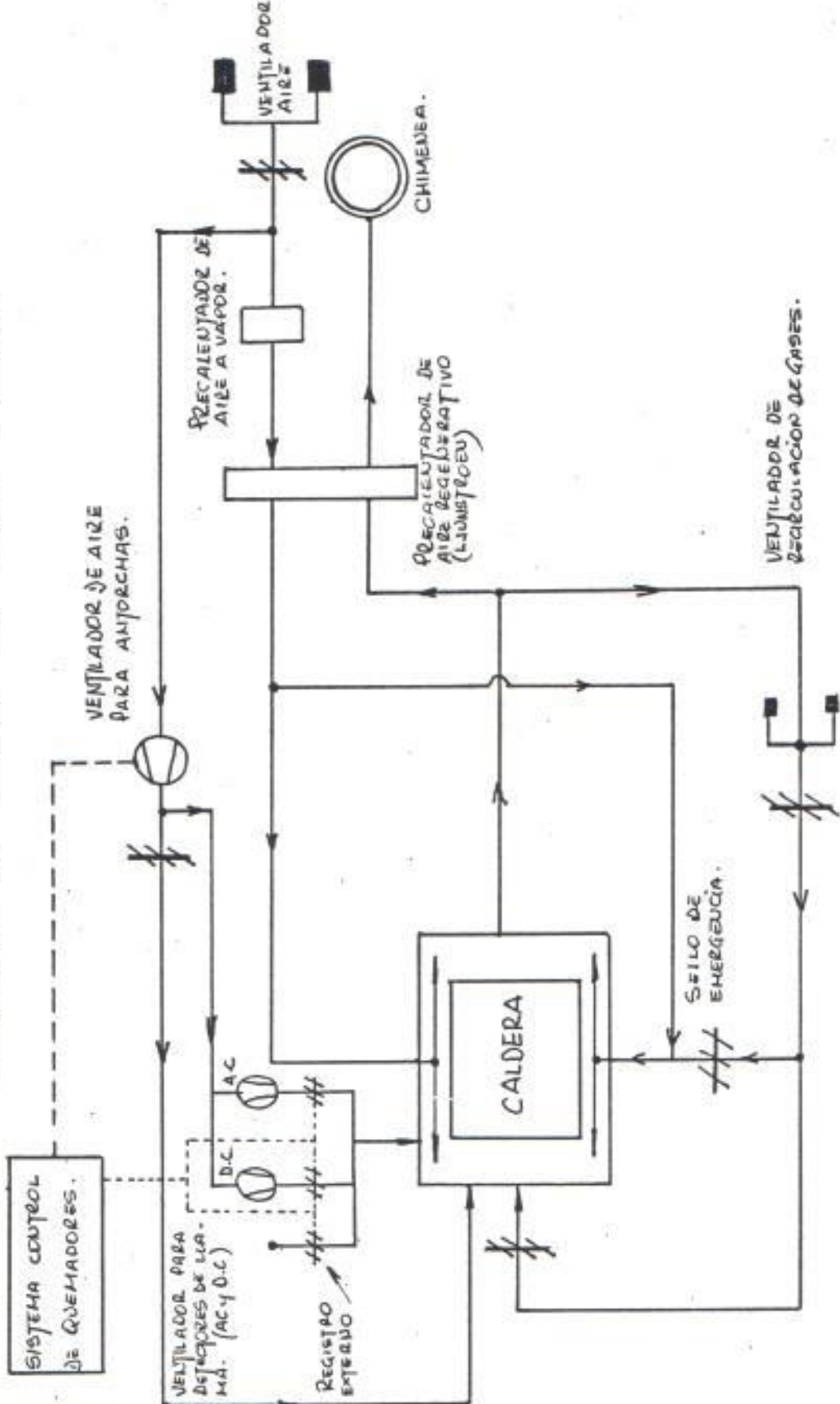


Fig. 7

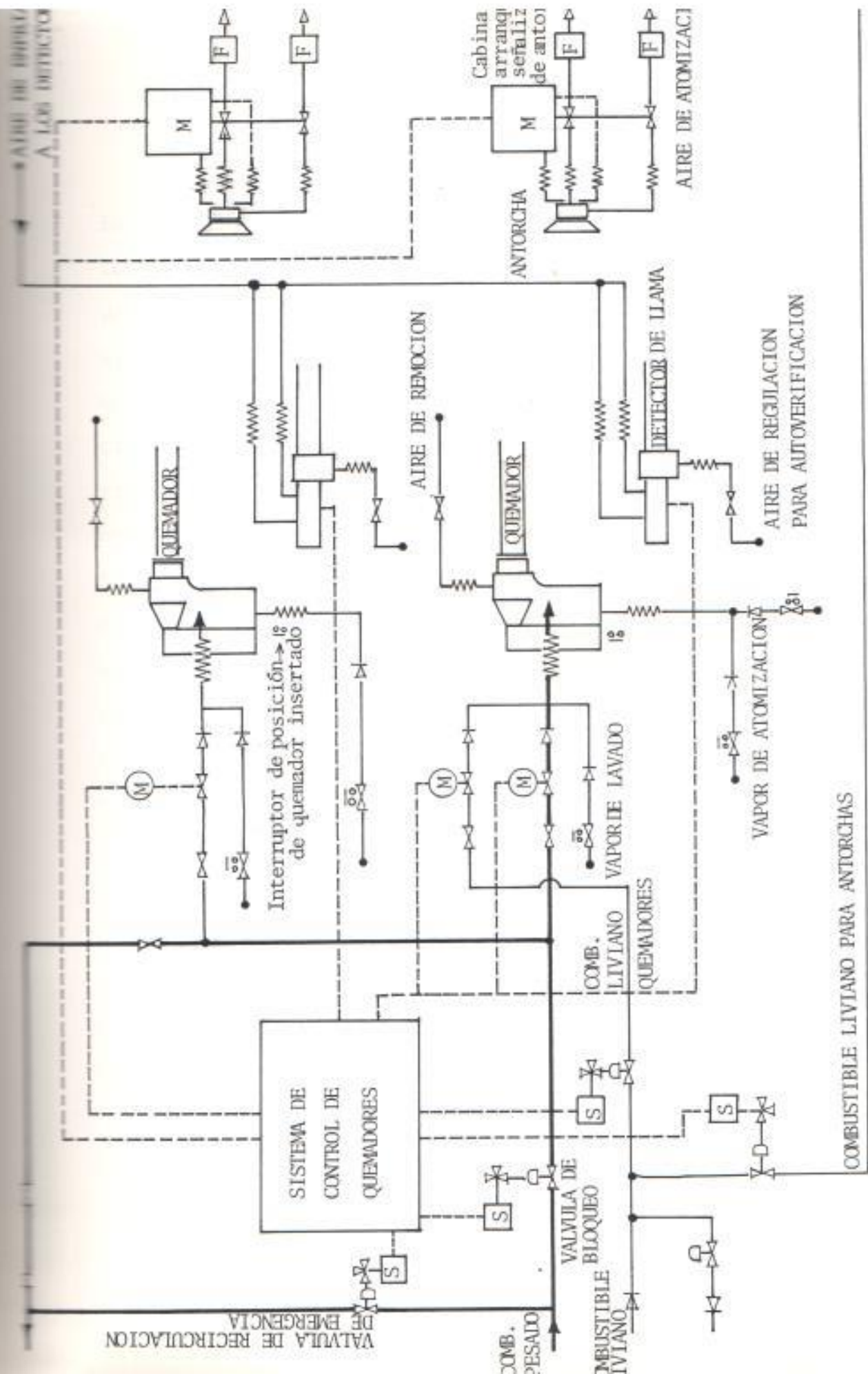


Fig. 8 FLUJO DE COMBUSTIBLES E INTERBLOQUEOS

COMBUSTIBLE LIVIANO PARA ANTORCHAS

CAPITULO III

LOGICA DEL DISEÑO

En este capítulo se definirán las características del sistema de control de quemadores, es decir la lógica que tendrá el control. Es importante notar que cada secuencia de arranque es inicializada por el operador, el cual tendrá que verificar si el control automático realiza la secuencia predeterminada en el diseño. La acción inicial de arranque o parada de quemadores es ejecutada desde el panel de control de quemadores, luego el operador tendrá sólo que verificar por medio de la señalización si el quemador se encendió o se apagó, dependiendo del caso. Podemos entonces decir que estamos tratando de un control de secuencia automática, aunque como se verá más adelante, también en ciertos casos se tendrá que hacer uso del operador, tal como por ejemplo en la inserción del quemador, o en su extracción para el lavado, esto se puede también automatizar, pero es preferible según la práctica que el operador revise el quemador después de cada salida de servicio del mismo, así como también antes de cada entrada en servicio; de allí que es preferible tener una restricción manual.

Dado también que el sistema tiene una lógica de estado sólido y su representación funcional viene dada con elemen-

tos lógicos tales como : puertas AND, OR, NOT, memorias de SET, RESET, etc., es necesario mostrar una simbología que usaremos para la representación lógica del diseño, tal como se indica en el esquema representativo de la lógica N° 1.

3.1 BARRIDO HOGAR (ESQUEMA LOGICA N° 2)

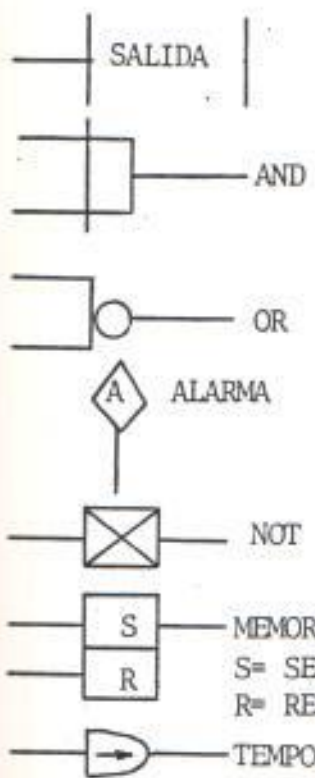
La condición de barrido hogar se lleva a cabo a partir de la condición de bloqueo caldera.

El sistema debe determinar las condiciones bajo las cuales deberá iniciarse la operación de barrido hogar, para lo cual se tiene una señalización (lámpara amarilla) de pedido barrido en el momento que se tenga bloqueo caldera, en el panel de mando local (P.L.)

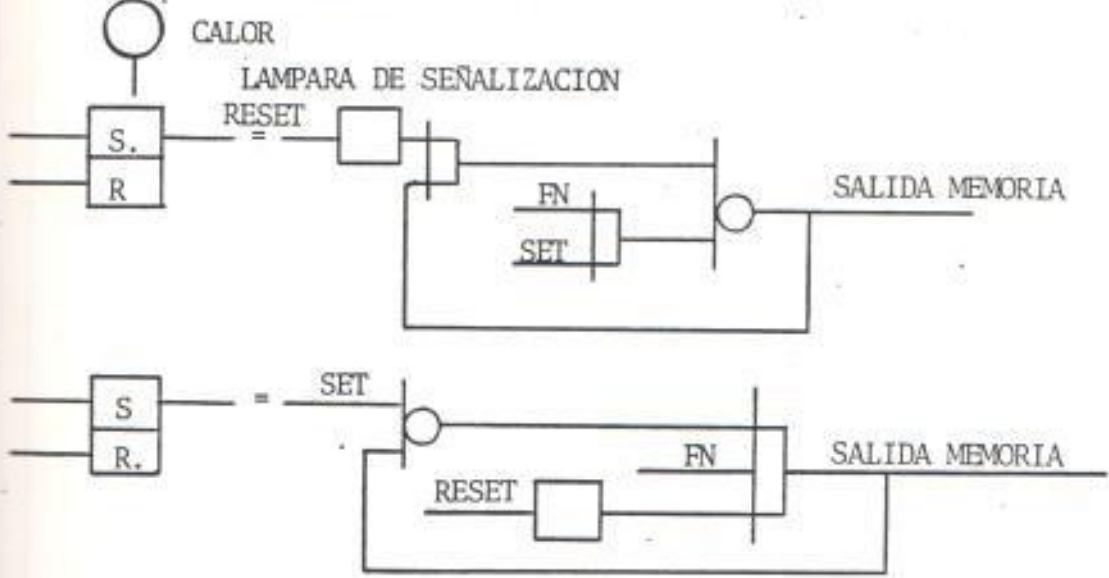
Para poder inicializar la acción del barrido hogar (botón de barrido apretado) es necesario que se tenga presente la señal de consenso barrido (lámpara amarilla en P.L.).

Consenso barrido se tendrá siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones :

- Ventilador de aire en marcha : Permite expulsar los incombustos del hogar.



PL = PANEL DE MANDO LOCAL
 PQ = PANEL DE QUEMADORES



ESQUEMA LOGICO N° 1
 - S I M B O L O G I A -

NIVEL DEL DOMO > MIN.

- PRECALENTADOR DE AIRE EN MARCHA
- VENTILADOR DE AIRE EN MARCHA
- VENTILADOR DE RECIRCULACION EN MARCHA
- TODOS LOS DETECTORES NO VEN LLAMA
- VLV. DE BLOQUEO DIESEL OIL CERRADA
- VLV. DE BLOQUEO DIESEL OIL ANTORCHA CERRADA
- VLV. DE BLOQUEO FUEL OIL CERRADA
- TODAS LAS ANTORCHAS APAGADAS
- TODAS LAS VLV. FUEL OIL CERRADAS
- TODAS LAS VLV. DIESEL OIL CERRADAS
- TODOS LOS QUEMADORES DISPONIBLES
- NINGUNA CONDICION DE BLOQUEO
- NO HAYA VENTILACION NATURAL
- NO HAYA FALLA EN VALVULAS DE BLOQUEO
- BLOQUEO CALDERA

- REPOSICION ALARMA BLOQUEO CALDERA
- CONSENSO BARRIDO
- BARRIDO EN CURSO

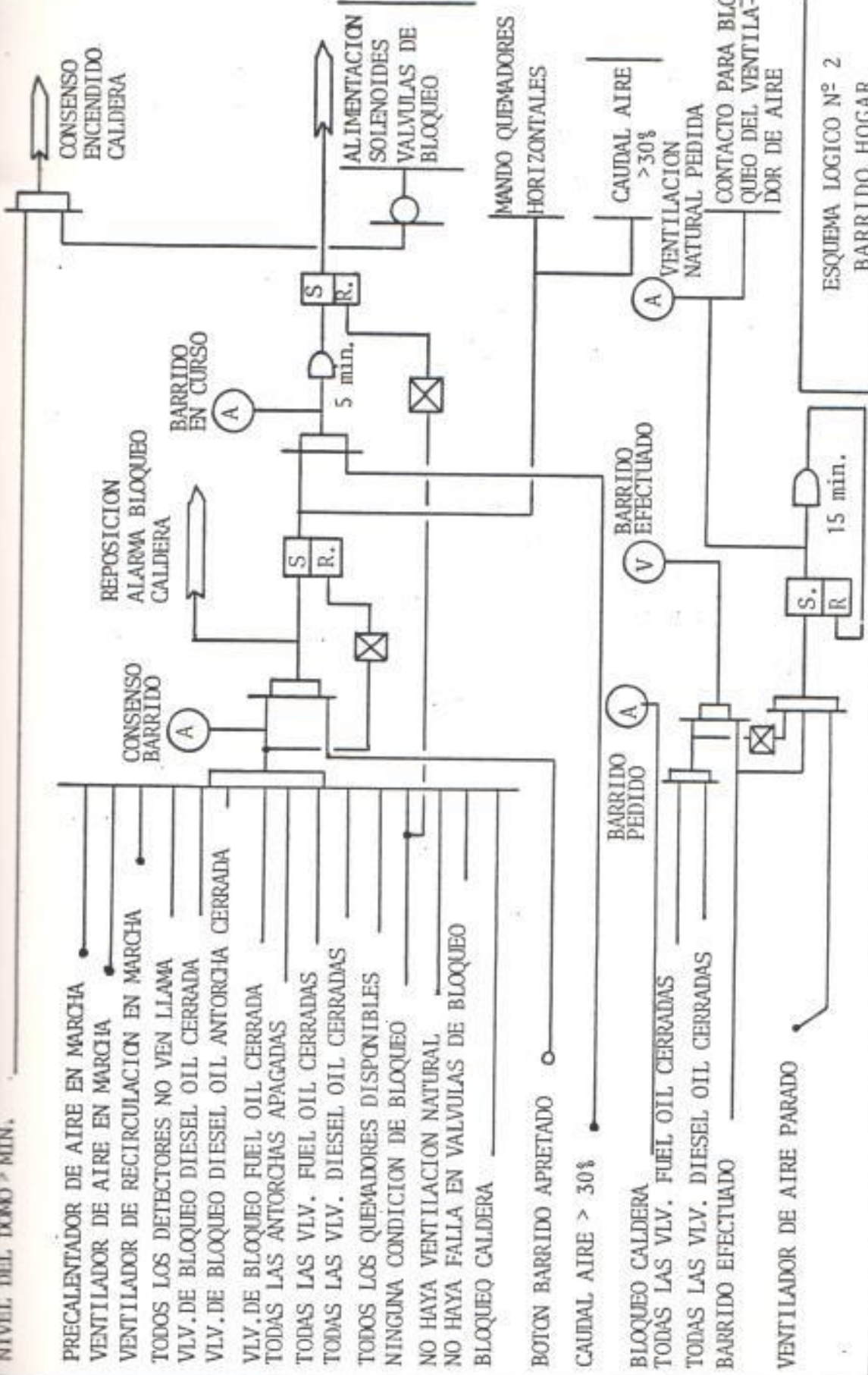
- CONSENSO ENCENDIDO CALDERA
- ALIMENTACION SOLENOIDES VALVULAS DE BLOQUEO

BOTON BARRIDO APRETADO

CAUDAL AIRE > 30%

- BLOQUEO CALDERA
- TODAS LAS VLV. FUEL OIL CERRADAS
- TODAS LAS VLV. DIESEL OIL CERRADAS
- BARRIDO EFECTUADO
- VENTILADOR DE AIRE PARADO

VENTILADOR DE AIRE PARADO



ESQUEMA LOGICO N° 2
BARRIDO HOGAR

- Ventilador de recirculación en marcha : Limpia la línea de recirculación de gases.
- Precalentador de aire en marcha : Su función es precalentar el aire de combustión; en este caso se ha tenido lugar un bloqueo en caldera, es necesario que él esté girando de lo contrario podría ocurrir choques térmicos en su estructura, con posibilidad de incendios.
- Que ningún detector vea llama.
- Válvulas de bloqueo : Fuel Oil, Diesel Oil y Diesel Oil antorchas cerradas.
- Todas las antorchas apagadas
- Todas las válvulas de Fuel Oil cerradas
- Todas las válvulas de Diesel Oil cerradas
- Todos los quemadores disponibles : Es decir que todos los sectores lógicos de los quemadores estén disponibles o deshabilitados.
- Que no haya alguna condición de bloqueo : Es necesario que se reposicione la condición que bloqueó la caldera para poder iniciar el barrido.
- Que exista bloqueo caldera : Como se veía más adelante, esta señal se borra automáticamente cuando

se haya terminado el barrido del hogar.

- Que no haya ventilación natural pedida : La ventilación natural pedida o bloqueos de aire, ocurre cuando se para el ventilador de aire, estando por lo menos un quemador encendido. El tiempo de espera para los bloqueos de aire es utilizado para impedir que se adicione aire en los humos residuales en la cámara de combustión (presumiblemente producidos por la falta de aire), lo que produciría la formación de gases explosivos. El tiempo de espera para los bloqueos de aire se comprueba como consecuencia de la detención del ventilador de aire (contacto que bloquea el arranque del mismo). A consecuencia de este bloqueo, el barrido de la caldera no se puede efectuar y se ha determinado un tiempo de 15 minutos como mínimo para este tipo de calderas (señalización con lámpara amarilla en P.L.).

- Que no exista señal de falla válvula de bloqueo.- Los fin de carrera de las válvulas de bloqueo de Diesel Oil, Fuel Oil y de Diesel Oil antorchas pueden dar señalización de abierta y cerrada al mismo tiempo (se han quedado "pegados" los contactos), o que sin haber memoria de abertura la válvula siga abierta.

Estas son las mínimas condiciones requeridas para efectuar el barrido del hogar, pudiendo existir muchas más, dependiendo de la protección sofisticada que se desee.

Una vez que ha sido alcanzada la condición de CONSEN
SO BARRIDO se puede presionar el botón de "PETICION DE BARRIDO" y con esta operación se inicia el período de barrido "barrido en curso" siempre y cuando el caudal de aire de barrido sea mayor que un mínimo, que se ha determinado para este tipo de caldera en un 30%.

Es importante anotar que el control ordenará abrir los registros del ventilador de aire hasta un valor mayor al 30%, y poner los quemadores en posición horizontal (dará mayor área de barrido), apenas se presione el botón de "petición de barrido".

En el caso de que durante el tiempo de barrido, desa
pareciera una de las señales requeridas de habilitación, se apagará de inmediato la lámpara de "barrido en curso" y de "consenso barrido". Por consiguiente la operación debe considerarse fallida y el barrido deberá ser repetido inmediatamente después de que sea restablecida la señal faltante.

El barrido de hogar se efectúa por 5 minutos, tiempo que se considera suficiente para desalojar los gases que aún quedan en la caldera después de un bloqueo.

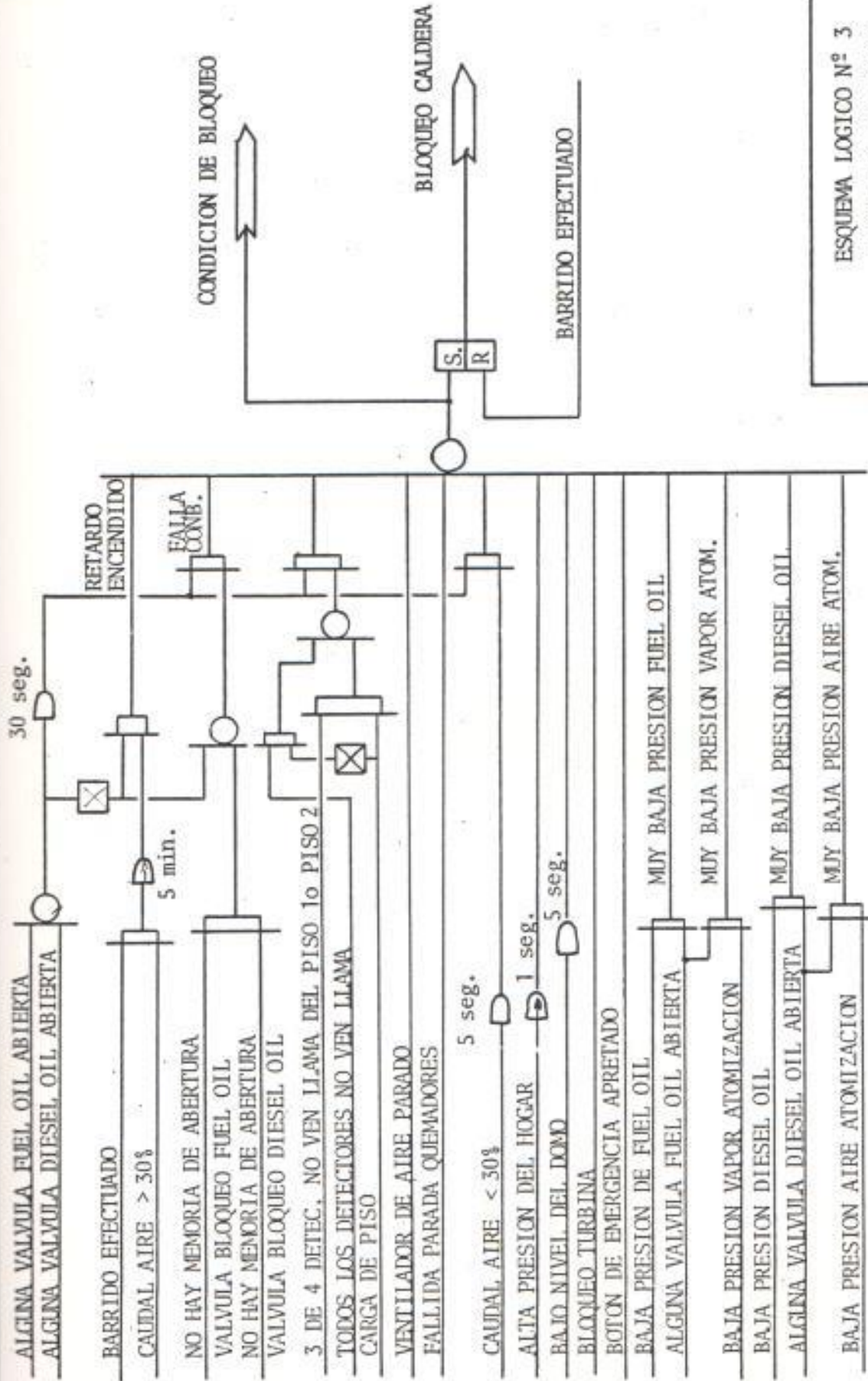
Una vez efectuado el barrido (señalización en P.L.), y con la condición de nivel del domo mayor del mínimo permitido, tendremos lista la señal lógica de consenso encendido caldero. La lámpara de barrido efectuado se apagará en el momento que se abre una válvula de combustible de Fuel Oil o de Diesel Oil con el objeto de encender un quemador.

3.2 BLOQUEO CALDERA (ESQUEMA LOGICO N° 3).

Desde la condición de "barrido efectuado" se pasa a la condición recíproca de "bloqueo caldera" y por consiguiente a la petición de barrido, siempre y cuando se obtenga la señal lógica "1" en la puerta "or" que alimenta el set de la memoria BLOQUEO CALDERA.

Las señales que deben dar bloqueo caldera están definidas así :

-RETRASO ENCENDIDO.- Esta protección significa que si estando el barrido efectuado, con todas las vál-



ESQUEMA LOGICO N° 3
BLOQUEO CALDERA

vulas de Fuel Oil y Diesel Oil cerradas no se puede tener un caudal de aire menor al 30% por más de un determinado tiempo (se ha tomado 5 minutos como un valor adecuado), ya que esto provocaría una acumulación innecesaria de aire en el hogar (caudal de aire no suficiente para hacer el recorrido total hasta la salida por la chimenea), que luego al encender la caldera (caudal aire > 30% y un quemador encendido); nos daría como resultado una mala combustión por exceso de aire.

- FALLA COMBUSTIBLES.- Si no existe memoria de abertura de alguna válvula de bloqueo de Fuel Oil o Diesel Oil y por cualquier razón, alguna de las válvulas no está cerrada, significa que estamos "goteando" combustible dentro del hogar, con los consiguientes peligros que esto conlleva.

Además puede darse el caso de que existan a la vez las señales de alguna válvula abierta y alguna válvula cerrada, lo que indica que existe algún problema en los fin de carrera de las válvulas, pudiendo ser éstas de Fuel Oil o Diesel Oil.

- FALLA TOTAL LLAMA.- Esta protección deberá prever el caso de que estando encendido algún quema-

dor (válvulas de Diesel Oil o Fuel Oil abiertas), y no habiendo carga del piso (todos los quemadores de Fuel Oil de un piso de la caldera encendidos y con una presión de Fuel Oil mayor al 30%); todos los detectores no ven llama. En caso de que exista carga del piso, será necesario bloquear la caldera si 3 de 4 detectores no ven llama, ya que esto implica que un solo quemador no podrá mantener el fuego en el hogar.

- VENTILADOR DE AIRE PARADO.- Faltaría aire para la combustión.

- FALLIDA PARADA DE QUEMADORES.- Si por lo menos un quemador falla, esto es :

a) Que no haya carga del piso

b) Detector no ve llama; y

c) No habiendo memoria de abertura para alguna válvula de Fuel Oil o Diesel Oil, ésta se encuentre abierta.

Esto indica que hay derrame de combustible dentro del hogar.

- CAUDAL DE AIRE MENOR DEL 30%. - Si se encuentra encendido algún quemador (alguna válvula de Fuel Oil

o Diesel Oil abierta), y si por algún motivo baja el caudal del aire a menos del 30% de su valor nominal, no estaremos asegurando una buena combustión, por tanto tendremos que hacer que el control mande a bloquear la caldera.

Es necesario incluir algún temporizador para prever los casos transitorios de bajada del caudal; para lo cual se ha determinado como valor apropiado 5 seg.

- ALTA PRESION DEL HOGAR.- Significa que estamos en presencia de explosiones internas en el hogar. También necesitamos un temporizador para prever situaciones transientes, aunque en la práctica sería conveniente no permitir explosiones por mínimo que éstas sean de duración, ya que podrían desarrollarse en cadenas; de todas maneras es necesario por seguridad una temporización de 1 seg.

- BAJO NIVEL DEL DOMO.- Protección del domo propiamente y de los tubos del sobrecalentador y recalentador, contra posibles calentamientos excesivos por falta de agua en la circulación del caldero. También se prevee una temporización de 5 seg. por situaciones transitorias.

- BLOQUEO TURBINA.- Es lógico que si se bloquea la turbina, es necesario no permitir entrada de vapor en ella, para lo cual se debe bloquear la caldera.

- BOTON DE EMERGENCIA.- En caso de que no opere correctamente alguna protección del caldero, o si es tá en peligro la unidad, es necesario que el operador actúe rápidamente sobre el botón de emergencia para bloqueo de caldera.

- MUY BAJA PRESION DE FUEL OIL.- Si está encendido algún quemador de fuel oil y su presión baja de un valor prefijado, no se asegura que exista una buena combustión (inclusive podría no llegarse a quemar el fuel oil) por tanto es necesario bloquear el caldero.

- MUY BAJA PRESION DE VAPOR DE ATOMIZACION.- Con algún quemador de Fuel Oil encendido y si la presión de vapor que lo atomiza baja de un valor prefijado, es necesario bloquear la caldera por las razones antes mencionadas.

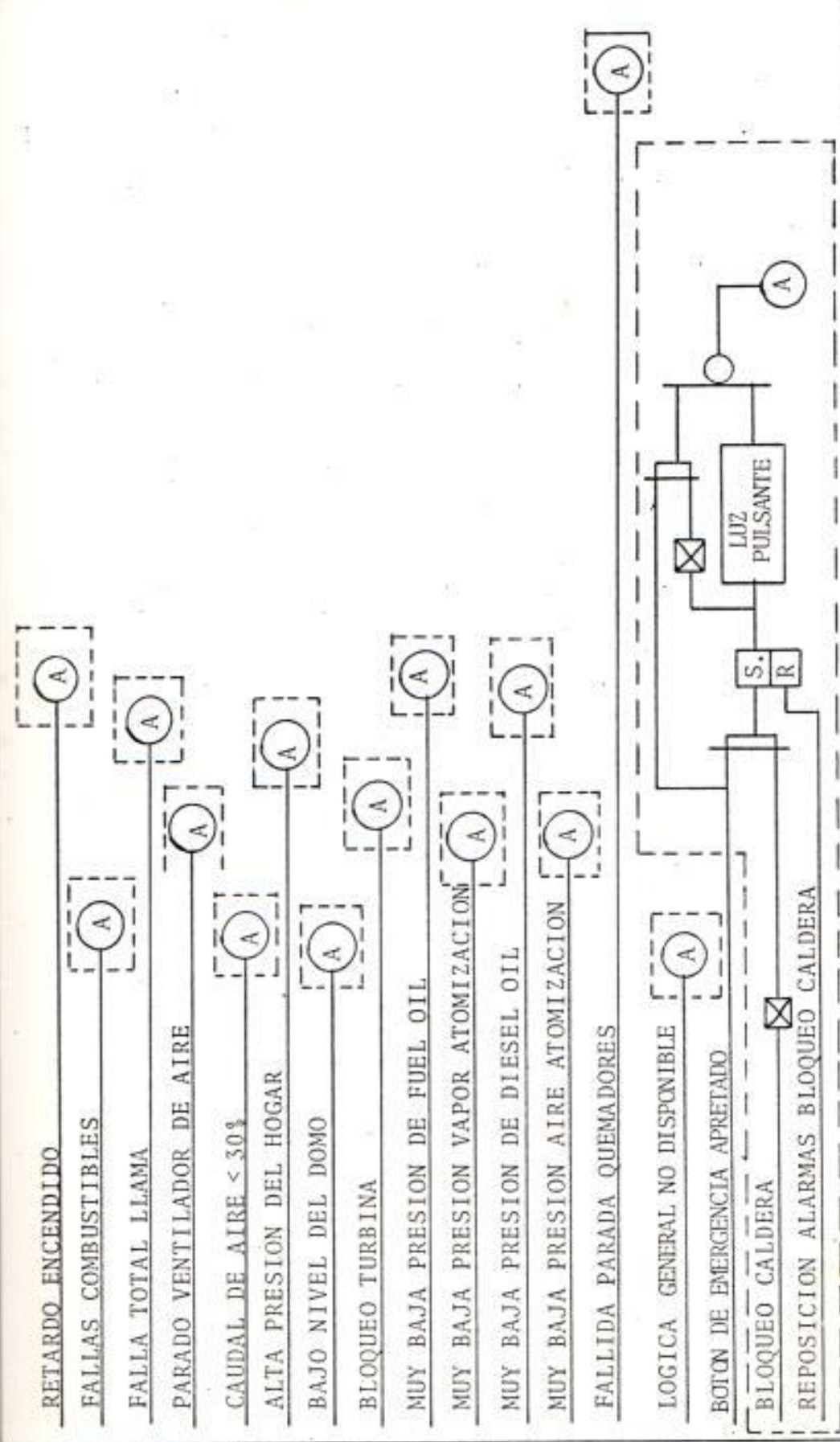
- MUY BAJA PRESION DE DIESEL OIL.- Con quemador de Diesel Oil encendido y presión de Diesel Oil muy bajo, debe también bloquearse la caldera por lo

antes dicho.

- MUY BAJA PRESION DE AIRE DE ATOMIZACION.- Si se tiene encendido algún quemador a Diesel Oil y el aire que lo atomiza baja del valor prefijado para la buena combustión se deberá bloquear la caldera.
- LOGICA GENERAL NO DISPONIBLE.- Si falla la tensión lógica de alimentación en las tarjetas de control. Se ha determinado un tiempo de 1 seg. como transiente para todas las condiciones de bloqueo caldera, excepto para la condición "botón de emergencia" que debe dar bloqueo inmediato.

La memoria se "seteará" con una cualquiera de las señales antes dicha y se "reseteará" cuando el barrido del hogar se haya efectuado.

Es importante también que las causas de bloqueo sean visualizadas sobre el panel de mando, memorizando la primera causa que ha intervenido por medio de una luz intermitente (esquema lógico N° 4).



3.3 VALVULAS DE BLOQUEO

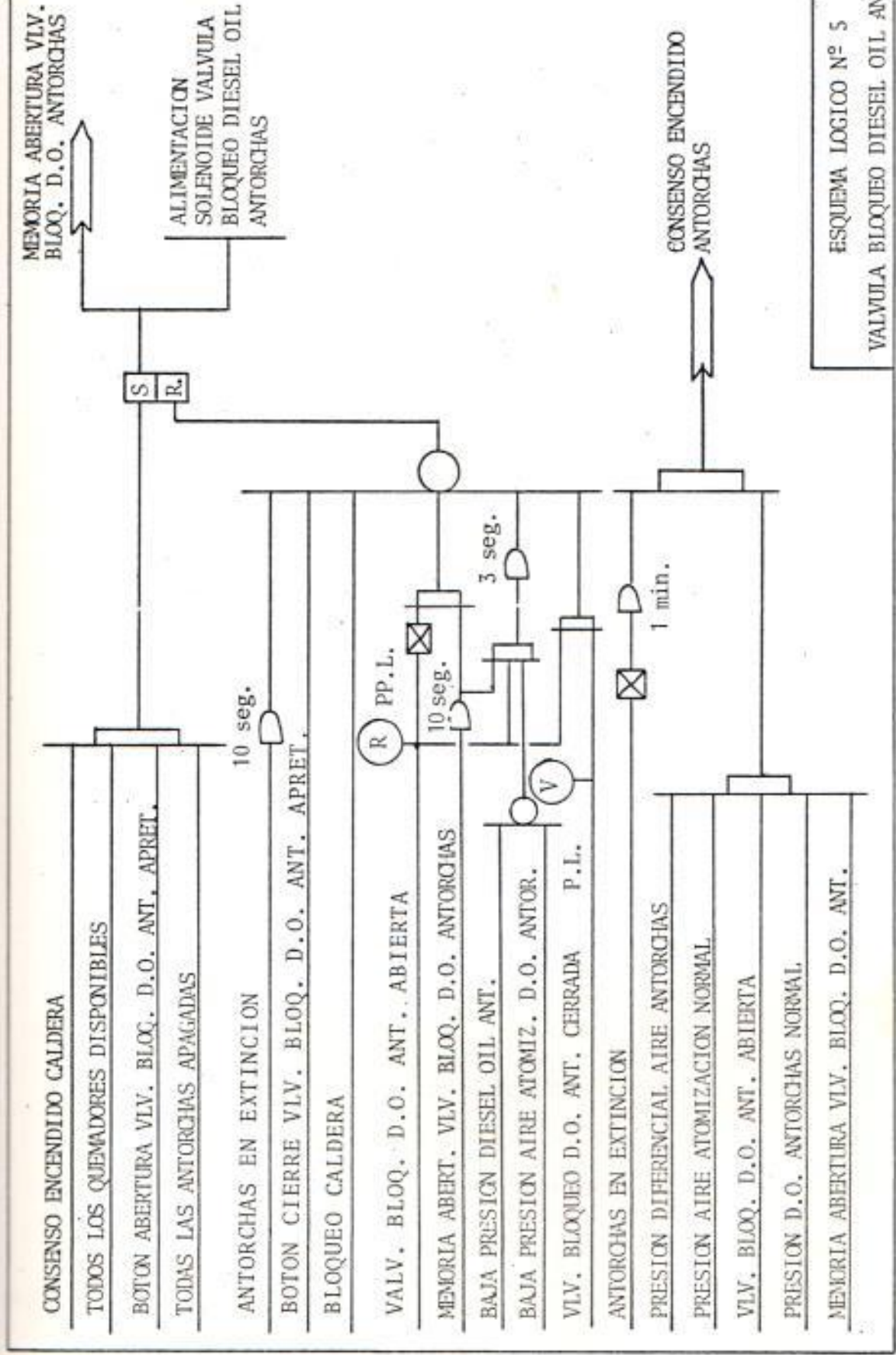
3.3.1 VALVULA DE BLOQUEO DIESEL OIL ANTORCHAS (ESQUEMA LOGICA N° 5).

Debido a que se necesita un cierre rápido de esta válvula en condiciones de emergencia, se ha diseñado la válvula de bloqueo a solenoide, la cual cerrará o abrirá inmediatamente después de su desenergización o energización de la misma.

El proyecto incluye este tipo de válvulas para las que sean de bloqueo y motorizadas para aquellas usadas en el encendido del quemador o la antorcha.

La apertura de la válvula de bloqueo, a más de la condición de "botón apertura válvula bloqueo diesel oil antorchas apretado", debe cumplir las siguientes condiciones :

- CONSENSO ENCENDIDO CALDERO.- Significa que está listo el caldero; es decir se ha efectuado el barrido y se tiene el nivel del domo mayor que el mínimo (véase esquema lógico N° 2).



- Todos los quemadores deben estar disponibles.- Lógica disponible o lógica de quemadores excluida. Por lo general, es mejor tenerla disponible, ya que la condición excluida es por precaución en caso de que sólo se desee prender antorchas.

- Todas las antorchas apagadas.-

El cierre de esta válvula de bloqueo ocurrirá cuando una cualquiera de las siguientes condiciones ocurra :

- Botón de cierre válvula bloqueo diesel oil antorchas apretado.
- Bloqueo caldera.- Cualquier condición de bloqueo caldera, deberá ocasionar el cierre inmediato de esta válvula de bloqueo.
- Demora en la abertura.- Existiendo memoria de abertura de esta válvula de bloqueo, y si no abre dentro de un determinado tiempo, el control ordenará la desenergización del solenoide. Normalmente se dispone de unos 10 seg. que es el tiempo del fin de carrera

de la válvula.

- Baja presión de diesel oil o aire de atomización.- Estando abierta esta válvula de bloqueo, y si por cualquier motivo hay baja presión de diesel oil o de aire de atomización, se cerrará después de un tiempo (Δt) que se determina en base del tiempo de duración de los transientes del sistema, esto es unos 3 seg. aproximadamente.

- Incongruencia de fin de carrera.- Si la válvula de bloqueo nos da señalización de abierta y cerrada al mismo tiempo, deberá cerrarse, ya que habrá seguridad de la condición en que ésta se encuentra.

- Antorchas en extinción.- Se cerrará la válvula de bloqueo, si cualquier antorcha está en extinción, esto es :
 - a) No hay detección de llama
 - b) No hay memoria de abertura de la válvula de raíz de la antorcha, y
 - c) La válvula de raíz de la antorcha está abierta.

O también, si se ha dado señal de apagar de alguna antorcha, pero ésta no cierra su válvula de raíz, entonces para proteger la caldera y que no caiga combustible en su interior, se ordenará el cierre de su válvula de bloqueo inmediatamente.

Cabe anotar que existe un tiempo de 10 seg. para el cierre de la válvula de raíz, que es el que debe esperar esta condición.

Una vez abierta la válvula de bloqueo diesel oil antorchas, se tendrá el consenso de encendido de la antorcha, cuando se tengan las condiciones normales de presión, tanto para el diesel oil como para el aire de atomización. Además, se debe tener la suficiente presión diferencial en las antorchas para su encendido normal.

Es importante notar también que cada vez que se apaga la última antorcha se debe esperar un tiempo para poder encender nuevamente una antorcha cualquiera, esto es con el objeto de permitir el cierre correcto de la válvula de raíz (para que no exista la

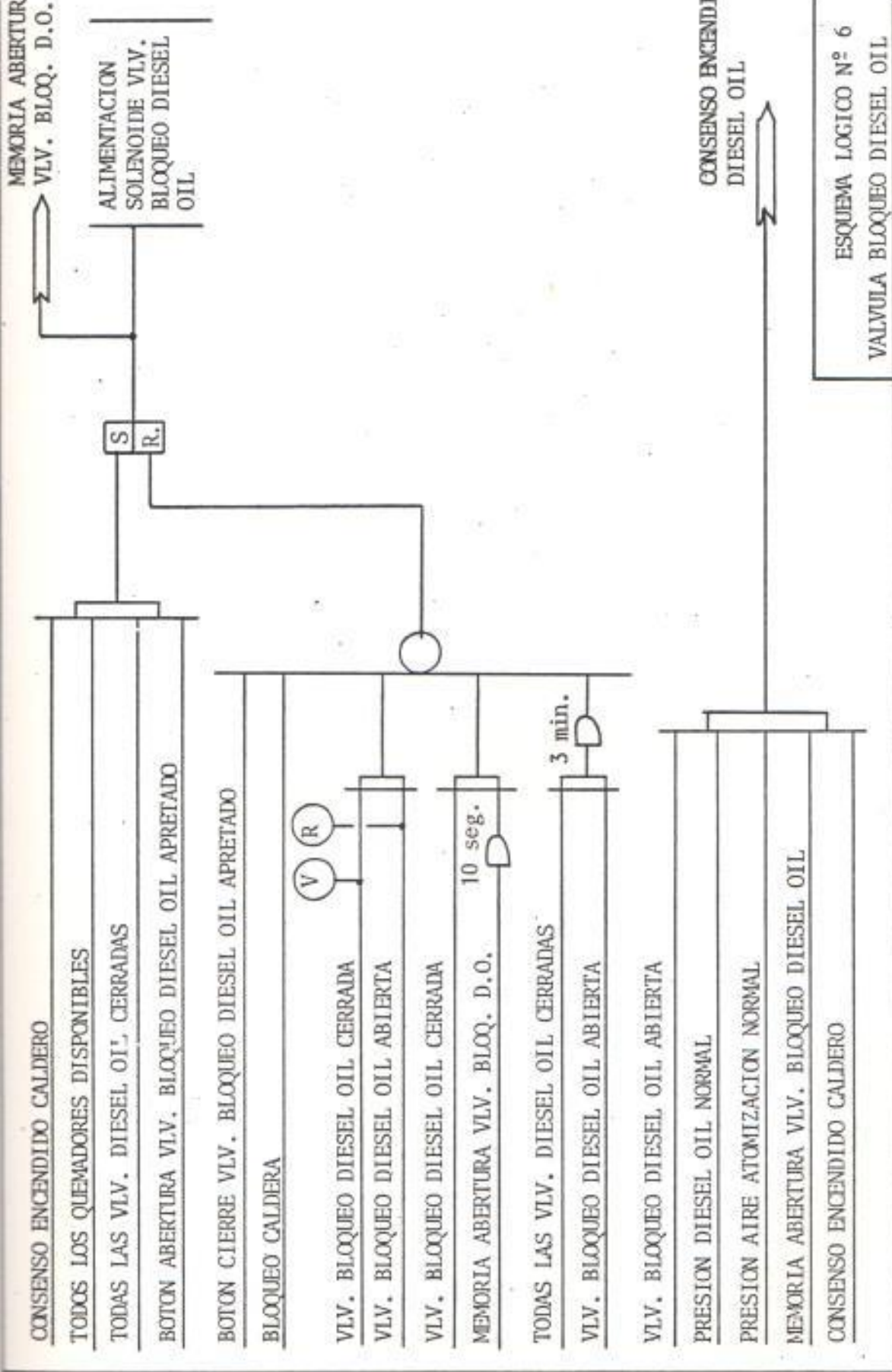
condición de extinción antorchas). Es suficiente el tiempo de 1 minuto aproximadamente para este requerimiento. Esta válvula de bloqueo tendrá también su señalización en panel local (P.L.).

3.3.2 VALVULA DE BLOQUEO DIESEL OIL QUEMADORES (ESQUEMA LOGICO N° 6).

Esta válvula de bloqueo es del tipo a solenoide, por las razones ya expuestas para este tipo de válvulas.

Su apertura tendrá lugar bajo las siguientes condiciones :

- Consenso encendido caldero
 - Todos los quemadores deben estar disponibles.
 - Todas las válvulas diesel oil quemadores cerradas.- No debe permitirse la apertura de la válvula de bloqueo, si alguna válvula de raíz del quemador está abierta, porque esto indicaría que llevaríamos cierta cantidad de combustible dentro del hogar del caldero;
- y



CONSENSO ENCENDI
DIESEL OIL

ESQUEMA LOGICO N° 6
VALVULA BLOQUEO DIESEL OIL

- Botón de abertura válvula bloqueo diesel oil quemadores, apretado.

Una vez cumplidas estas cuatro condiciones, se setará una memoria que alimentará con su salida al solenoide de la válvula de bloqueo diesel oil quemadores y enviará una salida lógica "memoria abertura válvula bloqueo diesel oil".

El cierre de esta válvula de bloqueo debe provocarse por una cualquiera de las siguientes condiciones :

- Boton de cierre válvula bloqueo diesel oil apretado.
- Bloqueo caldero
- Incongruencia fin de carrera
- Demora en la abertura
- Tiempo secuencia vencido.- Esto es, si estando abierta la válvula de bloqueo y si después de un cierto tiempo no se abre ninguna válvula de raíz de cualquier quemador, deberá cerrarse inmediatamente la válvula de bloqueo, ya que no hay motivo para tener

la abierta, además de que prevenimos de que por cualquier falla se abra la válvula de raíz, introduciendo en consecuencia combustible en el interior del hogar. El tiempo de espera para completar la secuencia, es diferente para cada diseño, pero se ha determinado según la experiencia que 3 min. es más que suficiente para completarla.

Una vez abierta la válvula bloqueo diesel oil (señalización en panel local P.L.), se tendrá la señal lógica de consenso de encendido de quemador a diesel oil, cuando se tengan las condiciones normales de presión para el diesel oil y el aire de atomización; así como también la memoria de abertura de válvula bloqueo diesel oil y el consenso encendido caldero.

3.3.3 VALVULA BLOQUEO FUEL OIL (ESQUEMA LOGICA Nº 7)

De tipo solenoide, su alimentación ocurrirá cuando se setee una memoria. El seteo de esta memoria necesita de que se cumplan los siguientes condiciones :

- Todos los quemadores disponibles

TODOS LOS QUEMAIDORES DISPONIBLES

TODAS LAS VLV. FUEL OIL CERRADAS

BOTON ABERT. VLV. BLOQ. F.O. APRETADO

RECIRCULACION EMERGENCIA PEDIDA

CONSENSO ENCENDIDO CALDERA

VLV. BLOQ. FUEL OIL ABIERTA

TODAS LAS VLV. FUEL OIL CERRADAS

TOTON DE CIERRE VLV. BLOQUEO F.O. APRETADO

ALGUNA VLV. F.O. ABIERTA

BLOQUEO CALDERA

RECIRCULACION DE EMERGENCIA PEDIDA

VLV. BLOQUEO F.O. CERRADA

VLV. BLOQUEO F.O. ABIERTA

MEMORIA ABERTURA VALVULA

BLOQUEO FUEL OIL

VLV. DE RECIRCULACION F.O. CERRADA

PRESION FUEL OIL NORMAL

PRESION VAPOR ATOM. NORMAL

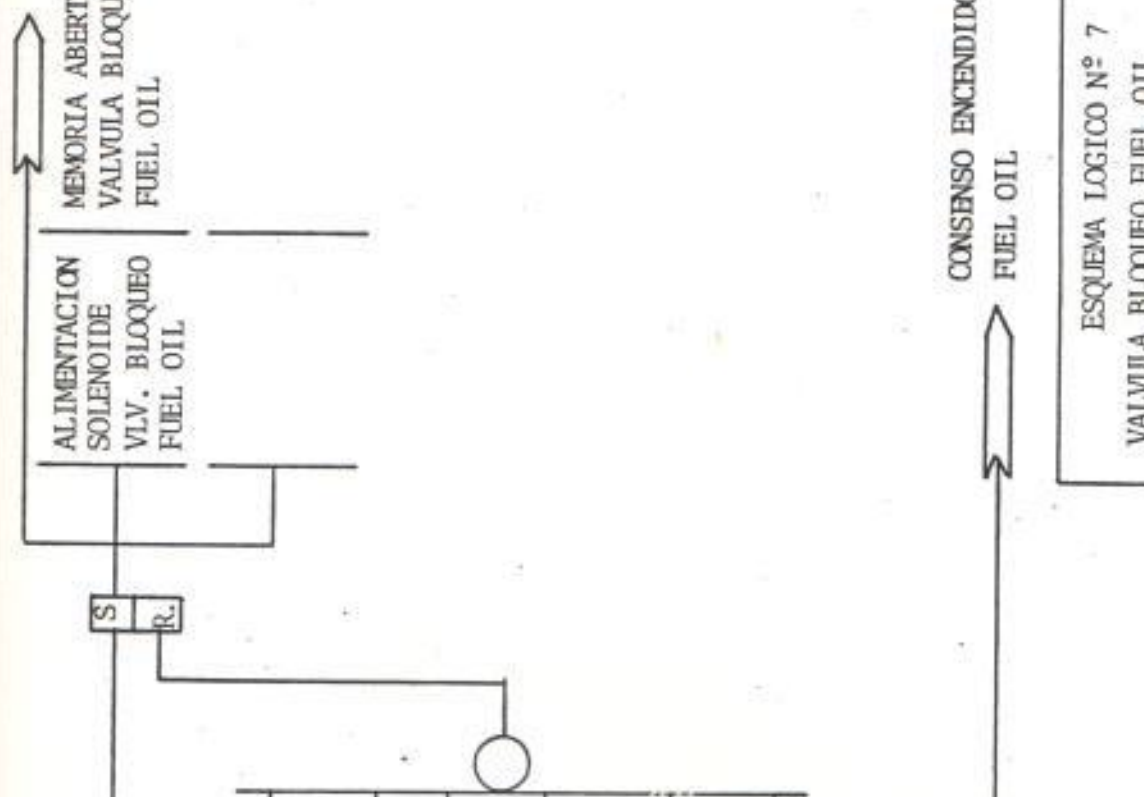
PRESION DOMO NORMAL

CONSENSO ENCENDIDO CALDERO

MEMORIA ABERTURA VLV. BLOQ. F.O.

VLV. BLOQUEO F.O. ABIERTA

TEMPERATURA F.O. NORMAL



CONSENSO ENCENDIDO
FUEL OIL

ESQUEMA LOGICO N° 7
VALVULA BLOQUEO FUEL OIL

- Todas las válvulas de Fuel Oil cerradas
- Botón apertura válvula bloqueo Fuel Oil apretado, y
- Consenso encendido caldera, ó ,

Recirculación de emergencia pedida.- Esta condición es necesaria para el caso, en que se bloquea la caldera por causas externas a ella y necesitamos encenderla rápidamente; entonces se puede tener recirculando el combustible hasta el cabezal del quemador, pidiendo recirculación de emergencia.

Su cierre deberá proteger contra cualquiera de las siguientes condiciones :

- Botón de cierre de válvula de bloqueo Fuel Oil apretado.
- Bloqueo de caldera, pero con válvula de raíz abierta.
- Bloqueo de caldera y que no exista recirculación de emergencia pedida.
- Incongruencia fin de carrera
- Demora en la apertura.

Una vez abierta la válvula de bloqueo Fuel Oil (señalización en panel local P.L.), tendremos consenso de encendido Fuel Oil con las siguientes condiciones cumplidas :

- Válvula de recirculación Fuel Oil cerrada.- ya no es necesario recircular en el momento que se tenga listo el quemador para el encendido.
- Presión de Fuel Oil normal
- Consenso encendido caldero
- Temperatura Fuel Oil normal.- Protección contra la viscosidad.
- Adecuada presión del domo.- Para no poder encender con Fuel Oil.
- Válvula bloqueo Fuel Oil abierta.
- Memoria abertura válvula bloqueo Fuel Oil.

3.4 SECUENCIAS DE ENCENDIDO

3.4.1 SECUENCIA ENCENDIDO ANTORCHA (ESQUEMA LOGICO N°8)

La antorcha para su encendido necesita que al mismo tiempo que se abren las válvulas de

raíz de Diesel Oil y aire de atomización, que la bujía sea energizada por el transformador de ésta.

El transformador de la bujía deberá desenergizarse una vez que se haya encendido la antorcha. El tiempo necesario de encendido de la bujía se lo toma del tiempo de apertura de la válvula de raíz de combustible y aire de atomización; esto es aproximadamente unos 10 seg.

El seteo de la memoria hará que se alimente el transformador de antorcha, que abra las válvulas de raíces del combustible y del aire de atomización.

El reseteo sólo cerrará las válvulas de raíces del combustible y del aire de atomización de la antorcha.

Para obtener la señal lógica "1" para el seteo de la memoria es necesario que se cumplan las siguientes condiciones :

- Consenso encendido antorcha
- Llama antorcha ausente
- Válvula antorcha cerrada

- Botón local encendido antorcha apretado, ó

Antorcha pedida para falta carga eléctrica.-

Esta condición hace que la antorcha se encienda en caso de que se abra el disyuntor del generador (falla externa), lo cual permitirá tener la caldera en condiciones de trabajo mínimas y no hará que ésta se enfríe. Más adelante se verá que también se quedan encendidos los quemadores seleccionados para cuando exista falta carga eléctrica. En definitiva esta condición evita pérdidas de tiempo en volver a encender la caldera, cuando no existen disparos propios de ella.

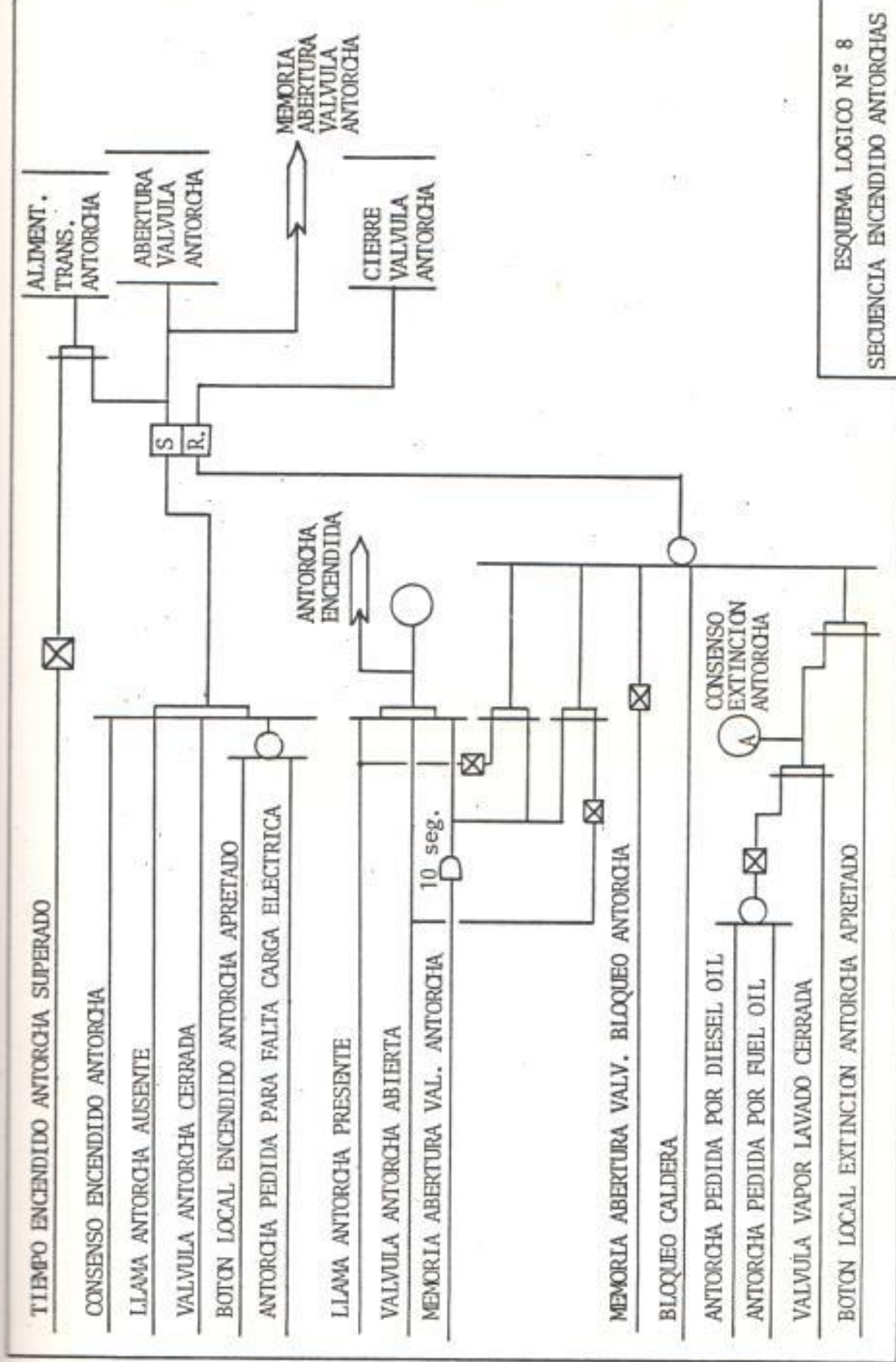
El cierre de las válvulas de raíces del combustible y del aire de atomización de la antorcha (reseteo) se producirá bajo una cualquiera de las siguientes condiciones :

- Tiempo encendido antorcha superado.- Si después de 10 seg. de tener presente la señal de "memoria abertura válvula antorcha" no se detecta llama, deberá protegerse la caldera, en consecuencia cerrarán las válvulas de combustible y aire de ato

mización.

- Demora en la abertura válvula antorcha
- Bloqueo caldera
- No existe memoria abertura válvula bloqueo antorcha.- Si por cualquier motivo se cierra la válvula bloqueo antorcha, en tonces no es necesario que las válvulas de combustible y aire de atomización estén abiertas.
- Botón local extinción antorcha apretado.- Esta condición requiere que exista el consenso de extinción de la antorcha, esto es :

Que no se esté efectuando el lavado del quemador (válvula vapor lavado cerrada), ya que si esto ocurre se necesitaría de la antorcha para quemar el combustible que sale junto con el vapor de lavado, y que se haya vencido el tiempo de encendido del quemador, sea éste de Diesel Oil o de Fuel Oil, porque se necesita la antorcha para encender el quemador (antorcha pedida por Diesel Oil o Fuel Oil).



ESQUEMA LOGICO N° 8
SECUENCIA ENCENDIDO ANTORCHAS

3.4.2 SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR DIESEL OIL (Esquema lógico N° 9).

El diseño prevee la alternativa de funcionamiento de un piso con Diesel Oil o Fuel Oil.

Dado que es recomendable iniciar el calentamiento con Diesel Oil, el primer piso de quemadores tendrá esta alternativa de funcionamiento, ya que ello permitirá un calentamiento más uniforme del hogar del caldero, siempre de abajo hacia arriba para este tipo de caldera.

Debido a esto se encontrará en el panel local de encendido de quemadores un selector de Fuel Oil o Diesel Oil. Para el segundo piso sólo se tendrá la posibilidad de funcionamiento con Fuel Oil.

El encendido del quemador a Diesel Oil, significa que debe abrirse su válvula de raíz, con la antorcha encendida. Para la alimentación del motor de la válvula de raíz, primero debe setearse una memoria, lo cual se cumple siempre y cuando se tenga la señalización "Diesel oil listo", antorcha encendida y botón de a-

NINGUN QUEMADOR EN BLOQUEO

LANZA INSERTADA

NO HAY INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA

VALVULA VAPOR LAVADO CERRADA

NO HAY MEMORIA ABERTURA VALV. D.O.

VALV. VAPOR ATOMIZACION CERRADA

VALVULA FUEL OIL CERRADA

CONSENSO ENCENDIDO DIESEL OIL

VALV. AIRE ATOMIZACION ABIERTA

SELECTOR EN POSICION DIESEL OIL

ANTORCHA ENCENDIDA

BOTON DE ABERTURA VALV. D.O. APRETADO

BOTON DE CIERRE VALV. D.O. APRETADO

LANZA NO INSERTADA

VALVULA D.O. CERRADA

VALVULA D.O. ABIERTA

MEMORIA ABERTURA VALV. D.O. min

DETECTOR NO VE LLAMA

ANTORCHA APAGADA

MEMORIA ABERTURA VALV. D.O.

VALV. D.O. CERRADA

VALV. AIRE ATOMIZACION CERRADA

BLOQUEO CALDERA

NO HAY MEMORIA ABERTURA VALV. BLOQUEO DIESEL OIL

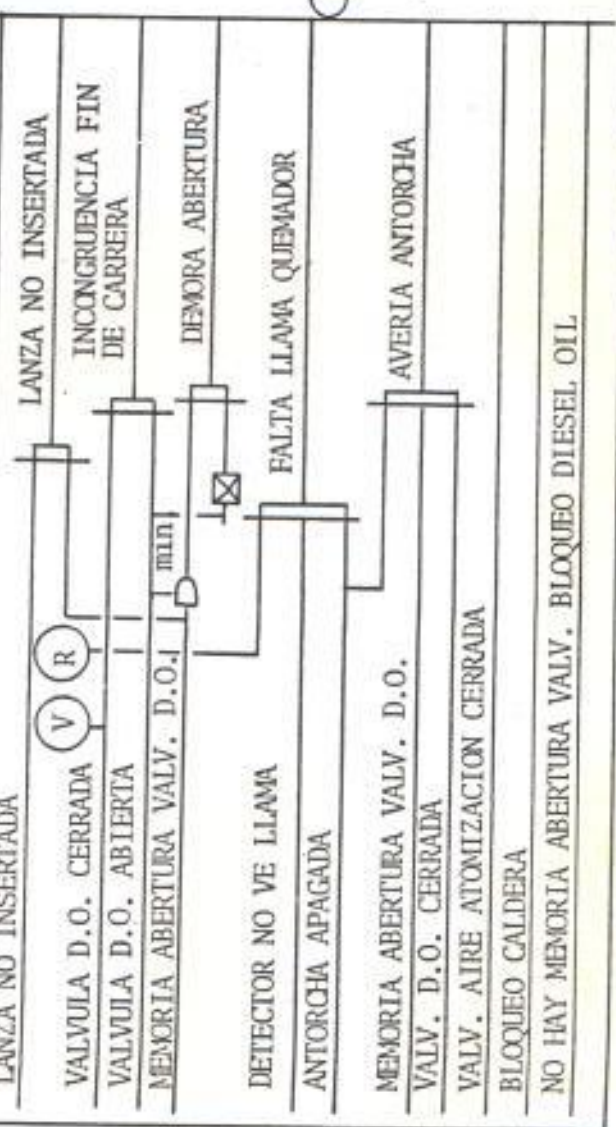
DIESEL OIL LISTO

A

MEMORIA ABERTURA VALV. DIESEL OIL

ALIMENTACION MOTOR VALVULA DIESEL OIL

S R.



ESQUEMA LOGICO N° 9
SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR
DIESEL OIL

bertura válvula diesel oil apretado.

La señalización "diesel oil listo" debe aparecer cuando se cumplan las siguientes condiciones :

- Lanza del quemador insertada.- Quemador listo para el encendido.
- Que no exista incongruencia fin de carrera.- Válvula abierta y cerrada al mismo tiempo.
- Válvula de vapor lavado cerrada.- No podrá encenderse el quemador si es que se está el mismo.
- Válvula de vapor atomización cerrada.- Para atomizar el Diesel es necesario aire, por tanto necesitamos tener cerrada la entrada de vapor y abierta la entrada de aire de atomización.
- Válvula Fuel Oil cerrada.- Debido a que se está utilizando el quemador a Diesel Oil.
- Consenso encendido Diesel
- Válvula aire atomización abierta.- La atomización del Diesel Oil es con aire.

- Manipulador local en posición diesel oil
- Que no exista memoria abertura válvula Diesel Oil.- Sólo se tendrá que presionar el botón de abertura una vez.
- Ningún quemador en bloqueo.- Cuando algún quemador de Diesel Oil o Fuel Oil se bloquee, deberá esperarse un tiempo determinado para chequear el origen del mismo, el cual puede ocurrir por cualquiera de las siguientes causas :
 - a) Falta de llama en quemador : El detector no ve llama.
 - b) Incongruencia de fin de carrera en la válvula de Diesel Oil o de Fuel Oil.
 - c) Lanza no insertada
 - d) Demora en abertura válvula de Diesel Oil o Fuel Oil.- Este tiempo para las válvulas de raíces es de 1 min. aproximadamente.
 - e) Antorcha no encendida.
 - f) Botón de cierre de la válvula Diesel Oil ó Fuel Oil apretado.

La extinción del quemador a Diesel Oil, viene determinada por el cierre de la válvula motorizada de raíz, lo cual sucederá cuando de las siguientes condiciones se haga presente :

- Botón de cierre válvula Diesel Oil apretado.
- Lanza no insertada.- Siempre y cuando se tenga la señal de memoria de abertura de la válvula Diesel Oil, de lo contrario no tiene porqué bloquearse el quemador o dar señal de bloqueo; ya que se supone que es un quemador que está fuera de servicio.
- Incongruencia fin de carrera
- Demora en abertura válvula Diesel Oil.
- Falta de llama en quemador.- Se tendrá la señal de falta de llama del quemador, siempre que se tenga la válvula de Diesel Oil abierta, que el detector no vea llama y que su antorcha esté apagada. Es importante no tar que deben cumplirse estas tres condicio nes, porque puede darse el caso de que el detector no vea llama estando su antorcha encendida, lo cual indicaría que se tiene problemas en el detector y no en la combus-

ción misma.

- Avería antorcha.- Que la antorcha se apague en el momento que esté abriendo la válvula motorizada de raíz de Diesel Oil.
- Válvula aire atomización cerrada
- Bloqueo caldera
- No hay memoria abertura válvula bloqueo Diesel Oil.

3.4.3 SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR FUEL OIL, PRIMER Y SEGUNDO PISO (ESQUEMA LOGICO N° 10 Y 11).

El encendido del quemador a Fuel Oil del primer piso deberá cumplir las mismas condiciones que para el encendido del quemador a Diesel Oil, tomando en cuenta que el selector de posición debe cambiarse a Fuel Oil; además de que la atomización es con vapor y no con aire.

Para el encendido del quemador a Fuel Oil del segundo piso, es igual que al del primer piso, excepto que ya no es necesario, incluir las señales de "válvula Diesel Oil cerrada", "válvula aire atomización cerrada" y selector en

quiera de las siguientes condiciones :

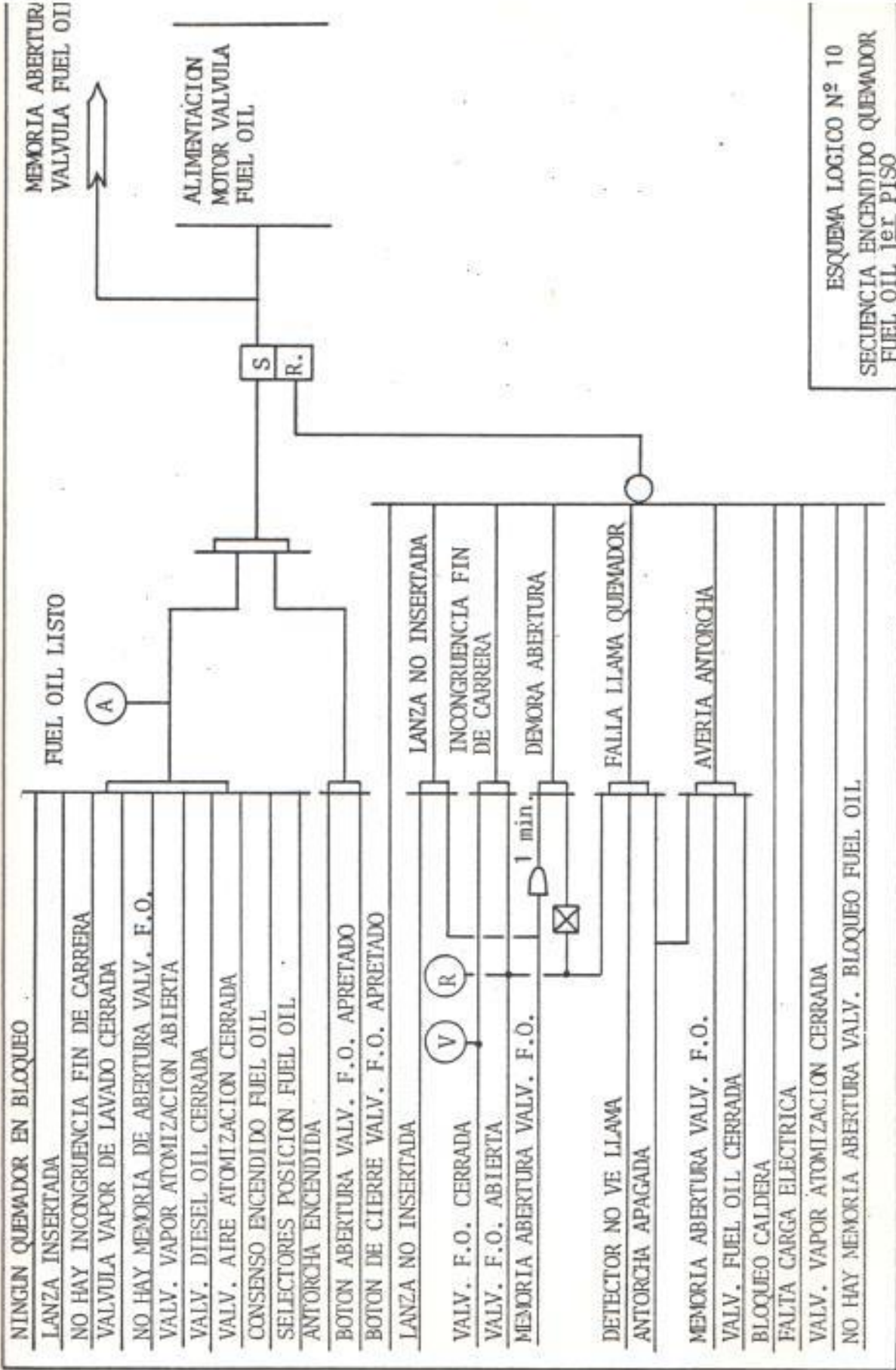
- Barrido efectuado.- Una vez efectuado el barrido del hogar se puede recircular el combustible, para obtener condiciones de temperatura del mismo, previo el arranque del caldero.

- Alguna válvula de Fuel Oil abierta.- Después de encendido un quemador se puede abrir la recirculación si se desea tener un mejor control de la presión del combustible.

- Algún quemador no disponible.- Esta condición involucra alguna falla en la alimentación de la lógica de algún quemador y por lo tanto es necesario hacer también el control de presión del combustible con la recirculación de emergencia.

- Botón de cierre válvula bloqueo Fuel Oil apretado.- Implica que se bloquea la caldera (no hay paso de combustible para ningún quemador) y se podrá inmediatamente recircular este bloqueo de caldera es manual ya que se supone que el problema de la unidad es externo.

La petición de recirculación de emergencia dá el permiso para el encendido del caldero, esto es, permite



NINGUN QUEMADOR EN BLOQUEO

LANZA INSERTADA

NO HAY INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA

VALVULA VAPOR DE LAVADO CERRADA

NO HAY MEMORIA DE ABERTURA VALV. F.O.

VALV. VAPOR ATOMIZACION ABIERTA

VALV. DIESEL OIL CERRADA

VALV. AIRE ATOMIZACION CERRADA

CONSENSO ENCENDIDO FUEL OIL

SECTORES POSICION FUEL OIL

ANTORCHA ENCENDIDA

BOTON ABERTURA VALV. F.O. APRETADO

BOTON DE CIERRE VALV. F.O. APRETADO

LANZA NO INSERTADA

VALV. F.O. CERRADA

VALV. F.O. ABIERTA

MEMORIA ABERTURA VALV. F.O.

1 min.

DETECTOR NO VE LLAMA

ANTORCHA APAGADA

MEMORIA ABERTURA VALV. F.O.

VALV. FUEL OIL CERRADA

BLOQUEO CALDERA

FALTA CARGA ELECTRICA

VALV. VAPOR ATOMIZACION CERRADA

NO HAY MEMORIA ABERTURA VALV. BLOQUEO FUEL OIL

FUEL OIL LISTO

A

ALIMENTACION
MOTOR VALVULA
FUEL OIL

S
R.

LANZA NO INSERTADA

INCONGRUENCIA FIN
DE CARRERA

DEMORA ABERTURA

FALLA LLAMA QUEMADOR

AVERIA ANTORCHA

ESQUEMA LOGICO N° 10
SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR
FUEL OIL 1er PISO

NINGUN QUEMADOR EN BLOQUEO

LANZA INSERTADA

NO HAY INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA

VALV. VAPOR DE LAVADO CERRADA

NO HAY MEMORIA ABERTURA VALV. FUEL OIL.

VALV. VAPOR ATOMIZACION ABIERTA

CONSENSO ENCENDIDO FUEL OIL

ANTORCHA ENCENDIDA

BOTON DE ABERTURA VALV. F.O. APRETADO

BOTON DE CIERRE VALV. FUEL OIL APRETADO

LANZA NO INSERTADA

VALVULA FUEL OIL CERRADA

VALVULA FUEL OIL ABIERTA

MEMORIA ABERTURA VALV. F.O.

DETECTOR NO VE LLAMA

ANTORCHA APAGADA

MEMORIA ABERTURA VALV. F.O.

VALV. FUEL OIL CERRADA

BLOQUEO CALDERA

FALTA CARGA ELECTRICA

VALV. VAPOR ATOMIZACION CERRADA

NO HAY MEMORIA ABERTURA VALV. BLOQUEO F.O.

FUEL OIL LISTO

(A)

MEMORIA ABERTURA VALVULA FUEL OIL

ALIMENTACION MOTOR VALVULA FUEL OIL

S
R.

LANZA NO INSERTADA

INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA

DEMORA ABERTURA

FALTA LLAMA QUEMADOR

AVERIA ANTORCHA

ESQUEMA LOGICO N° 11
SECUENCIA ENCENDIDO QUEMADOR
FUEL OIL 2do PISO

posición Fuel Oil, ya que este piso sólo tiene opción para funcionar con Fuel Oil, por lo tanto son innecesarias las señales antes mencionadas.

El cierre de la válvula de raíz o apagamiento del quemador se efectuará bajo las mismas condiciones que para el apagamiento del quemador a Diesel Oil.

Se agregará la señal de falta de carga eléctrica, que apagará también el quemador a Fuel Oil, del primer piso como del segundo piso, excepto los seleccionados.

3.5 RECIRCULACION DE EMERGENCIA (ESQUEMA LOGICO N° 12).

Esta condición permite mantener el combustible pesado (Fuel Oil), en los cabezales mismos del quemador, a partir de que exista el bloqueo de la caldera (cierre de la válvula de bloqueo de Fuel Oil), listo para su encendido sin esperar el barrido del hogar (5 min.). Se seteará la memoria (señal lógica de petición recirculación emergencia) y con ello abrirá la válvula de recirculación siempre que el reseteo se haya efectuado; para lo cual es necesario tener cuál



ESQUEMA LOGICO N° 12
RECIRCULACION EMERGENCIA

abrir las válvulas de bloqueo de Diesel Oil antorchas, diesel oil quemadores y Fuel-Oil, inmediatamente después de presionar el botón de abertura de la válvula de bloqueo de Fuel Oil (señal lógica de memoria abertura válvula bloqueo fuel oil).

3.6 BLOQUEO QUEMADOR (Esquema lógico N° 13)

El bloqueo de un quemador a Fuel Oil ó a Diesel Oil, provocará el cierre de la válvula de raíz del quemador, así como también de la válvula de bloqueo, después de un retardo de tiempo (aproximadamente 3 min.), siempre y cuando la válvula de raíz que se cierra es la última que ha estado abierta (ver esquemas lógicos N° 6 y N° 7 para válvulas de bloqueo de Fuel Oil y Diesel Oil). Si el quemador que se bloquea es el último que ha estado en servicio, lógicamente bloqueará la caldera (ver esquema lógico N° 3 bloqueo caldera por falla combustibles).

Las causas más comunes que producen un bloqueo de quemador son :

- Quemador en bloque por avería en abertura válvula de raíz (ver esquemas lógicos N° 9 y N° 10 para secuencia encendido quemador Fuel Oil ó Diesel Oil

por demora abertura).

- Quemador en bloqueo por avería en antorcha (ver esquemas lógicos N° 9 y N° 10 para secuencia encendido quemador Fuel Oil ó Diesel Oil por avería antorcha).

- Quemador en bloqueo por lanza no insertada (ver esquemas lógicos N° 9 y N° 10 para secuencia encendido quemador Fuel Oil ó Diesel Oil por lanza no insertada).

- Quemador en bloqueo por incongruencia fin de carrera (ver esquemas lógicos N° 9 y N° 10 para secuencia encendido quemador Fuel Oil ó Diesel Oil por incongruencia fin de carrera).

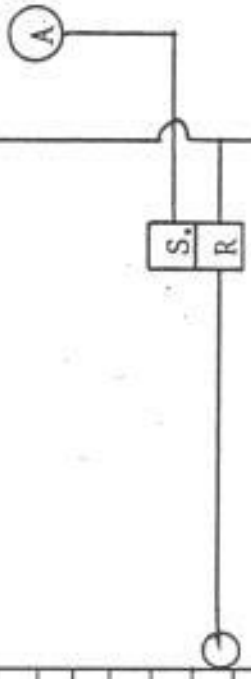
- Quemador en bloqueo por falta llama (ver esquemas lógicos N° 9 y N° 10 para secuencia encendido quemador Fuel Oil ó Diesel Oil por falta llama quemador).

Estas cinco causas de bloqueo de quemador se resetearán una vez desaparecidas las causas que bloquearon el quemador.

LANZA 1A EN FUEL OIL NO INSERTADA

"	1B	"	"	"	"
"	1C	"	"	"	"
"	1D	"	"	"	"
"	2A	"	"	"	"
"	2B	"	"	"	"
"	2C	"	"	"	"
"	2D	"	"	"	"
"	1A	EN DIESEL OIL NO INSERTADA			
"	1B	EN DIESEL OIL NO INSERTADA			
"	1C	"	"	"	"
"	1D	"	"	"	"

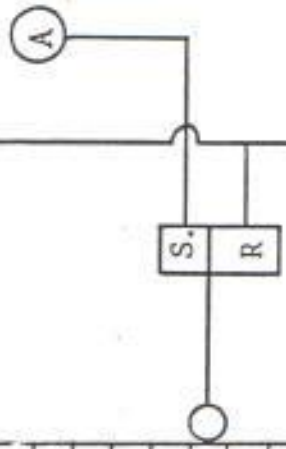
QUEMADOR EN BLOQUEO POR LANZA NO INSERTADA



INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA VALV. FUEL OIL

"	1A	"	"	"	"
"	1B	"	"	"	"
"	1C	"	"	"	"
"	1D	"	"	"	"
"	2A	"	"	"	"
"	2B	"	"	"	"
"	2C	"	"	"	"
"	2D	"	"	"	"

QUEMADOR EN BLOQUEO POR INCONGRUENCIA EN FIN DE CARRERA



INCONGRUENCIA FIN DE CARRERA VALV. DIESEL OIL

"	1A	"	"	"	"
"	1B	"	"	"	"
"	1C	"	"	"	"
"	1D	"	"	"	"

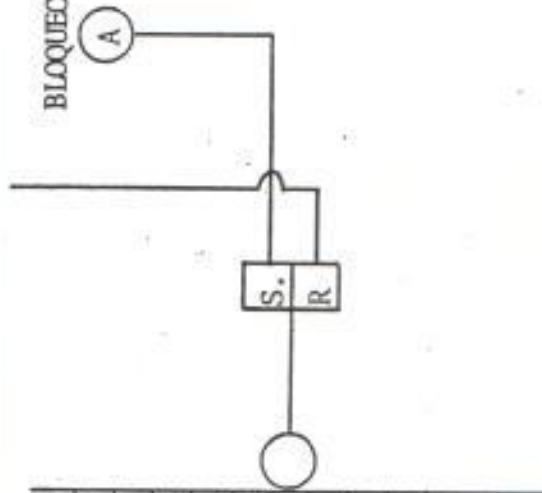
ESQUEMA LOGICO N° 13a
BLOQUEO QUEMADOR

FALTA LLAMA QUEMADOR 1A FUEL OIL

"	"	"	1B	"	"
"	"	"	1C	"	"
"	"	"	1D	"	"
"	"	"	2A	"	"
"	"	"	2B	"	"
"	"	"	2C	"	"
"	"	"	2D	"	"

FALTA LLAMA QUEMADOR 1A DIESEL OIL

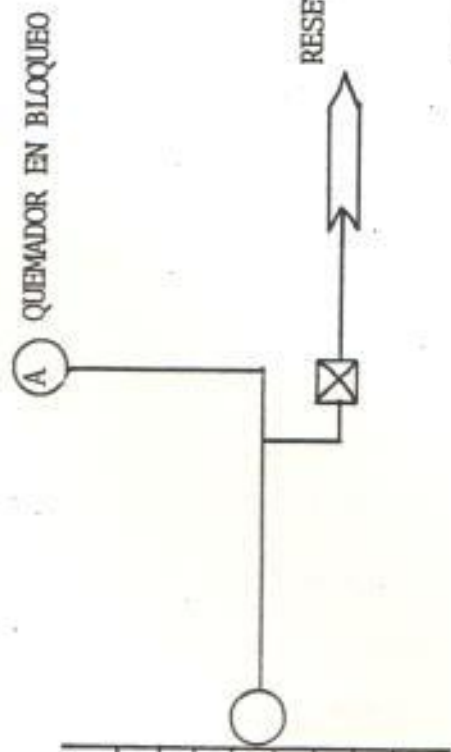
"	"	"	1B	"	"
"	"	"	1C	"	"
"	"	"	1D	"	"



BLOQUEO QUEMADOR POR FALTA LLAMA

QUEMADOR 1A EN BLOQUEO

"	"	"	1B	"	"
"	"	"	1C	"	"
"	"	"	1D	"	"
"	"	"	2A	"	"
"	"	"	2B	"	"
"	"	"	2C	"	"
"	"	"	2D	"	"



QUEMADOR EN BLOQUEO

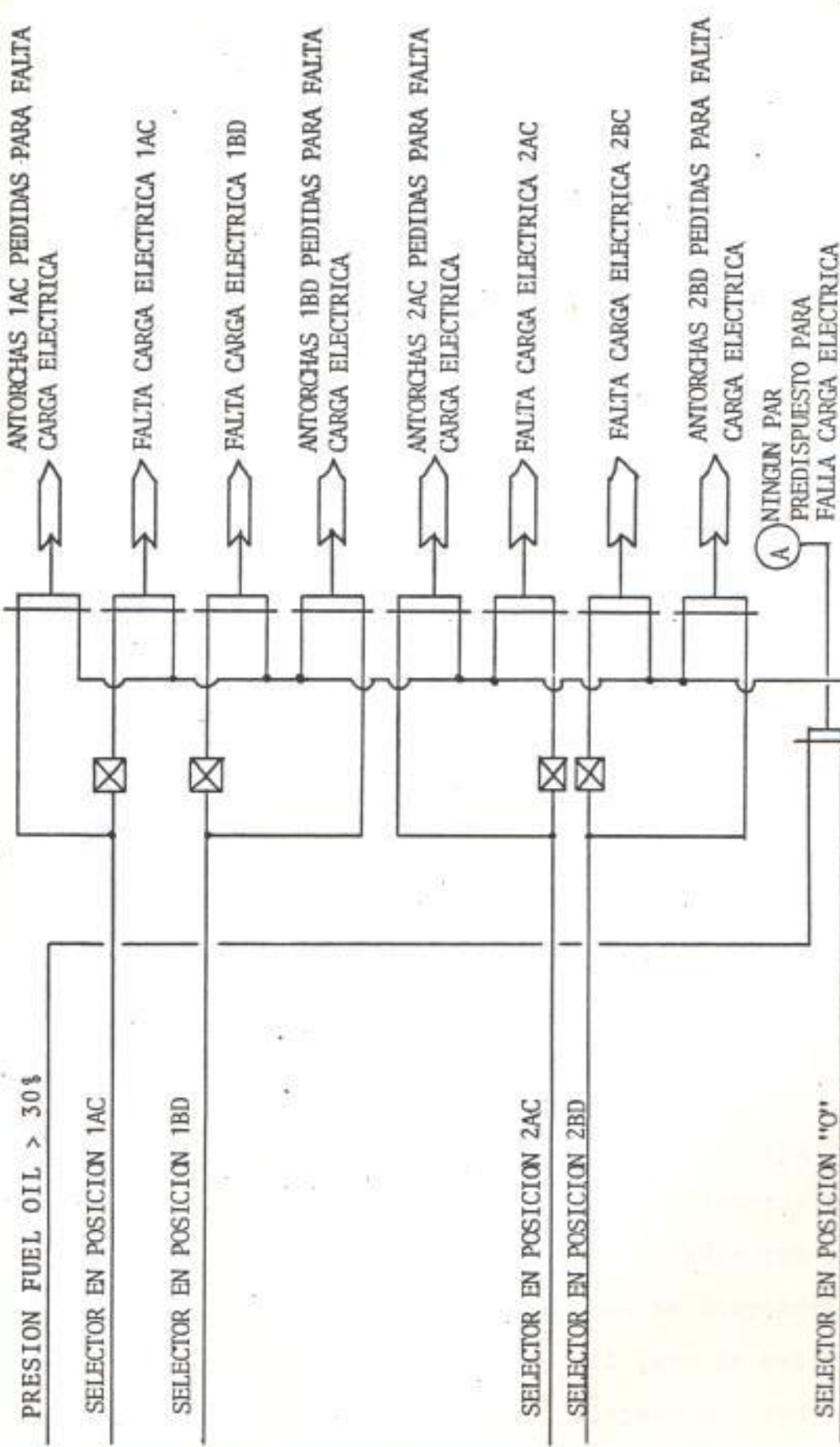
RESET MEMORIA ALARMA QUEMADOR

3.7 FALTA CARGA ELECTRICA (Esquema lógico N° 14)

Sobre el panel local de caldera se tendrá un selector de las parejas de quemadores que han de ser mantenidas encendidas en el caso de falta de carga eléctrica (abierto el interruptor del generador). Con esto se ayuda a la caldera a no bloquearse por alguna causa externa a ella, al mismo tiempo que se permite erogar vapor los servicios auxiliares de la unidad, hasta que ésta entre en sincronización nuevamente.

Cuando la pareja de quemadores que ha sido seleccionada no se enciende o si el selector está en la posición de excluído (posición "0"); y si existe falta de carga eléctrica, entonces todos los quemadores se apagarán y esto traerá como consecuencia el bloqueo del caldero.

Para el caso de falta de carga eléctrica, sobre el piso de los quemadores seleccionados se prenderán sus respectivas antorchas, con el objeto de asegurar la llama a esos quemadores. Igualmente la pareja de quemadores seleccionada estará en oposición para mantener la simetría de la llama en el hogar del caldero.



ESQUEMA LOGICO N° 14
FALTA CARGA ELECTRICA

5 seg.

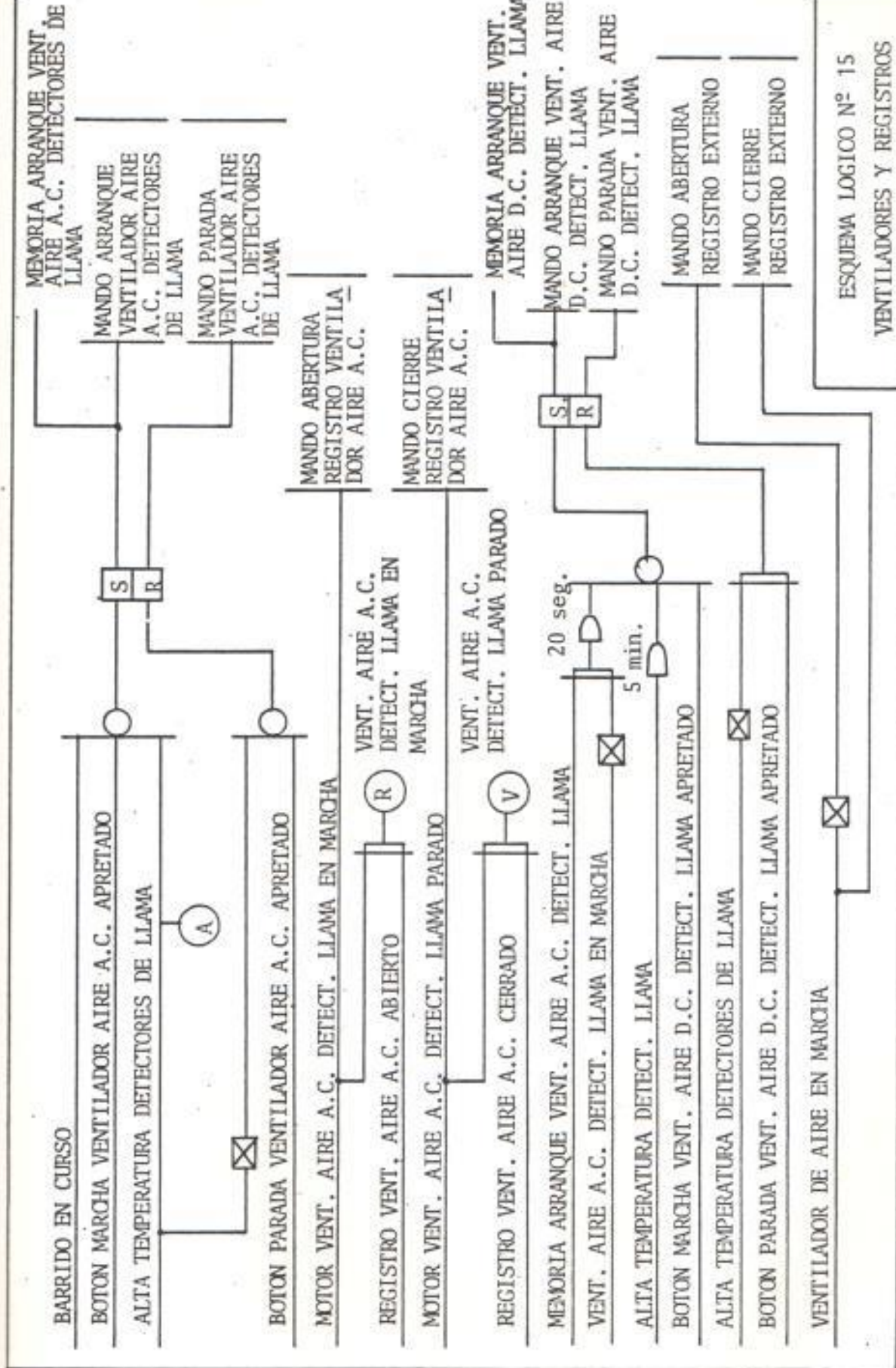
Es importante anotar que esta condición es válida con un piso de quemadores encendidos; es decir con mínimo de 30% de fusión del combustible en los quemadores.

3.8 VENTILADORES Y REGISTROS

3.8.1 VENTILADORES DE AIRE PARA ENFRIAMIENTO DE LOS DETECTORES DE LLAMA (Esquema lógico N° 15).

Debido a que los detectores de llama de los quemadores se encuentran en el interior del hogar del caldero, así como también por su constitución muy delicada, necesitan de un adecuado enfriamiento, que en este caso, se lo hace con aire a través de ventiladores.

Se utilizará un ventilador impulsado por un motor de corriente alterna para el funcionamiento normal; un ventilador impulsado por un motor de corriente continua para los casos de emergencias, tales como temperaturas muy elevadas o avería en el ventilador con motor a corriente alterna; además se dispondrá de un registro externo para el caso de extrema emergencia de la unidad (disparo del ventilador de aire de tiro forzado).

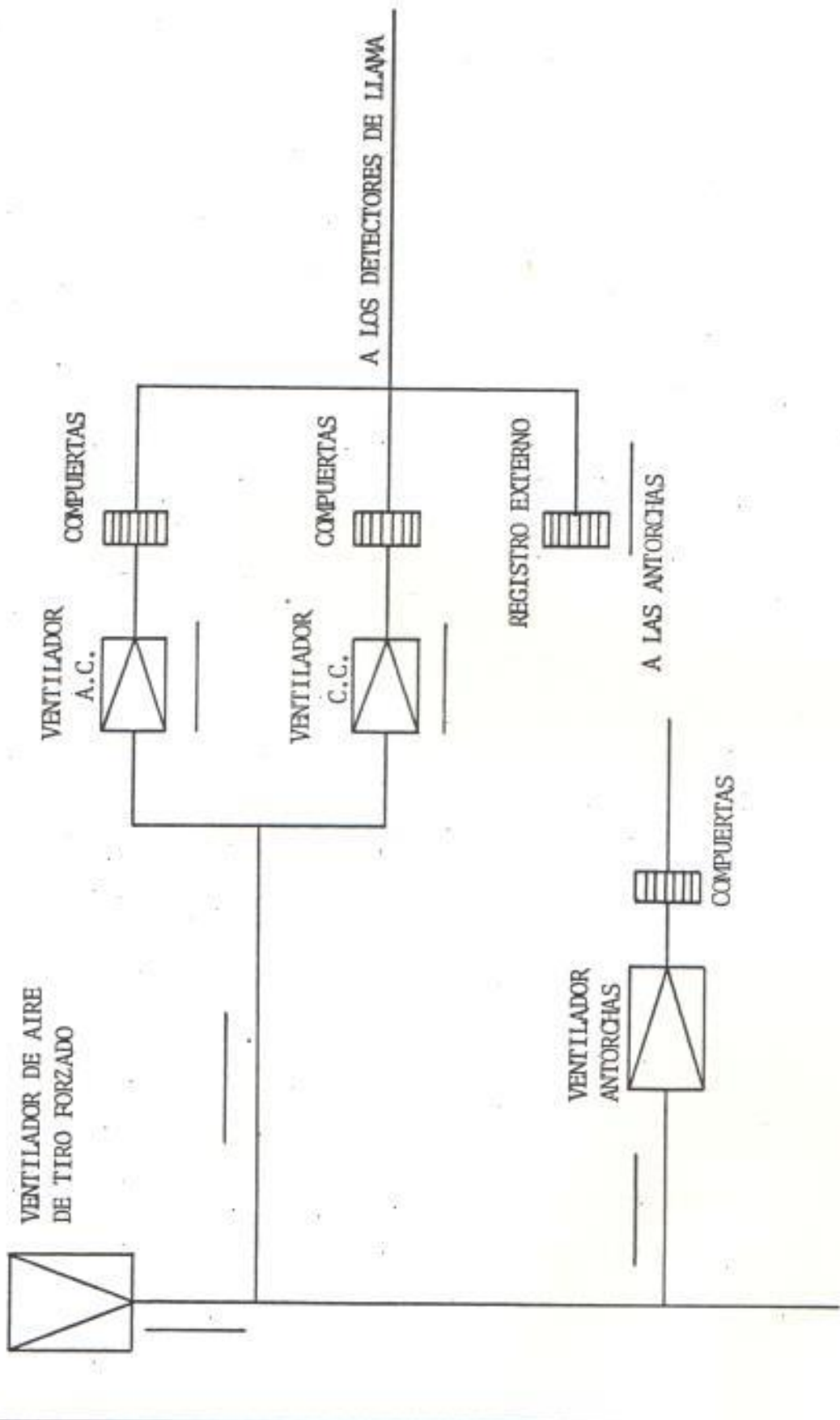


Tanto el ventilador a corriente alterna como el de corriente continua, toman el aire a la descarga del ventilador de aire de tiro forzado. Además cada uno de ellos tiene compuertas de salida (no permiten el regreso de la llama por este conducto), las cuales se abren cuando respectivo ventilador está en marcha (véase Fig.9)

Es importante notar que dado que son utilizados para el enfriamiento de los detectores de llama, deberán entrar automáticamente los dos, si es que se detecta alta temperatura en los detectores de llama.

Para secuencia de arranque normal de la caldera debe entrar en funcionamiento el ventilador C.A., una vez que se haya iniciado el barrido del hogar del caldero.

Cuando exista por cualquier motivo una alta temperatura en el hogar y por ende en los detectores, el ventilador C.C. deberá entrar automáticamente después de un tiempo (Δt) de que se halla detectado esta temperatura (t) prefijada. Los valores usuales para el tipo de



AIRE A LOS QUEMADORES

Fig. 9 VENTILADORES

calderas medianas (C.T. Esmeraldas 125 MW) es de : Δt aproximadamente 5 min.

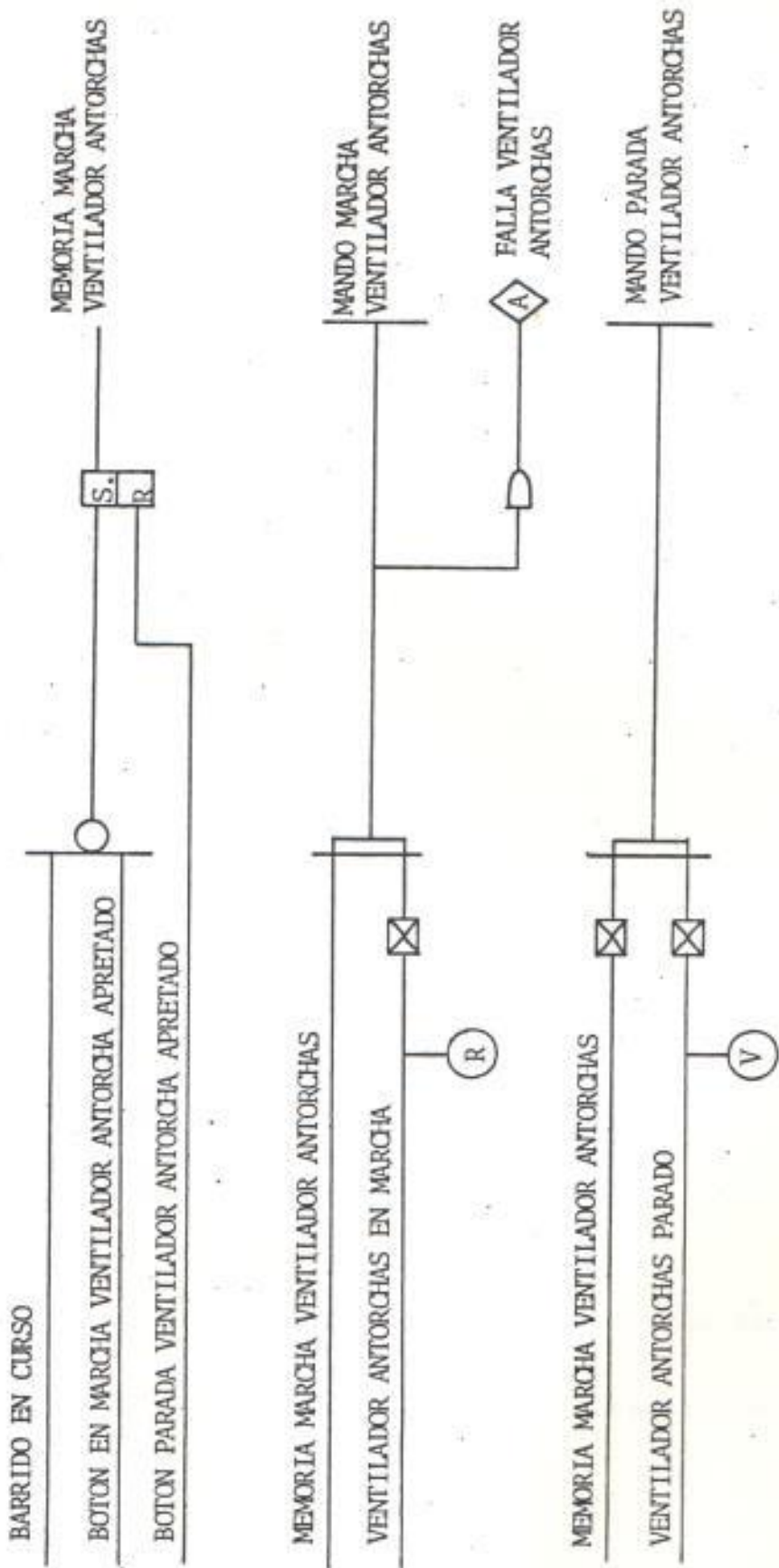
t aproximadamente 100°C

el valor (t) de temperatura se fijará de acuerdo al material de que se construyen los detectores. Es necesario también setear una alarma a un valor menor del 10% a t , con el objeto de que el operador esté alerta a lo que está sucediendo con los detectores de llama.

El registro externo se deberá abrir automáticamente se dispare el ventilador de aire de tiro forzado; y cerrarse apenas se pone en marcha el mismo.

3.8.2 VENTILADOR DE AIRE PARA LAS ANTORCHAS (Esquema lógico N° 16).

Debe arrancar automáticamente cuando exista el caudal de aire suficiente en el hogar del caldero, esto es con el ventilador de aire de tiro forzado en marcha y barriéndose la caldera, ya que inmediatamente después deberá encenderse la primera antorcha.



ESQUEMA LOGICO N° 16
VENTILADOR ANTORCHAS

El diseño prevee también el arranque manual, con su respectivo botón de marcha.

Las compuertas de salida se regularán automáticamente hasta obtener una presión diferencial entre el hogar y las cajas de aire de an torchas que permitan encender adecuadamente la antorcha.

La parada del ventilador de aire para antorchas se lo hará también manualmente cuando se desee (normalmente cuando se apaga la caldera).

3.8.3 REGISTROS (Esquema lógico N° 17)

Los registros o compuertas son las que regulan el aire que va a mezclarse con el combustible para obtener la combustión necesaria en el hogar.

Se diseñan normalmente dos tipos de registros:

- Los registros primarios esencialmente para la combustión.

- Los registros secundarios para control de la

VALVULA FUEL OIL 1A ABIERTA

VALVULA DIESEL OIL 1A ABIERTA

VALVULA FUEL OIL 1A CERRADA

VALVULA DIESEL OIL 1A CERRADA

VALVULA FUEL OIL 2A ABIERTA

VENTILACION NATURAL PEDIDA

VALVULA FUEL OIL 2A CERRADA

ALGUNA VALVULA DIESEL OIL ABIERTA

CARGA CALDERO > 30%

VENT. AIRE EN MARCHA

2/4 VALVULA FUEL OIL 1° PISO ABIERTAS

2/4 VALVULA FUEL OIL 2° PISO ABIERTAS

MANDO ABERTURA
REGISTRO 1A

MANDO CIERRE
REGISTRO 1A

MANDO ABERTURA
REGISTRO 2A

MANDO CIERRE
REGISTRO 2A

SET POINT REGULACION
Y MODULACION REGISTROS
SECUNDARIOS
PRIMER PISO AP1

SET POINT REGULACION
Y MODULACION REGISTROS
SECUNDARIOS
PRIMER PISO AP2

ESQUEMA LOGICO N° 17

REGISTROS

llama, cuando la carga de caldera aumenta o disminuye es necesario regular el aire secundario para que no exista deformación de la misma.

- Registros auxiliares manuales, para casos de extrema necesidad especialmente en altas cargas, donde se necesita mayor aire.

Inmediatamente que se abre una válvula de Fuel Oil o Diesel Oil para encender un quemador, se abren los registros primarios de ese quemador totalmente. Así mismo, cuando se cierra la válvula de Fuel Oil o Diesel Oil para apagar el quemador, los registros de ese quemador deben cerrarse.

Es importante que estos registros primarios sean de dos posiciones: abierto-cerrado; de tal forma que cuando se apague el quemador, el aire pasará por estos registros (en caso de quedar abiertos) no perturbe la combustión de otro quemador.

Los registros secundarios deberán modularse o regularse automáticamente en cierto valor, a medida que se toma más carga. Así, al encen-

derse el quemador pueden tener un valor de abertura mínima, y a plena carga un valor máximo. En definitiva el valor de modulación dependerá también de las condiciones que se tenga en la caldera.

Una protección que se debe adicionar para los registros primarios es que en caso de que exista ventilación natural pedida, no se permita el cierre o apertura del mismo.

CAPITULO IV

PRUEBAS PREVIA A LA PUESTA EN MARCHA

La operación correcta del equipo de control y su secuencia automática deberá ser probada antes de la puesta en marcha de la unidad como un requisito fundamental previa a la entrega definitiva de la misma.

Entre las pruebas principales a realizarse existen dos muy importantes :

- a) Prueba de la secuencia del control en blanco.
- b) Prueba de la secuencia del control en operación.

a) PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO.- Se realizará con la máquina fuera de servicio, y en ella se determinará como primer paso la existencia real del equipo de control y sus auxiliares, así como el correcto cableado desde el elemento primario en el campo al panel de la lógica de control; sea la alimentación de señales a las tarjetas de control desde el campo. Cabe notar que en esta fase de pruebas, se tendrán condiciones que no se pueden obtener realmente, por lo que serán simuladas mediante puentes en el panel de la lógica.

Para las pruebas de secuencia en blanco se tendrá en cuenta que los fines de carrera muestran por ejemplo

válvulas cerradas, lanzas insertadas; detectores no van llama, bloqueo de caldera existente, etc. y que son señales lógicas ya presentes, y que no se necesitan puentear, es decir, se mencionarán sólo las señales que necesiten simularse y la acción a efectuarse para obtener una condición a probarse. Todas las señales lógicas tendrán su señalización en los paneles de mando general y local, en el armario de lógica y en panel de quemadores.

A continuación se mostrará un resumen del procedimiento a seguir para la realización de las pruebas en blanco de los esquemas lógicos que involucran el control de quemadores y su protección y que son importantes en su realización, como paso previo para las pruebas en operación del mismo.

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.1 BARRIDO HOGAR (Esquema lógico N° 2)

CONDICION A
OBTENERSE

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMULARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.1.1 Consenso barrido	-Precalentador de aire en marcha -Ventilador de aire en marcha -Ventilador de recirculación en marcha	-Todos los detectores no ven llama -Válvula de bloqueo diesel oil cerrada -Válvula de bloqueo fuel oil cerrada -Válvula de bloqueo diesel oil antorchas cerradas. -Todas las antorchas apagadas -Todas las válvulas de fuel oil cerradas -Todas las válvulas de diesel oil cerradas -Todos los quemadores disponibles -Ninguna condición de bloqueo -Ventilación natural no pedida -No hay falla en válvulas de bloqueo. -Bloqueo de caldera		-Señalización en PS PL y P.A.

4.1.2 Reposición alarmas bloqueo caldera	igual a 4.1.1	igual a 4.1.1	botón barrido apretado	se elabora señal lógica.
4.1.3 Mando quemadores horizontales	igual a 4.1.1	igual a 4.1.1	botón barrido apretado	se elabora señal de ejecución
4.1.4 Mando aire > 30%	igual a 4.1.1	igual a 4.1.1	botón barrido apretado	se elabora señal de ejecución
4.1.5 Barrido en curso	igual a 4.1.1 caudal aire > 30%	igual a 4.1.1	botón barrido apretado	se elabora señal lógica, y después de 5 min de iniciar el barrido se setea una memoria que da 2 señales lógicas y una de mando.
4.1.6 Consenso encendido caldera	Nivel del domo > mínimo	señal lógica de barrido efectuado	-	se elabora señal lógica
4.1.7 Ventilación natural pedida	Alguna válvula de diesel oil o fuel oil abierta (caldera encendida)	-barrido efectuado -ventilador parado	-	se elabora señal lógica y señal permisi- va de mando después de 15 min aproximada- mente se resetea la señal de ventilación natural pedida permiti- tiendo arrancar la caldera. -señalización en PS, PL y PA.

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.2 BLOQUEO CALDERA (Esquema lógico N° 3)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMILARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.2.1 BLOQUEO CALDERA	-Caudal de aire < 30%	-Barrido efectuado -Todas las válvulas de fuel oil o diesel oil cerradas.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de retardo encendido en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 5$ m
4.2.2 BLOQUEO CALDERA	-Alguna válvula de fuel oil o diesel oil abierta.	-Todas las válvulas de fuel oil o diesel oil cerradas.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de falla combustible en PS, PL y PA, después de un $\Delta t = 30$ s
4.2.3 BLOQUEO CALDERA	-Alguna válvula de fuel oil o diesel oil abierta.	-No hay memoria de apertura de válvulas de bloqueo de fuel oil o diesel oil.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de falla combustible en PS, PL y PA, después de un $\Delta t = 30$ s
	-Alguna válvula de fuel oil o diesel oil abierta.	-Todos los detectores no ven llama.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de falla total llama en PS, PL y PA, después de un $\Delta t = 30$ s
	-Carga del piso -3/4 detectores no ven llama piso 1 y piso 2.	-	-	Elaboración de señal lógica y señalización de falla total llama en PS, PL y PA, después de un $\Delta t = 30$ s

4.2.4 BLOQUEO CALDERA	-	-Ventilador de aire parado.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de parada ventilado en PS, PL y PA.
4.2.5 BLOQUEO CALDERA	igual a 4.2.2	-Manipulador local en posición fuel oil o diesel oil. -No hay memoria de abertura de válvula fuel o diesel oil. -No hay carga piso.	-	Elaboración de señal lógica y señalización de fallida extinción quemadores en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 10$ seg.
4.2.6 BLOQUEO CALDERA	igual a 4.2.2 + caudal de aire 25%.	-	-	Elaboración de señal lógica y señalización de caudal aire menor 25% en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 3$ seg.
4.2.7 BLOQUEO CALDERA	-Alta presión hogar	-	-	Elaboración de señal lógica y señalización de alta presión hogar en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 1$ seg.
4.2.8 BLOQUEO CALDERA	-Bajo nivel domo	-	-	Elaboración de señal lógica y señalización de bajo nivel domo en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 5$ seg.
4.2.9 BLOQUEO CALDERA	-Bloqueo turbina	-	-	Elaboración de señal lógica y señalización de bloqueo turbina en PS, PL y PA.

4.2.10 BLOQUEO CALDERA	-	-	Presionar botón de emergencia desde PS o PL.	Elaboración de señalógica y señalización de botón emergencia: apretado en PS, PL y PA.
4.2.11 BLOQUEO CALDERA	-	-	-	Elaboración de señalógica y señalización de baja presión dióxido de carbono en PS, PL y PA
BLOQUEO CALDERA	-	-	-	Elaboración de señalógica y señalización de baja presión dióxido de carbono en PS, PL y PA
BLOQUEO CALDERA	-	-	-	Elaboración de señalógica y señalización de baja presión vapor atomización en PS, PL y PA.
BLOQUEO CALDERA	-	-	-	Elaboración de señalógica y señalización de baja presión aire atomización en PS, PL y PA.

NOTA: Después de simular cada condición de bloqueo caldera es necesario resetear la memoria de bloqueo caldera, para cual deberá dejar de simularse la señal o señales que producen el bloqueo y luego iniciar el barrido del hogar (en lo posible bajar la temporización de barrido a unos pocos segundos).

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.3 VALVULA DE BLOQUEO DIESEL OIL ANTORCHAS (Esquema lógico N° 5)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMULARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.3.1 MEMORIA ABERTURA VALVULA BLOQUEO DIESEL OIL ANTORCHAS (VALVULA ABRE).	-Consenso encendido caldera.	-Todos los quemadores disponibles. -Todas las antorchas apagadas.	-Botón de abertura válvula de bloqueo diesel oil antorchas apretado.	Elaboración de señal lógica, alimentaci de solenoide válvula de bloqueo diesel oil antorchas y señalización en PS, PL y PA.
4.3.2 VALVULA CIERRA	-Antorchas en extinción.	-Memoria abertura válvula bloqueo diesel oil antorchas.	-	Se desenergiza solenoide y señalización en PS, PL y PA después de un $\Delta t = 20$
4.3.3 VALVULA CIERRA	-Bloqueo caldera	-igual a 4.3.2	-	Se desenergiza solenoide y señalización en PS, PL y PA.
4.3.4 VALVULA CIERRA	-Válvula bloqueo diesel oil antorchas cerrada.	-igual a 4.3.2	-	Se desenergiza solenoide después de un $\Delta t = 10$ seg de sim la señal y señalización en PS, PL y PA.
4.3.5 VALVULA CIERRA	-Baja presión diesel oil antorchas ó -Baja presión aire atomización antorchas	-igual a 4.3.2 + -válvula bloqueo diesel oil antorchas abierta.	-	Se desenergiza solenoide después de un $\Delta t = 3$ seg. y señalización en PS, PL y PA.

4.3.6 VALVULA CIERRA	-Válvula bloqueo diesel oil antorchas cerrada.	-igual a 4.3.5	-	Se desenergiza sole de y señalización e PS, PL y PA.
4.3.7 VALVULA CIERRA	-	-igual a 4.3.2	-Botón de cierre válvula de bloqueo diesel oil antorchas apretado,	-igual a 4.3.6
4.3.8 CONSENSO ENCENDIDO ANTORCHAS	-Presión dif. aire antorchas. -Presión aire atomización normal. -Presión diesel oil antorchas normal.	-igual a 4.3.5 +	-No hay antorchas en extinción	-Elaboración de se lógica después de $\Delta t = 1$ min.

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.4 VALVULA DE BLOQUEO DIESEL OIL QUEMADORES (Esquema lógico N° 6)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMILARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.4.1 Memoria abertura válvula bloqueo diesel oil quemadores (válvula abre).	-Consenso encendido	-Todos los quemadores disponibles. -Todas las válvulas diesel oil cerradas.	-Botón de abertura válvula de bloqueo diesel oil quemadores apretada.	Elaboración de señal lógica, energización de solenoide válvula de bloqueo diesel oil quemadores y señalización en PS, PL
4.4.2 VALVULA CIERRA	-	-Memoria abertura válvula bloqueo diesel oil quemadores.	-Botón de cierre válvula de bloqueo diesel oil quemadores apretada.	Se desenergiza sol de y señalización PS, PL, y PA.
4.4.3 VALVULA CIERRA	-Bloqueo caldera	-igual a 4.4.2	-	-igual a 4.4.2
4.4.4 VALVULA CIERRA	-Válvula bloqueo diesel oil quemadores cerrada.	-igual a 4.4.2 + -válvula bloqueo diesel oil quemadores abierta.	-	-igual a 4.4.2
4.4.5 VALVULA CIERRA	-válvula bloqueo diesel oil quemadores cerrada.	-igual a 4.4.2	-	-igual a 4.4.2 des de un $\Delta t = 10$ seg.
4.4.6 VALVULA CIERRA	-	-igual a 4.4.4 + -Todas las válvulas diesel oil cerradas.	-	-igual a 4.4.2 des de un $\Delta t = 3$ min.
4.4.7 CONSENSO ENCENDIDO DIESEL OIL.	-Presión diesel oil normal. -Presión aire atomización normal. -Consenso encendido caldera.	-igual a 4.4.4	-	Elaboración de señal lógica

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.5 VALVULA BLOQUEO FUEL OIL (Esquema lógico N° 7)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMILARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.5.1 Memoria abertura válvula bloqueo fuel oil (válvula abre)	-Consenso encendido caldera ó -Recirculación de emergencia pedida	-Todos los quemadores disponibles -Todas las válvulas fuel oil cerradas	-Botón de abertura válvula de bloqueo fuel oil apretado	Elaboración de señal lógica, energización de solenoides válvula bloqueo fuel oil y recirculación fuel oil, y señalización en PS, PL, y PA.
4.5.2 Válvula cierra	-	-Memoria abertura válvula bloqueo fuel oil.	-Botón de cierre válvula de bloqueo fuel oil apretado	Se desenergiza solenoide y señalización en PS, PL y PA.
4.5.3 Válvula cierra	-Válvula de bloqueo fuel oil cerrada	-igual a 4.5.2 + -válvula de bloqueo fuel oil abierta.	-	igual a 4.5.2
4.5.4 Válvula cierra	-Alguna válvula fuel oil abierta -Bloqueo caldera	-igual a 4.5.2	-	igual a 4.5.2
4.5.5 Válvula cierra	-Bloqueo caldera	-No hay recirculación de emergencia pedida.	-	igual a 4.5.2

4.5.6	Válvula cierra	-igual a 4.5.3	-igual a 4.5.3	igual a 4.5.2 + un $\Delta t = 10$ seg.
4.5.7	Válvula cierra	-Todas las válvulas de fuel oil cerradas	-igual a 4.5.3 + -No hay recirculación de emergencia pedida	igual a 4.5.2 + un tiempo $\Delta t = 3$ m
4.5.8	Consenso encendido fuel oil	-Presión fuel oil normal. -Consenso encendido caldera. -Presión vapor atomización normal. -Temperatura fuel oil normal. -Presión domo adecuada.	-igual a 4.5.3 + -válvula recirculación fuel oil cerrada	Elaboración de se lógica.

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.6 ENCENDIDO ANTORCHA (Esquema lógico Nº 8)	SEÑAL A SIMILARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
CONDICION A OBTENERSE				
4.6.1 Memoria abertura válvula antorcha (válvula abre)	-Consenso encendido antorcha.	-No hay llama presente -Válvula antorcha cerrada	-Botón de encendido antorcha (1A) apretado (desde PQ)	Elaboración de señal lógica, se energiza transformador de pulso de la bujía un tiempo $\Delta t = 10$ s y se energiza moto
4.6.2 Memoria abertura válvula antorcha (válvula abre)	-igual a 4.6.1 + -antorcha pedida para falta carga eléctrica.	-igual a 4.6.1	-	igual a 4.6.1
4.6.3 Antorcha encendida	-Llama antorcha presente	-Memoria abertura válvula antorcha -Válvula antorcha abierta.	-	Después de $\Delta t = 10$ s se elabora señal ló- gica y señalización PS, PL y PQ y PA.
4.6.4 Válvula cierra	-Bloqueo caldera	-igual a 4.6.3	-	Se desenergiza moto señalización en PS PQ y PA.
4.6.5 Válvula cierra	-No hay memoria abertura válvula bloqueo diesel oil antorchas.	-igual a 4.6.3	-	igual a 4.6.4
4.6.6 Válvula cierra	-Válvula antorcha cerrada.	-igual a 4.6.3	-	igual a 4.6.4, pero después de $\Delta t = 10$ s

4.6.7 Válvula cierra	-	-Memoria abertura válvula antorcha -Llama no presente	-	igual a 4.6.6
4.6.8 Válvula cierra y consenso extinción antorcha	-	-No hay antorcha pedida por diesel oil o fuel oil. -Válvula vapor barrido (1A) cerrada.	-Botón local de extinción (1A) apretado.	igual a 4.6.4 y señalización en PS, PL, PA y PQ.
4.6.9 Antorcha apagada	-	-Llama antorcha no presente. -Válvula antorcha cerrada. -No hay memoria abertura válvula antorcha.	-	
4.6.10 Antorcha en extinción	-Válvula antorcha abierta.		-	Elaboración señal lógica.

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.7 ENCENDIDO QUEMADOR DIESEL OIL (Esquema lógico N° 9)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMILARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.7.1 Diesel oil	-Consenso encendido diesel oil -Válvula aire atomización 1A abierta,	-Ningún quemador en bloqueo. -Lanza 1A insertada -No hay incongruencia fin de carrera -Válvula vapor barrido 1A cerrada -Válvula fuel oil 1A cerrada	-Manipulador local en posición diesel oil.	-Señalización en PQ de diesel oil listo.
4.7.2 Memoria abertura válvula diesel oil (válvula abre)	-igual a 4.7.1 + -antorcha 1A encendida	-igual a 4.7.1	-igual a 4.7.1 + botón de abertura válvula diesel oil apretado.	-Elaboración señal ca, energización tor y solenoide, finalización en PS PQ y PA.
4.7.3 Válvula cierra	-igual a 4.7.2	-Memoria abertura válvula diesel oil	-Botón de cierre válvula diesel oil apretado.	-Elaboración señal ca, desenergización tor y solenoide, finalización en PS PQ y PA.
4.7.4 Válvula cierra	-igual a 4.7.2 +	-igual a 4.7.3 + -Lanza no insertada	-	-igual a 4.7.3 señalización sólo y PL de lanza no sertada.

4.7.5	Válvula cierra	-igual a 4.7.2 + -válvula diesel oil cerrada.	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3, pe señalización sólo PS y PL de incong cia fin de carrer
4.7.6	Válvula cierra	-igual a 4.7.2 + -válvula diesel oil cerrada.	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3 per señalización sólo PS y PL de avería abertura válvula sel oil después d $\Delta t = 80$ seg.
4.7.7	Válvula cierra	-Detector 1A no ve llama -Antorcha 1A apagada	-igual a 4.7.3 +	-	-igual a 4.7.3 per señalización de f ta llama quemador PS y PL.
4.7.8	Válvula cierra	-Válvula diesel oil cerrada -Antorcha 1A apagada	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3 per señalización de a ría antorcha 1A er cendido diesel oi en PS y PL.
4.7.9	Válvula cierra	-igual a 4.7.2	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3
4.7.10	Válvula cierra	-Bloqueo caldera	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3
4.7.11	Válvula cierra	-No hay memoria abertura válvula bloqueo diesel oil	-igual a 4.7.3	-	-igual a 4.7.3
				-	-Cerrar válvula aire atomización 1A

PRUEBA DE SECUENCIA EN BLANCO

4.8 ENCENDIDO QUEMADOR FUEL OIL (Esquema lógico nº 10 y 11)

CONDICION A OBTENERSE	SEÑAL A SIMULARSE	SEÑAL PRESENTE	ACCION ADICIONAL A EJECUTARSE	OBSERVACIONES
4.8.1 Fuel oil	-Consenso encendido quemador después bloqueo. -Consenso encendido fuel oil -Válvula vapor atomización abierta.	-No hay incongruencia fin de carrera. -Válvula diesel oil 1A cerrada. -Válvula vapor de barrido 1A cerrada. -No hay memoria abertura válvula fuel oil 1A. -Válvula aire atomización 1A cerrada. -Lanza 1A insertada.	-Manipulador local en posición fuel oil.	-Señalización en P y PQ de fuel oil listo.
4.8.2 Memoria abertura válvula fuel oil (válvula abre)	-igual a 4.8.1 + antorcha 1A encendida	-igual a 4.8.1	-igual a 4.8.1 + botón de abertura válvula fuel oil apretado.	-Elaboración señal ca, energización tor y solenoide y lización en PS, P PA y PQ.
4.8.3 Válvula cierra	-igual a 4.8.2	-Memoria abertura válvula fuel oil	-Botón de cierre válvula fuel oil 1A apretado.	-Elaboración señal ca, desenergización tor y solenoide, ñalización en PS, PQ y PA.
4.8.4 Válvula cierra	-igual a 4.8.2	-igual a 4.8.3 + -Lanza no insertada	-	-igual a 4.8.3 per ñalización sólo e y PL de lanza no tada.

4.8.5	Válvula cierra	-igual a 4.8.2+ -válvula fuel oil cerrada.	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3 pero : lización sólo en PS PL de incongruencia carrera.
4.8.6	Válvula cierra	-igual a 4.8.5 +	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3 pero : lización sólo en PS PL de avería en aber válvula fuel oil de: de $\Delta t = 80$ seg.
4.8.7	Válvula cierra	-Detector 1A no ve llama -Antorcha 1A apagada	-igual a 4.8.3 + -No hay carga piso	-	-igual a 4.8.3 pero : lización de falta l quemador en PS y PL.
4.8.8	Válvula cierra	-Válvula fuel oil cerrada. -Antorcha 1A apagada	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3 pero : lización de avería cha 1A encendido fu oil en PS y PL.
4.8.9	Válvula cierra	-igual a 4.8.2	-igual a 4.8.3	-Cerrar válvula vapor atomización 1A	-igual a 4.8.3
4.8.10	Válvula cierra	-Bloqueo caldero	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3
4.8.11	Válvula cierra	-No hay memoria apertura válvula bloqueo fuel oil	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3
4.8.12	Válvula cierra	-Falta carga eléctrica	-igual a 4.8.3	-	-igual a 4.8.3

b) PRUEBA DE SECUENCIA EN OPERACION.- Es básicamente la prueba real que debe efectuarse al control de quemadores, ya que ella involucra las señales verdaderas del campo que van a alimentar al panel de tarjetas de control donde se elabora la lógica del control de quemadores y protección de la caldera. Se la realiza con la máquina en funcionamiento y es preferible que no se simulen señales (puentes), para poder obtener los resultados reales prefijados por la lógica de control. Se efectúa básicamente bajo los mismos procedimientos de la secuencia en blanco, pero con la diferencia de que no existen señales simuladas. A partir de esta prueba se podrá decir que se tiene el sistema de control de caldera listo para su funcionamiento normal. Se deberán chequear cuidadosamente cada una de las condiciones mostradas en los esquemas lógicos, así como las acciones que deben ejecutar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente tesis se ha desarrollado un estudio de las características que debería tener el control eléctrico de quemadores de una caldera, partiendo de diseños aplicados a las calderas tanto de la Central Térmica Esmeraldas, como del Salitral; ambas de INECEL.

La característica fundamental de protección de calderas tipo medianas (hasta 300 MW) es su mayor grado de satisfacción con respecto a las calderas tipo pequeñas, que hasta el momento es lo que se cuenta en el país (Salitral).

El grado de protección que se va entregando a un diseño de calderas depende también del estudio técnico-económico que se realice con anterioridad.

En general, y para los requerimientos prácticos del país; siempre es necesario que el operador inicialice la acción a ejecutar y prosiga la secuencia del control a través de las señalizaciones que se van encontrando en los respectiuos paneles del control que posee el sistema.

Es importante que el sistema de protección y su filosofía sea conocido en profundidad, para poder efectuar las pruebas del control de secuencia de encendido de la caldera, ya que muchas acciones a ejecutarse dependen de parámetros

o señales que están fuera del campo eléctrico. Esto es por ejemplo, que el barrido del hogar se puede efectuar cuando los ventiladores de aire estén en funcionamiento y todas las válvulas de bloqueo y motorizadas el quemador es tén totalmente cerradas dado que eléctricamente se puede tener señalizaciones correctas; pero si es que existe fuga por el asiento de las válvulas, podría causarse explosiones en el hogar del caldero cuando se intenta hacer el barrido del mismo. De allí que el conocimiento total del equipo o sistema, tanto eléctrico como mecánico es fundamen tal.

La filosofía de la protección de calderas del tipo medianas, parte necesariamente de la capacidad del caldero; y el grado de automatización es función directa del grado de conocimiento que tenga el personal encargado de su operación y mantenimiento; es decir, para cierto tipo de caldera ya se prevee un personal técnico de mayor conocimiento (en lo posible se tenderá a encargar la operación y man tenimiento de calderas y centrales en general a personal como tecnólogos y con supervisión de Ingenieros de Planta, sean éstos eléctricos, mecánicos o instrumentistas).

Es importante anotar que este estudio puede servir de base para modificar otro tipo de calderas pequeñas existentes en el país, con el objeto de mejorar el grado de protec ción de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

1. Sie Forney SPA, Manual 81J080, Sistema mando quemadores, 1978.
2. Mitsubishi Electric Corporation, 62200-1001, Burner sequence block diagram, 1977.
3. Mitsubishi Electric Corporation, 62200-7021, Elementary wiring diagram of burner sequence, 1977.
4. Babcock & Wilcox, Steam/its generation and use, 1972.
5. American Society of Mechanical Engineers, Power boilers, 1971.
6. Carl D. Shields, Boilers : types, characteristics, and functions, 1961.
7. V. Ya. Rizhkin, Centrales termoeléctricas, 1979.
8. Juan C. Campoverde A., "Desarrollo e instalación de un control electrónico para la caldera de la planta de generación de la ESPOL a base de un microprocesador" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica de la ESPOL, 1982).

9. Stephen Michael Elonka, Operación de plantas industriales, 1982.
10. Carlos Lucca M., Plantas eléctricas, 1977.
11. José Ramirez V., Centrales eléctricas (Enciclopedia Ceac de Electricidad), 1980.