

TUES

1503

C957

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

1995 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Ey. e



**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR
ELECTROMECHANICO PARA LA VERIFICACION
DE PROGRAMADORES DE CALDERA."**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**CRUZ MORENO, CARLOS ALONSO
ROMERO ROMERO, ELIO
ZELAYA ARBAIZA, EDGAR**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

15100789
15100789

MAYO 1995

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE:

INGENIERO MECANICO

"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR
ELECTROMECHANICO PARA LA VERIFICACION
DE PROGRAMADORES DE CALDERA".

PRESENTADO POR:

CARLOS ALONSO CRUZ MORENO

ELIO ROMERO ROMERO

EDGAR ZELAYA ARBAIZA

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

UNIVERSIDAD DE
EL SALVADOR
ESCUELA DE INGENIERIA
MECANICA
Facultad de Ingenieria
y Arquitectura

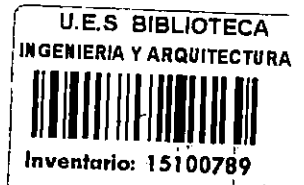
COORDINADOR Y ASESOR:

ING. FRANCISCO ALFREDO DELEON TORRES

ASESOR:

ING. EDWIN ROMEO ZEPEDA MONCADA

SAN SALVADOR, MAYO DE 1995.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. JUSTO ROBERTO CAÑAS LOPEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

DIRECTOR:

ING. RIGOBERTO VELASQUEZ PAZ

A G R A D E C I M I E N T O

Para llegar a la culminación de este Trabajo de Graduación, no hubiese sido posible sin contar con la colaboración desinteresada de algunas personas, como las que a continuación se mencionan:

- Ing. Francisco A. Deleon Torres

- Ing. Edwin Zepeda

- Ing. Roberto Cortez

- Ing. Edwin Santiago Escobar

- Ing. Armando González.

D E D I C A T O R I A

A DIOS TODOPODEROSO:

Por haberme guiado por el camino de la sabiduría con fortaleza y salud, para vencer las dificultades y poder lograr mi ideal.

A MI MADRE: MARIA IRENE MORENO DE CRUZ (Que de DIOS goce).

A ti madrecita por haberme dado todo tipo de apoyo sin condiciones para lograr este triunfo.

A MI PADRE: JOSE ANTONIO CRUZ ARIAS.

Por transmitirme sus conocimientos con mucha paciencia y responsabilidad.

A MI ESPOSA: RUTH NERY ESPINAL DE CRUZ.

Por haberme comprendido en los momentos difíciles de mi vida, con mucho amor gracias.

A MI HIJA: RUTH STEFFANIE IRENE Y KARLA IRENE.

a vosotras dedico con mucho esfuerzo y amor este triunfo.

A MIS HERMANOS:

Por brindarme siempre su apoyo.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Gracias, por sus consejos para lograr mis ideales.

CARLOS ALONSO CRUZ MORENO

D E D I C A T O R I A

A DIOS TODO PODEROSO:

Por haberme dado la sabiduría necesaria para alcanzar los objetivos y guiarme siempre por el camino del bien.

A MIS PADRES:

JOSE COLOMBO ROMERO Y FELICIANA ROMERO DE ROMERO; con mucho amor por brindarme la confianza y apoyo necesario para alcanzar las metas propuestas.

A MIS HERMANOS:

Por ayudarme y contar con su apoyo en todo el proceso de formación profesional.

A MIS COMPANEROS DE TESIS:

Por su colaboración y apoyo en los momentos más necesarios.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Por su apoyo moral y haberme brindado fuerzas para lograr superar los obstáculos que se presentaron en toda el proceso de formación.

ELIO ROMERO ROMERO

D E D I C A T O R I A

A DIOS TODOPODEROSO:

Por derramar múltiples bendiciones en mi vida y por darme la fortaleza necesaria para superar los obstáculos encontrados en el camino.

A MIS PADRES:

VICTORIA ARBAIZA DE ZELAYA.

Por su infinito apoyo y amor durante toda mi vida.

RENE MIGUEL ZELAYA BECI.

Por guiar mis pasos por el buen camino, por sus sabios consejos y por todo lo recibido con amor y afecto.

A MIS HERMANAS:

VICTORIA DE LOS ANGELES, CARROLL DEL ROSARIO, CLAUDIA AYMET Y LEONORILDA ZELAYA ARBAIZA por alentar cada paso en mi carrera.

A MI HIJA:

CINDY DAYANA ZELAYA ASTURIAS por motivarme a seguir adelante hasta alcanzar la meta.

A MIS MAESTROS:

Por su apoyo incondicional y por los conocimientos adquiridos.

A MIS AMIGOS:

Por su apoyo y confianza en mis ideales.

EDGAR ZELAYA ARBAIZA

INDICE

Pág. Nº

CAPITULO I

1.0	Teoría general sobre calderas y sistema de control	1
1.1	Clasificación de las calderas	3
1.1.1	Por su uso	3
1.1.2	Por la presión de trabajo	4
1.1.3	Por los materiales de construcción	5
1.1.4	Por el tamaño	6
1.1.5	Por la clase de combustible	7
1.1.6	Por el tipo de hogar	8
1.2	Quemadores para calderas	14
1.2.1	Descripción general sobre quemadores	14
1.2.2	Principio de funcionamiento	16
1.2.2.1	Secuencia de operación	16
1.2.2.2	Ignición automática	17
1.2.2.3	Aire para atomizar el flujo de aire	18
1.2.2.4	Aire para la combustión	20
1.2.2.5	Modulación de la alimentación	22
1.2.3	Tipos de combustibles	24
1.2.4	Tipos de quemadores	28
1.3	Elementos que conforman el sistema de control en calderas	40
1.3.1	Descripción general del sistema de control	40
1.3.1.1	Función que desempeña	41

1.3.1.2	Criterios fundamentales de diseño	41
1.3.2	Controles de vapor (cualquier combustible)	43
1.3.3	Controles para agua caliente	45
1.3.4	Controles para la alimentación a gas	49
1.3.5	Controles adicionales para aceite pesado	49
1.3.6	Control de nivel de agua	52
1.3.6.1	Operado por flotador	54
1.3.6.2	Operado por electrodos	57
1.3.7	Control de presión	62
1.4	Control programador	66
1.4.1	Descripción y funcionamiento del control programador	66
1.4.1.1	Componentes del programador	67
1.4.1.2	Secuencia básica de programación	68
1.4.1.3	Partes complementarias del control programador	70
1.4.2	Clasificación y tipos de programadores	72
1.4.3	Equivalencias entre programadores	74

CAPITULO II

2.0	Banco de Pruebas	76
	Descripción	
2.1	Componentes	77
2.2	Funcionamiento	79
2.3	Diseño mecánico del banco de pruebas	81
2.4	Diseño eléctrico del banco de pruebas	85

2.4.1	Normalización	85
	2.4.1.1 Simbología	85
	2.4.1.2 Nomenclatura	87
2.4.2	Dispositivos eléctricos de control e interconexión	88
2.4.3	Diagrama eléctrico del sistema de control	92
2.4.4	Conexión del programador con el banco de prueba	95
2.4.5	Diagrama unifilar Normalizado del banco de pruebas	97
2.4.6	Circuito eléctrico principal del Banco de Pruebas	98
2.4.7	Circuito eléctrico auxiliar para prueba de luces	98
2.4.8	Circuito eléctrico auxiliar para verificación de falla	99
2.4.9	Circuito eléctrico para sistema de detección de llama	100
2.4.10	Circuito eléctrico general del Banco de Pruebas	101
2.5	Elementos auxiliares	101
	2.5.1 Sistema de señalización auditiva	101
	2.5.2 Sistema de señalización visual	102
	2.5.3 Características sobre el funcionamiento de los elementos auxiliares	103

2.6	Especificaciones técnicas de los elementos que conforman el sistema de control del banco	108
2.6.1	El control programador	108
2.6.2	Especificaciones técnicas de los elementos que constituyen el panel de pruebas	129
2.6.3	Especificaciones técnicas de los elementos que constituyen el panel de medición	130
2.6.4	Alambrado eléctrico	132
2.7	Proyecto y construcción del banco de pruebas	133
2.7.1	Montaje del programador y conexiones	133
2.7.2	Proceso de fabricación	134
2.8	Ensayo del panel simulador y modificaciones al proyecto	156
2.8.1	Prueba del panel verificador de programadores (panel de prueba)	156
2.8.2	Prueba de elementos auxiliares	157
2.8.3	Simulación de fallas por etapas para cada sistema	160
2.8.4	Simulación de fallas en el programador	162

CAPITULO III

3.0	Instructivo de operación	163
3.1	Operación general	163
3.2	Operación del sistema por etapas	167

3.2.1	Motor soplador	169
3.2.2	Demanda de vapor	169
3.2.3	Entrelazos de preignición	170
3.2.4	Transformador de ignición	170
3.2.5	Válvula solenoiede 1	171
3.2.6	Válvula principal combustible	171
3.2.7	Arranque fuego bajo	172
3.2.8	Purga fuego alto	172
3.2.9	Circuito para alarma, falla de llama y bajo nivel de agua	173
3.2.10	Encendido de llama	173
3.3	Ensayo del programador y diagnóstico de fallas	174
3.3.1	Arranque normal de una caldera	174
3.3.2	Paro normal	175
3.3.3	Señalización de falla en el CB70	176
3.3.4	Conexión del programador al Banco de Pruebas	180

CAPITULO IV

4.0	Instructivo de mantenimiento del Banco de Pruebas	182
4.1	Limpieza del panel simulador	182
4.2	Verificación de accesorios eléctricos del panel	182
4.3	Chequeo de terminales eléctricos	183
4.4	Chequeo general del sistema eléctrico	184

Conclusiones y recomendaciones	185
Referencias bibliográficas	187
Anexos	189

INTRODUCCION.

La caldera es uno de los elementos principales en cualquier planta industrial, sin importar la naturaleza del trabajo que en ella se desarrolla. Esto se debe a que el agua es el elemento mas abundante que existe y el costo de generación del vapor es relativamente barato, sin embargo, una planta de generación de vapor requiere de cuidados especiales en el tratamiento de los equipos generadores (calderas) ya que están sometidos a altas presiones que son un alto riesgo si no se toman las medidas adecuadas. Es por esto que los fabricantes de calderas de vapor incluyen en su diseño sistemas de seguridad tanto para la protección del equipo como del operador de la caldera, corresponde al ingeniero de planta la prueba y verificación de dichos sistemas.

El presente trabajo esta encaminado al análisis del sistema de control en las calderas a través del elemento central de control (el programador de la caldera), el cual se constituye en el elemento receptor y emisor de señales para garantizar la operación segura de la caldera. El proyecto tiene dos razones fundamentales, contribuir a la formación profesional del estudiante en el área de generación de vapor y establecer alternativas de solución a problemas reales en calderas locales.

El libro se encuentra dividido en cuatro capítulos principales. El capítulo I corresponde al marco referencial del proyecto, en el se describen los diferentes tipos de calderas y el sistema de control así como los elementos que lo constituyen.

El capítulo II corresponde al proyecto de diseño y construcción del banco de pruebas aquí se genera todo el diseño mecánico y eléctrico del proyecto y lo constituyen en resumen 10 diagramas eléctricos; un plano eléctrico general de montaje del Banco de Pruebas y 7 planos del sistema mecánico.

El capítulo III corresponde al instructivo de operación general del banco de pruebas el cual se complementa con el apartado 2.8 que corresponde a la prueba del simulador.

En el capítulo IV se describe el instructivo de mantenimiento, como una medida complementaria al proyecto, ya que por su naturaleza se hace necesario una inspección periódica para obtener resultados confiables.

Seguidamente se indican las principales conclusiones que se han obtenido del proyecto así como las recomendaciones a la escuela de ingeniería mecánica para que el proyecto alcance las proyecciones para las que ha sido diseñado.

Finalmente se presentan los anexos del proyecto, en el anexo 1 se muestran una serie de tablas de conversión de alambrado eléctrico para sustituir un programador por otro mas reciente y a continuación de estas tablas se dan ejemplos de la utilización de las mismas.

En el anexo 2 se dan ejemplos de montajes de banco para programadores mas usados en nuestro medio, los cuales pueden obtenerse del anexo 1, para otro modelo de programador.

En el anexo 3 se presentan los planos del diseño mecánico y eléctrico, los que complementan todo el marco referencial usado y sirven como guía para la prueba en el futuro de otro programador.

CAPITULO I

1. TEORIA GENERAL SOBRE CALDERAS Y SISTEMA DE CONTROL.

La caldera es el elemento esencial en una planta de vapor, la mayor parte de las plantas generan su propio vapor en recipientes herméticos alimentados con agua que al recibir el calor, generan vapor. El vapor generalmente se produce bajo presión, dependiendo de las características de la máquina de alimentación. Entre mayor es la presión y la temperatura, mayor será la eficiencia de la máquina que transforme el calor del vapor en otro tipo de energía. (1)

La caldera es una máquina que puede utilizarse tanto para la generación de vapor o para la producción de agua caliente. Pero en términos generales la caldera se considera como un productor de vapor.

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente externa (generalmente combustión de algún combustible), a un fluido contenido dentro de la misma caldera.

La capacidad de producción de vapor o agua caliente por hora, depende de los siguientes factores:

- a) Poder calorífico del combustible en el fogón.

- b) Extensión de la superficie de calefacción.
- c) Proporción en la que se distribuye la superficie, en áreas de calefacción primarias y secundarias.
- d) La circulación del vapor de agua y de los gases de combustión. (2)

El rendimiento térmico es un factor absoluto para la eficiencia económica; es posible que una instalación de caldera de elevado rendimiento térmico resulte antieconómica por sus gastos de funcionamiento o de conservación en un largo período de trabajo normal; sin embargo, el rendimiento térmico tiene un gran efecto sobre el consumo de combustible.

El costo inicial es un factor decisivo, pero indudablemente es una gran equivocación evaluar exclusivamente este factor en una instalación permanente. Los factores que generalmente intervienen en la selección del tipo y tamaño de una caldera son:

- 1) Presión, potencia evaporadora y carga.
- 2) Agua de alimentación .
- 3) Combustible y tiro.
- 4) Conservación y funcionamiento. (3)

1.1 CLASIFICACION DE LAS CALDERAS.

Las calderas pueden clasificarse de acuerdo a sus características principales, de la manera siguiente:

- 1) Por su uso.
- 2) Por la presión de trabajo.
- 3) Por su tamaño.
- 4) Por el tipo de combustible utilizado.
- 5) Por el tipo de hogar.
- 6) En forma general.

1.1.1 POR SU USO.

Las características de una caldera varían dependiendo de la naturaleza del servicio que presten; de manera que pueden denominarse como "calderas estacionarias" (que se instalan en tierra) y móviles (usadas en navíos y medios de transporte).

Las calderas estacionarias utilizadas para calefacción de edificios, para plantas de calefacción central de servicios públicos, como también en plantas de vapor para procesos industriales, plantas de vapor para centrales termoeléctricas o unidades generadoras para servicios especiales.

Las calderas portátiles incluyen las de tipo locomóvil que son utilizadas en los campos petroleros y en los aserraderos.

Las calderas de calefacción frecuentemente se denominan como residenciales o comerciales. Además se establece una diferencia entre las instalaciones industriales y las plantas de fuerza termoeléctricas.

Las grandes unidades utilizadas primordialmente para la generación de la energía eléctrica, son conocidas con el nombre de centrales termoeléctricas.

1.1.2 POR LA PRESION DE TRABAJO.

CALDERAS ESTACIONARIAS:

Estas pueden dividirse dependiendo de ciertas características:

- a) Calderas de calefacción de baja presión: Comprenden todas las calderas de vapor que no exceden de 15 Psi y todas las calderas para agua caliente que operan a presiones menores de 160 Psi y cuyas temperaturas no sobre pasen los 121 °C.
- b) Calderas para la generación de fuerza: Se consideran todas aquellas calderas cuyas condiciones de operación sobrepasan los límites de 15 Psi y 160 Psi. Para calderas de vapor y calderas para agua respectivamente. Con valores de temperaturas superiores a 121 °C.
- c) Calderas miniatura: Son todos aquellos tanques de presión sometidos a fuego, que no exceden los límites siguientes:

Diámetro inferior del casco 16 plg. (406 mm), volumen máximo 5 pie³ (0.14 m³), superficie de calefacción de 20 pie² (1.86 m²) y 100 Psi presión máxima de trabajo. Dentro de estas encontramos las calderas de locomotoras y las marinas.

1.1.3 POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

La selección de los materiales para la construcción de calderas, está controlado por lo dispuesto en los códigos de la "ASME".

Las calderas para la generación de fuerza se construyen generalmente con aceros especiales; las calderas miniaturas se pueden construir de cobre, acero inoxidable y similares. Las calderas de calefacción y de baja presión se fabrican generalmente de hierro colado o de acero, pero algunas calderas para servicio doméstico se manufacturan de tubos de cobre.

CALDERAS DE HIERRO COLADO.

Este tipo de calderas, producidas por las fundiciones de hierro gris, se componen de cierto número de secciones, interconectadas por niples de presión o individualmente por medio de cabezales exteriores.

Las calderas de hierro colado, se usan principalmente para la instalación de sistemas de calefacción de baja presión, de 15

PSI Lb/plg² en vapor y 30 PSI Lb/plg² en agua caliente.

El costo de una caldera de hierro colado instalado, es más alto que el de una caldera de calefacción de tubos de fuego, no por el costo de adquisición sino por la labor requerida para su montaje. Sin embargo, a la larga resulta más económica por sus excelentes condiciones de seguridad en el servicio; de manera que su costo de mantenimiento es bajo, además tiene una larga durabilidad.

Las calderas de acero son fabricadas con láminas procedentes de los trenes de laminación y con uniones de acero. Los tubos se insertan dentro del tambor en los cabezales o placas de soporte, siendo expandidos, rolados o soldados, para lograr una junta impermeable.

1.1.4 POR EL TAMAÑO.

La industria calderera ha reconocido las normas del Instituto de Calderas de Acero y las del Instituto de Manufactureros de Calderas y Radiadores.

El primero, en sus normas para calderas de acero, estandariza el tamaño y clasificación de las calderas de fogón de acero, calderas escocesas, quemadores para calderas y calderas de acero para calefacción, de la manera siguiente:

- 1) La determinación de la capacidad de las calderas (colocadas en la categoría de comerciales), se basa únicamente en la

superficie de calefacción; por ejemplo, las llamadas de tamaño veintidós alcanzan superficies desde 12 hasta 332 mt².

- 2) Las capacidades de las calderas colocadas dentro de la categoría de residenciales, se basa en la superficie de calefacción, verificadas mediante pruebas de rendimiento; quedan comprendidas en la categoría diecisiete de 1.49 a 27.3 mt² de superficie de calefacción.
- 3) Las calderas para petróleo combustible y unidades formadas por caldera y quemador, cuya capacidad se basa únicamente en las pruebas de rendimiento, catalogadas como categoría catorce, con un rendimiento nominal hasta de 453,600 Kcal/hr (1,800 MBTU/hr).

El Instituto de Manufactureros de Calderas y Radiadores (IBR) establece las normas de las calderas de hierro colado para calefacción, hasta valores de presión de 1.05 Kg/cm², colocándolas en la categoría treinta y tres; con rendimientos hasta de 3,143 Kg de vapor por hora.

1.1.5 **POR LA CLASE DE COMBUSTIBLE.**

Los tipos de combustibles y elementos más utilizados en las calderas son:

- a) Carbón bituminoso.
- b) Antracita.
- c) Carbón pulverizado.
- d) Gas.
- e) Petróleo y derivados.
- f) Leña.
- g) Materia orgánica.
- h) Elementos radioactivos.

1.1.6 **POR EL TIPO DE HOGAR.**

Dependiendo de la localización del fogón, en la caldera, estas pueden subdividirse en:

- a) Calderas de hogar interno.
- b) Calderas de hogar externo. (2)

El hogar de una caldera es interno cuando la cámara donde se desarrolla la combustión, está totalmente rodeada de superficies enfriadas por agua; como sucede en las calderas de tipo Escocés.

La caldera es considerada de combustión externa, si el hogar es auxiliar a la caldera o si está construido abajo de la misma.

1.1.6.1 CALDERA ESCOCESA.

Son más usadas como unidades generadoras de fuerzas; operan con capacidades hasta de 1500 libras de vapor por hora y a presiones de 250 psi; su costo inicial es económico, ocupan un mínimo de material refractario y su instalación es sencilla. Es un diseño de cuerpo cilíndrico con uno o más hogares en la sección interior, pudiéndose adaptar una o más secciones de tubos de retorno; su eficiencia varía aproximadamente entre 75% y 80%.

1.1.6.2 CALDERA VERTICAL.

Las calderas verticales tienen dos diferentes aplicaciones; una es la generación de fuerza; y la otra, la aplicación con agua caliente para servicios residenciales.

En producción de fuerza, operan hasta un valor de 250 psi, la caldera vertical es conocida como "Caldera Portátil". Se ha utilizado en construcción por su solidez y facilidad de transporte.

Las calderas verticales de tubos de humo alcanzan capacidades hasta de 3,450 libras de vapor por hora. El costo de instalación es bajo y no necesitan de refractario, excepto el recubrimiento en la cámara de combustión del quemador. (4)

1.1.7 FORMA GENERAL.

Existen muchos diseños de calderas pero básicamente pueden dividirse en dos grandes grupos, como son: Calderas de tubos de fuego (Piro tubulares) y calderas de tubos de agua (Acuotubulares); en ambos casos la función de la caldera es transferir el calor que se origina en la combustión hacia el agua para lograr el cambio de estado de acuerdo a las condiciones de operación.

1.1.7.1 CALDERAS PIROTUBULARES.

Este tipo de calderas tiene como característica principal que el flujo de los gases de combustión se da a través de una serie de tubos. Los cuales están sumergidos en el agua de la caldera permitiendo la transferencia de calor por medio de sus paredes. La limitante principal de estas calderas es que el límite superior práctico de la presión de operación es 250 Psig. Esto obedece primordialmente a consideraciones estructurales, específicamente a la fuerza longitudinal resultante de la presión del vapor generado a los espejos de los domos; que es proporcional al producto de la presión por el diámetro del espejo ($F = P \times A$). Es también limitada la capacidad máxima a unas 25,000 Lbs de vapor por hora (Aproximadamente 750 Hp).

Estas calderas son de construcción simple y fuerte y relativamente baratas. Otra ventaja es su flexibilidad para adaptarse rápidamente a cambios de carga. Aunque son bastante lentas en alcanzar su presión de operación a partir del arranque debido al gran contenido de agua.

Las calderas Piro-tubulares poseen una disposición de pasos múltiples para los gases de combustión. Con el fin de proporcionar mayor eficiencia en la transferencia de calor. (6)

Los tipos más conocidos de esta clase de calderas son: Calderas tubulares, horizontales de retorno de fogón de caja corta, compactas, de locomotora, de tubos verticales tipo portátil, del tipo escocés así como unidades residenciales. (2)

1.1.7.2 CALDERAS ACUOTUBULARES.

En las calderas Acuotubulares los gases de combustión pasan fuera de los tubos y dentro de ellos se transporta el agua que será calentada para ebullición. Hay muchos tipos de estas calderas. En este tipo de calderas existen juegos de tubos para la transferencia de calor por convección y radiación. Las paredes dentro del horno están cubiertas por tubos de agua (paredes de agua) con el objeto de absorber la energía liberada

por radiación en la combustión y además se utilizan para enfriar las paredes del refractario del horno y prolongar su vida útil. (6)

Este tipo de calderas se pueden describir en sus dos formas, es decir, de tubos rectos y de tubos curvados. La caldera horizontal de tubos rectos suele tener un cabezal tipo caja hecho de placa de acero, o un cabezal en secciones, en el cual cada sección conecta los tubos de una hilera vertical sencilla. La caldera de tubos curvados va dotada de uno a cuatro domos. Si el domo se dispone paralelo a los tubos, la caldera es de domo longitudinal. Si está dispuesto en forma transversal, la caldera es de domo transversal o cruzado. Si el fogón está encerrado entre superficies enfriadas por agua se le llama fogón de paredes de agua (o enfriadas por agua). (2)

En la Tabla 1.1 se muestra un resumen de los tipos de calderas, elementos que los conforman y características principales de las calderas Pirotubulares y Acuotubulares.

CARACTERISTICAS DE LAS CALDERA	TUBOS DE FUEGO (PIROTUBULARES)	TUBOS DE AGUA (ACUOTUBULARES)
CIRCULACION DE GASES CALIENTES	DENTRO DE LOS TUBOS	FUERA DE LOS TUBOS
CIRCULACION DE AGUA	FUERA DE TUBOS	DENTRO DE TUBOS
DISPOSICION DEL CUERPO DE LA MAQUINA	HORIZONTAL O VERTICAL	ARREGLOS PARTICULARES
DISPOSICION DEL HOGAR	INTERIOR O EXTERIOR	ARREGLOS PARTICULARES
PARTES FUNDAMENTALES	HOGAR Y CALDERA	HOGAR Y CALDERA
PARTES ACCESORIAS	CALENTADOR DE AIRE	CALENTADOR DE AIRE
NORMAL INCORPORADO	CALENTADOR DE COMBUSTIBLE	CALENTADOR DE COMBUSTIBLE SOBRECALENTADOR ECONOMIZADOR
DISPOSICION DEL TIPO MECANICO	NATURAL	SECUNDARIO FORZADO E INDUC.
FORMA DE LOS TUBOS	RECTOS	RECTOS Y/O CURVOS
COMBUSTIBLE UTILIZADO	KEROSENE, DIESEL, BUNKER C, BAGAZO DE CAÑA	DIESEL, BUNKER C, BAGAZO DE CAÑA
PRESION DE OPERACION	65 A 250 PSI	200 A 1000 PSI
POTENCIA	30 A 750 HP	
GENERACION, 100°C	1000-24000 LBS/HR	10000-300000LB/H
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO	1 A 24 MILLONES BTU/HR	
RENDIMIENTOS	MENOS DEL 65%	80% A 90%
RELACION SUP/POT	3 -6 PIE ² /HP	
1) LA TABLA SE REFIERE A CALDERAS DE DISEÑO CONVENCIONAL UNICAMENTE LOS VALORES SON RANGOS PROMEDIOS.		

Tabla 1.1 Resumen tipos de calderas y características. (6)

1.2 QUEMADORES PARA CALDERAS.

Este tema ha sido desarrollado, con el fin de poder dar a conocer la importancia que representan los quemadores en las calderas y la relación que existe con los diferentes medios de control.

1.2.1 DESCRIPCION GENERAL SOBRE QUEMADORES.

Los quemadores que son instalados en las diferentes calderas, están equipados para poder quemar combustibles tales como gas, aceites combustibles livianos y pesados.

Las calderas equipadas para quemar tanto gas como aceite incluyen el equipo apropiado para los distintos combustibles. Sin embargo, como el quemador solamente puede usar un tipo de combustible a la vez, en las unidades combinadas se incorpora un interruptor para gas-aceite.

El quemador de aceite es del tipo de baja presión, de atomización de aire (inyector). El quemador de gas del tipo con orificio para gas no premezclado.

Los quemadores son encendidos por la chispa eléctrica de un piloto de gas. El piloto es del tipo interrumpido y se apaga después que se ha establecido la llama principal.

Sea cual fuera el combustible que se use, el quemador opera con una modulación completa (dentro de sus asignaciones de

operación) por medio de controles de posición del tipo potenciómetro, y el quemador vuelve a la posición de fogueo mínimo para el encendido. Las calderas de alta presión se pueden proveer de alambre para la modulación tanto de alta presión como de baja presión como equipo opcional. Así se permite que la caldera opere a una presión más baja durante las horas de poco uso, pero con una producción algo reducida.

La seguridad de la llama y el control de programación incluyen un descubridor de llama que puede ser de tipo infrarrojo, ultravioleta o rectificador, para vigilar la llama de aceite y de gas para parar la caldera por completo en caso de falla de la llama. La parte de la programación del control proporciona un periodo antes de la purga comprobando el piloto y la llama principal, y un periodo continuo de operación del ventilador para purgar la caldera de todo vapor de combustible no quemado. Otros controles de seguridad cierran el quemador cuando se presentan condiciones de un nivel bajo de agua, una presión excesiva de vapor o las temperaturas muy altas del agua.

Los controles de seguridad entrelazados incluyen interruptores de prueba de aire para la combustión y para atomización y además, según el combustible y las demandas también se incluyen controles que comprueban la presión adecuada de combustible y controles de temperatura cuando se utiliza aceite combustible calentado.

1.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

1.2.2.1 SECUENCIA DE OPERACION.

La secuencia de la operación del quemador desde el principio hasta la parada está gobernada por el control de programación en conjunto con los dispositivos de operación los cuales están fijados por el circuito eléctrico para proveer la operación segura y evitar técnicas incorrectas de operación.

El aire para la combustión es suministrado por un soplador centrífugo montado en la tapa delantera. La descarga del aire para combustión al quemador está regida por medio del motor del registro rotatorio. Este mismo motor regula el flujo de gas combustible por un sistema articulado conectado a la válvula de mariposa de gas y dispone también el flujo de aceite por una válvula medidora operada por una leva. Se proporciona pues el combustible y el aire, el uno con el otro, para la más eficiente combustión posible.

El aire primario filtrado para atomizar el aceite combustible es suministrado independientemente del aire para combustión por una bomba de aire.

El circuito del quemador opera con una corriente alterna monofásica de 115 voltios, 60 ciclos. El motor del ventilador sin caja (sin impulsor) generalmente opera con servicio de tres fases de voltaje de la línea de la corriente principal. (3)

Cabe mencionar que la secuencia de operación en los quemadores podría tener algunas variantes según el diseño, pero la lógica de operación no cambia.

1.2.2.2 IGNICION AUTOMATICA.

Los quemadores de aceite o de gas son encendidos por un piloto de tipo interrumpido mientras la llama del piloto a su vez, es encendida automáticamente por una chispa eléctrica.

Los quemadores de la serie 100 (para las calderas CB) normalmente son equipados de un piloto de aceite liviano. Todos los otros quemadores, son equipados con un piloto a gas.

Al principio de la secuencia para ignición y bajo la regulación del control de programación, la válvula solenoide del piloto y el transformador para la ignición reciben energía simultáneamente.

Este transformador para la ignición suministra la corriente de alto voltaje para la chispa de ignición. Los pilotos de gas tienen un sólo electrodo sencillo, y una chispa eléctrica forma un arco entre la punta del electrodo y la superficie del tubo que lo guarda.

El piloto de aceite liviano tiene dos electrodos entre cuyas puntas se forma el arco. Una vez encendida y establecida la llama principal, la válvula solenoide del piloto y el transformador no recibe más energía.

El combustible para el piloto de aceite liviano lo abastece la misma línea a presión para la llama, mientras una válvula solenoide regula el flujo de aceite hacia la boquilla del piloto. Esta válvula recibe energía al mismo tiempo que el transformador al principio de la secuencia de ignición, y queda sin energía después de que se encienda y establezca la llama principal.

Los electrodos de ignición son fabricados de diferentes dimensiones estándares, en el mercado se encuentran electrodos de 4, 6, 8, 10 y 12 pulgadas de longitud, normalmente los electrodos de ignición se encuentran revestidos de un aislamiento que soporta alta temperatura como cerámicas, además soportan un nivel considerado de voltaje. En las figuras 1.1 y 1.2 se muestra la regulación y la forma en que son instalados.

1.2.2.3 AIRE PARA ATOMIZAR EL FLUJO DE COMBUSTIBLE.

El aire para atomización (aire primario) se abastece por la bomba de aire al tanque receptor de aire-aceite y se entrega a presión a través del bloque múltiple al conjunto del inyector del quemador de aceite.

El aire primario se mezcla con el combustible inmediatamente antes de que salga del inyector.

La presión de aire desarrollada por la bomba de aire también fuerza aceite lubricante del tanque a los cojinetes de la bomba para lubricarlos. Algo del aire primario también se usa para asistir los reguladores de la presión del aceite del control de aceite combustible.

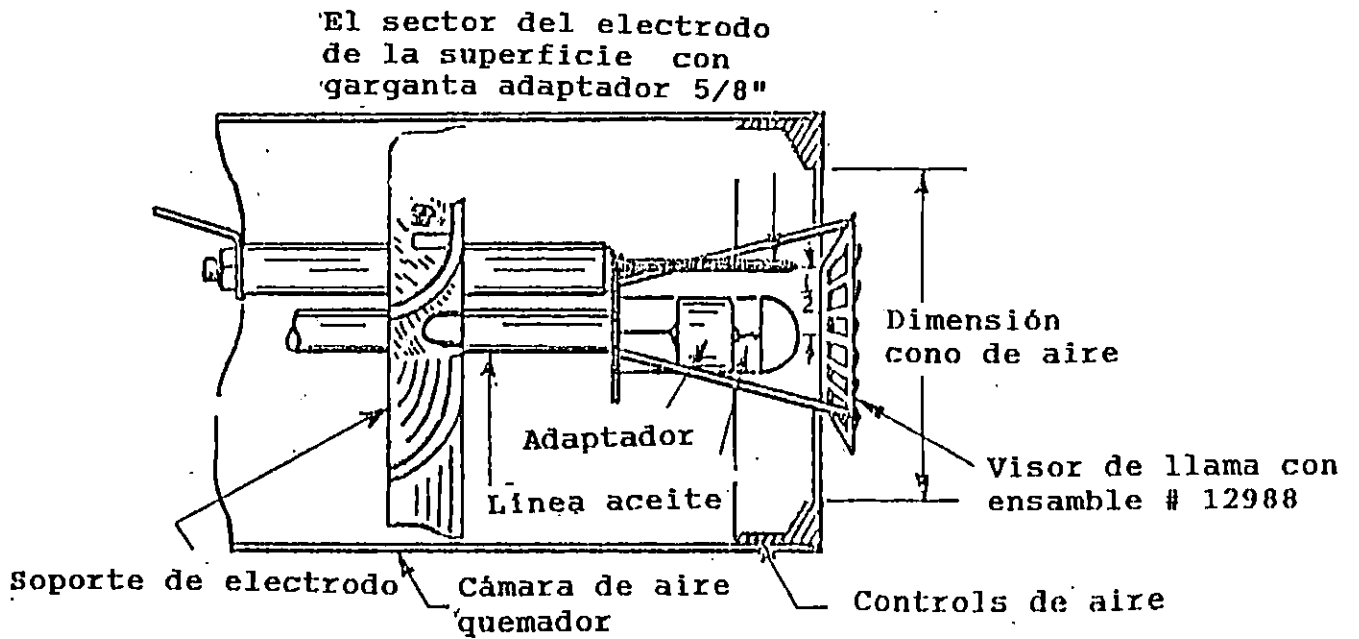


fig. 1.1 Vista de montaje de la instalación de electrodos

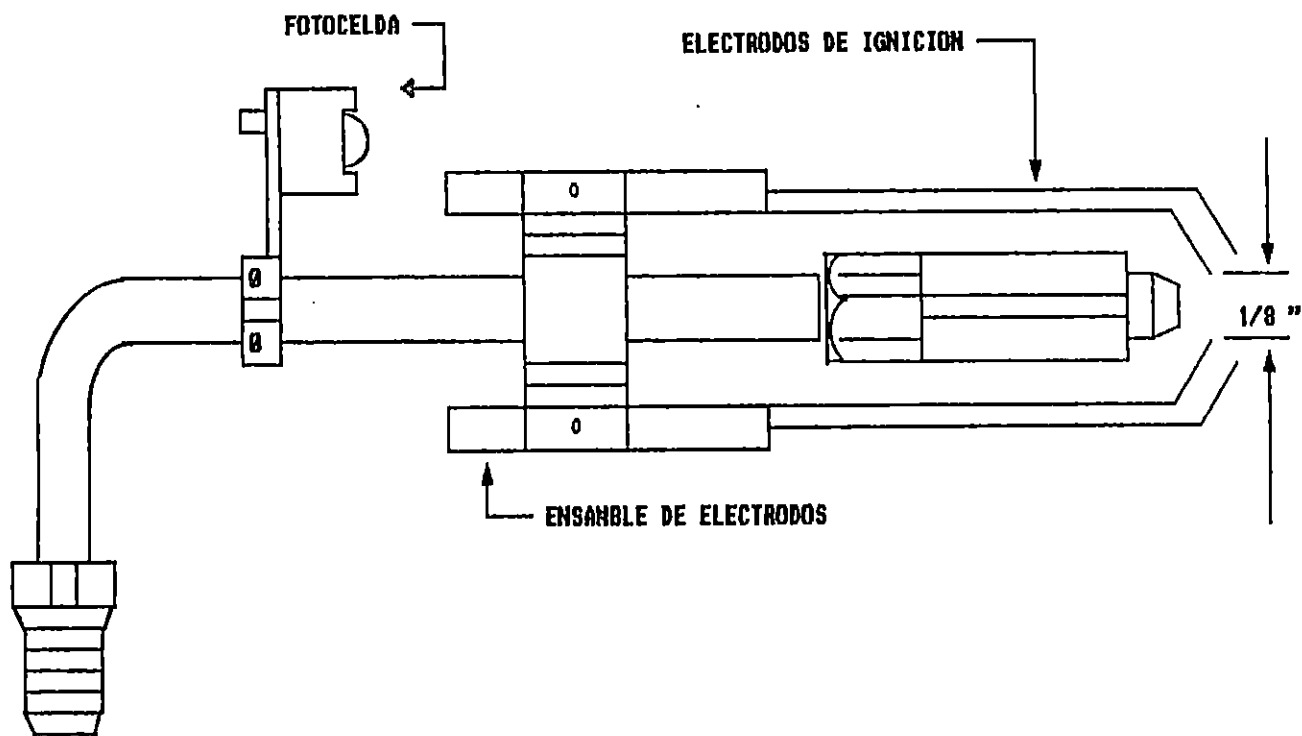


fig. 1.2 Diagrama de regulación de los electrodos de ignición

1.2.2.4 AIRE PARA LA COMBUSTION.

El aire para la combustión, frecuentemente llamado "aire secundario", es suministrado por el soplador (figura 1.3) montado en la tapa delantera. Normalmente, estos sopladores, turbinas o ventiladores son diseñados según la demanda de aire que se requiere, por lo general poseen regulación del caudal de aire a través de compuertas que controlan la cantidad de aire ya sea a la entrada o salida de la tubería del aire.

Durante la operación, la presión de aire aumenta en la cabeza de la caldera y éste es forzado por el disco difusor para

mezclarse completamente con el combustible para efectuar buena combustión. El abastecimiento de aire secundario se gobierna por medio de la regulación automática de la entrega del ventilador al quemador por la modulación del registro rotatorio del aire. Se provee así la cantidad correcta de aire para la mejor proporción de aire-combustible en todo el campo de asignación de alimentación.

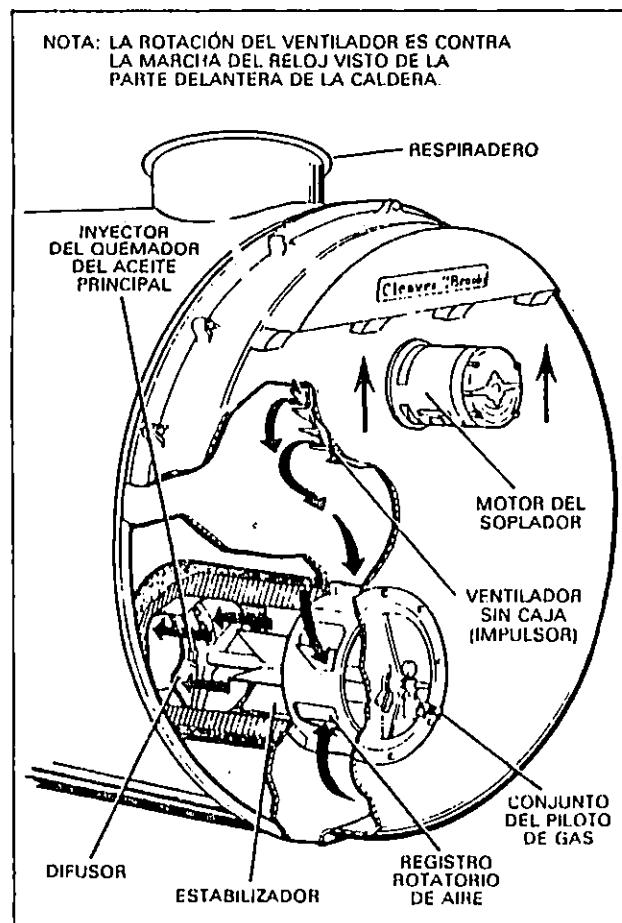


figura 1.3 Diagrama secundario del flujo de aire.

1.2.2.5 MODULACION DE LA ALIMENTACION.

Es la función del motor modulador, por un sistema articulado, controlar el registro de aire y la válvula medidora de mariposa de gas para mantener una proporción constante de combustible y aire para toda asignación de alimentación.

La operación del motor modulador se controla automáticamente por un control modulador de presión o de temperatura. También se provee un potenciómetro operado manualmente para fijar al motor una asignación seleccionada de alimentación. En general se emplea para probar y establecer el flujo de combustible en el principio y el uso subsiguiente.

El motor modulador (motor de registro) es reversible. Tiene un límite interno que restringe la acción angular del brazo del motor a un arco de 90°. Durante la operación normal el motor se mueve en cualquier dirección o se detiene en cualquier posición de éste radio de acción.

El potenciómetro del motor está conectado eléctricamente a otro potenciómetro en el control modulador. Cambios en la presión del motor o en la temperatura del agua caliente alteran la resistencia eléctrica en el potenciómetro del control modulador. El cambio en resistencia hace un relevador integral de equilibrio empezar, parar o poner en reverso la rotación del motor. Rotación en cualquier dirección sigue hasta que la proporción de resistencia del potenciómetro del motor y la del

potenciómetro del control se igualen.

Al lograr este equilibrio, el motor se para en una posición correcta de aire-combustible para la demanda de la caldera.

Un aspecto del alambrado que se destaca en el diseño es que el motor modulador tiene que estar en la posición de baja alimentación durante la ignición y quedarse así hasta que la llama principal se establezca. Un interruptor de baja alimentación es accionado por la rotación del motor. El control de programación no avanza a la etapa de ignición a menos que este interruptor esté cerrado, demostrando así que el registro y las válvulas medidoras de aceite están en la posición de baja alimentación. Durante este periodo ni el control de la llama manual ni los controles moduladores de presión o de temperatura comunican ningún poder sobre el registro, no importa que posición se les de.

Calderas con equipo opcional tienen otro interruptor integral para comprobar que el motor haya forzado el registro a la posición de alta alimentación durante el periodo de prepurga. Se cierra este interruptor al aproximarse a la posición de alta alimentación y concluye con un circuito interno en el control de programación y permite la continuación del ciclo programado.

En la figura 1.4 se muestra un motor modulador con sus componentes. Estos motores existen en diferentes modelos y son ajustados para ciertos propósitos ya que la rotación del eje de salida puede ser regulada.

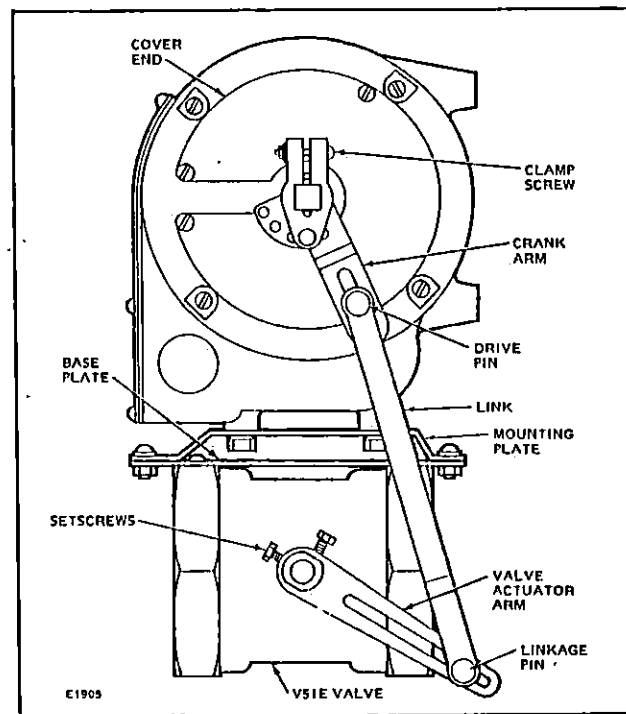
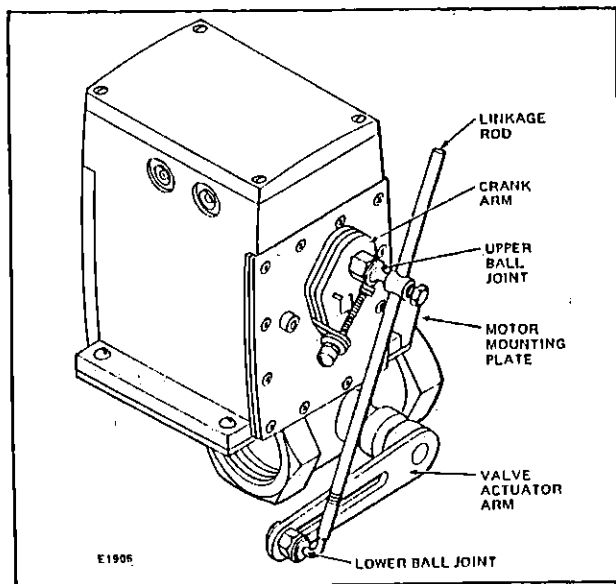


Fig. 1.4 Motor modulador y sus componentes

1.2.3 TIPOS DE COMBUSTIBLES.

Combustible es toda sustancia que, combinada con el oxígeno del aire, produce luz, calor y desprendimiento de gases. De manera que es posible clasificar las fuentes de energía calorífica en tres tipos principales: sólidos, líquidos y gaseosos.

Para la selección del combustible a utilizar, se tienen que considerar algunos aspectos como el suministro (disponibilidad), economía, requisitos de operación, confiabilidad, limpieza y control. Actualmente se le da mayor atención al costo de operación.

1.2.3.1 COMBUSTIBLES SOLIDOS.

Los combustibles sólidos básicamente lo constituyen:

El carbón mineral: Que se encuentra diseminado en depósitos fósiles, y generalmente se divide en: Carbón antracita y carbón bituminoso.

El coke: Es una sustancia sólida que resulta después de quemar el carbón mineral en hornos especiales.

Existen otros combustibles sólidos como la madera, la corteza, la paja, la brea, el aserrín, el bagazo de caña, etc.

1.2.3.2 COMBUSTIBLES LIQUIDOS.

Los combustibles líquidos básicamente son el petróleo o derivados del mismo.

El petróleo crudo es un líquido formado por una mezcla de gran cantidad de hidrocarburos sólidos y gaseosos disueltos en otros hidrocarburos líquidos, y otros compuestos que varían

entre los siguientes porcentajes:

Carbono (C)	:	83 a 87 %
Hidrógeno (H)	:	10 y 14 %
Oxígeno (O)	:	En general < a 3 %
Nitrógeno (N)	:	En general < a 1 %
Azufre (S)	:	En general < a 2 %

PROPIEDADES BASICAS DEL PETROLEO CRUDO:

DENSIDAD: A una temperatura de 15 °C varía de 0.88 a 1 y el coeficiente de dilatación es aproximadamente de 0.00063 por cada grado centigrado.

COLOR: Es muy variable; de amarillo claro a casi negro, en proporción directa con la densidad.

OLOR: Depende generalmente de la cantidad de Azufre que contenga, más olor entre mayor sea la proporción de Azufre.

VISCOSIDAD: Tiene una relación proporcional a la temperatura y siempre será más baja cuando mayor sea la temperatura.

CALOR ESPECIFICO: Varía de 0.45 a 0.55 y aproximadamente para cálculos prácticos se toma el valor medio.

PODER CALORIFICO: Varía de 10,000 a 11,500 Kilocaloría/Kgs.

Los combustibles líquidos industriales (petróleo diáfano, gasolina, diesel y petróleo residual o chapote) se obtienen por

destilación fraccionada o destructiva del petróleo crudo.

Los aceites combustibles son una fuente muy importante de energía; éstos combustibles son mezclas de hidrocarburos derivados del petróleo crudo pasando por varios procesos de refinación. Se clasifican dividiéndolos de acuerdo a ciertas características, principalmente por la viscosidad; sin embargo, otras propiedades como el punto de llama, el punto de fluencia, el contenido de agua y sedimentos, el residuo de carbón y ceniza, son importantes en el almacenamiento, manejo y tipos de equipos requeridos para la combustión del aceite. La viscosidad determina si el aceite combustible puede fluir o ser bombeado a través de líneas de alimentación, o si puede atomizarse en pequeñas gotas.

Para aplicaciones de calentamiento de confort, principalmente interesan dos clases de aceite combustible; número 1 y número 2, los cuales contienen de 84 a 86% de Carbono, hasta 1% de Azufre y el resto es principalmente hidrógeno. Otros aceites más pesados, como los números 4 y 5, tienen mayor contenido de carbono y Azufre.

El aceite combustible número 1 es considerado de primera calidad y su costo es más elevado, es usado en calentadores para cuartos que no usan quemadores de alta presión y dependen del flujo por gravedad; por lo cual es requerido un aceite de baja viscosidad (número 1).



El aceite número 2 es el aceite estándar vendido por la mayoría de las firmas proveedoras de aceites. Su peso aproximadamente varía entre 6.870 y 7.296 Lbs/galón (el agua pesa 8.34 Lbs/galón). El aceite número 2 es utilizado en equipos que tienen atomización presurizada, lo cual cubre la mayoría de hornos y calderas para aire caliente forzado. El valor de calefacción es aproximadamente 135,000 a 142,000 BTU/galón.

1.2.3.3 COMBUSTIBLES GASEOSOS.

Los combustibles gaseosos más frecuentemente usados en calderas son: Gas natural, gas de horno coke, gas de altos hornos y gas pobre.

Los combustibles gaseosos tienen todas las ventajas de los combustibles líquidos y menos desventajas. Únicamente, para su encendido es necesario tomar mayor número de medidas de seguridad y evitar las fugas por insignificantes que sean éstas. La figura (1.5) presenta algunas características de viscosidad de diferentes combustibles. (6)

1.2.4 TIPOS DE QUEMADORES.

Básicamente, los quemadores se dividen en dos grupos, de acuerdo a la manera de accionamiento, como son: Quemadores mecánicos y los quemadores electromecánicos.

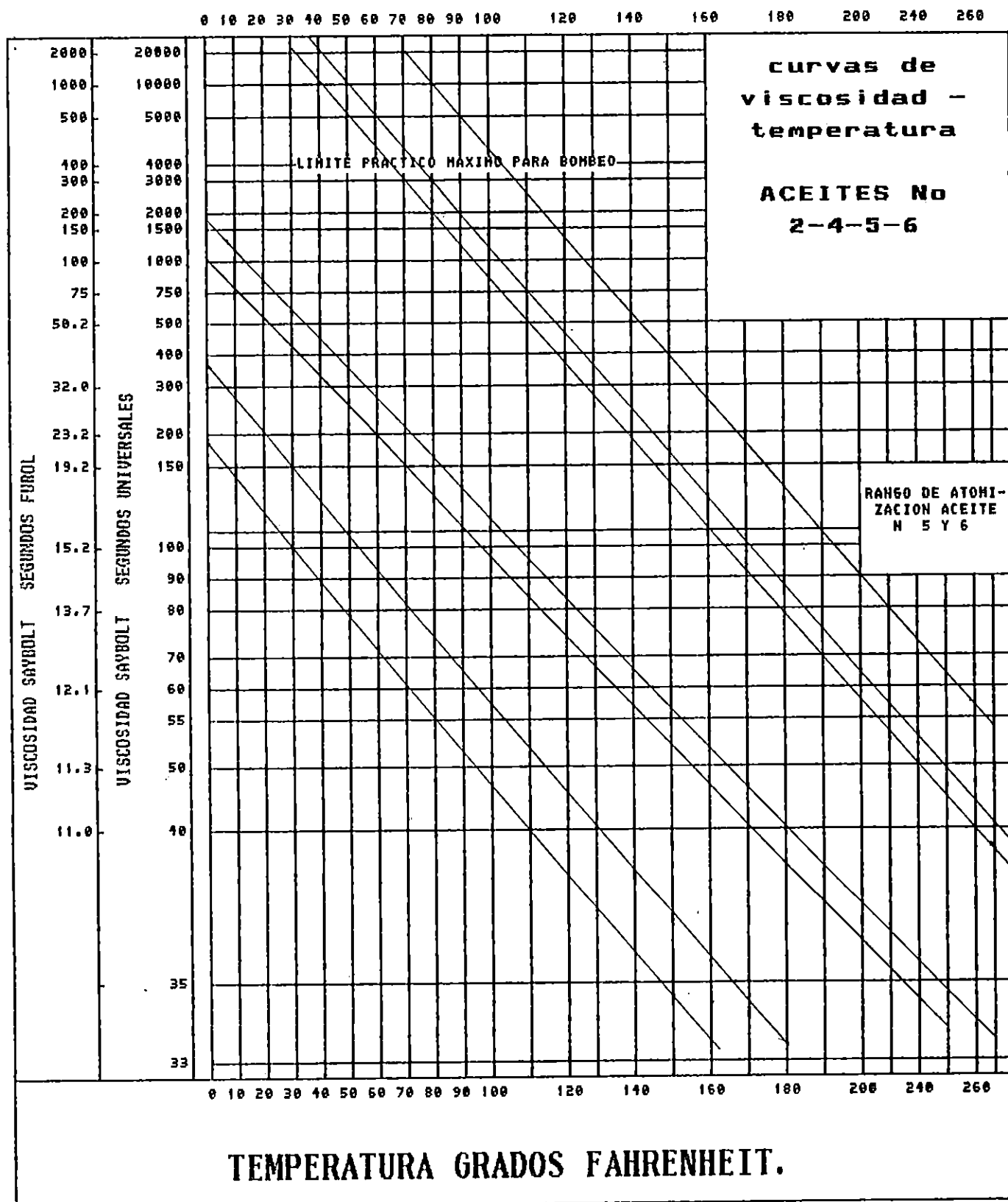


Figura (1.5) Características de viscosidad de diferentes combustibles.

1.2.4.1 QUEMADORES MECANICOS.

Los sistemas mecánicos de combustión son un conjunto de elementos y dispositivos que montados, instalados y ajustados adecuadamente desarrollan su función, la cual es generar la combustión en la caldera.

Actualmente se fabrican una gran variedad de quemadores mecánicos, y ello depende de las razones siguientes:

- Tipo de combustible.
- Tipo de caldera.
- Tamaño de caldera.
- Eficiencia de la caldera.
- Aplicación de la caldera.

1.2.4.2 QUEMADORES ELECTROMECHANICOS.

Como ya se dijo anteriormente, el quemador de la caldera es el componente encargado de ejecutar la combustión de la mezcla aire-combustible suministrada previamente por el conjunto modulador.

Para un caso en particular, caldera pirotubular y combustible Nº 6 se puede realizar la siguiente clasificación:

- 1) Por su forma:
 - a) Quemadores integrales.
 - b) Quemadores modulares.
- 2) Por el tipo de atomización.
 - a) Atomización por aire.
 - b) Atomización a vapor.

QUEMADORES INTEGRALES.

Son aquellos que no se pueden separar del cuerpo de la caldera; este tipo de quemador puede apreciarse en la figura 1.6

QUEMADORES MODULARES.

Son unidades compactas que pueden perfectamente separarse del cuerpo de la caldera.

El quemador con pistola de atomización de alta presión es usada en la mayoría de calderas que operan con aceite combustible (Diesel). Visto desde el exterior, tienen varios componentes funcionales, como son:

- a) Bomba de aceite.
- b) Ventilador.
- c) Motor eléctrico.
- d) Compartimiento de control.
- e) Tubo de combustión. El cual incluye tobera y sistema de ignición.

Una sección del quemador, que se muestra en la figura 1.7 revela una vista más detallada de la operación de éste. La bomba y el soplador se manejan con el mismo eje del motor. La bomba es de piñones y puede operar como un sistema de una etapa o dos etapas. El ventilador del quemador es una rueda centrífuga acoplada al eje del motor, el cual provee aire a través de los tubos de combustión y un dispositivo de turbulencia para lograr una combustión apropiada. La cantidad de aire es controlada por una lámina en rotación, que hace la función de una ventana o compuerta.

La tobera se monta en un adaptador y recibe aceite por medio de una tubería desde la bomba.

La rapidez de combustión para un aceite de grado Nº 2 es aproximadamente 0.8 gal/hora por cada 100,000 Btu/hr de salida.

La ignición se establece mediante una chispa eléctrica de alto voltaje, la cual es generada por un transformador de ignición localizado en el compartimiento del control del quemador; en el que se tiene un aparato detector de llama denominado celda fotoeléctrica sensible a la luz, cuya función principal es desconectar el sistema aire-combustible.

En la figura 1.8 se muestran todos los elementos que conforman el quemador compacto. (6)

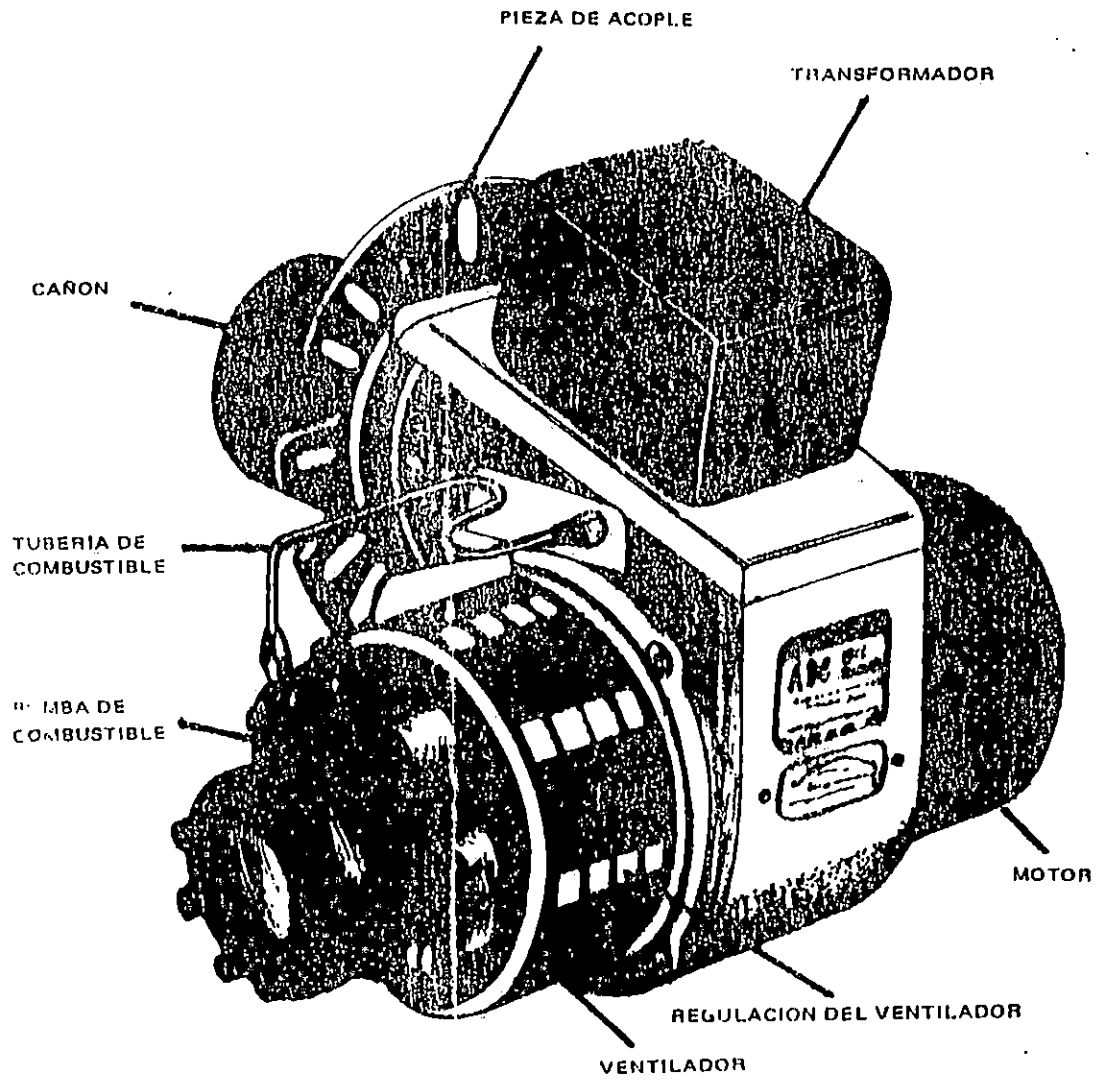


Fig. 1.7 Quemador Modular o compacto.

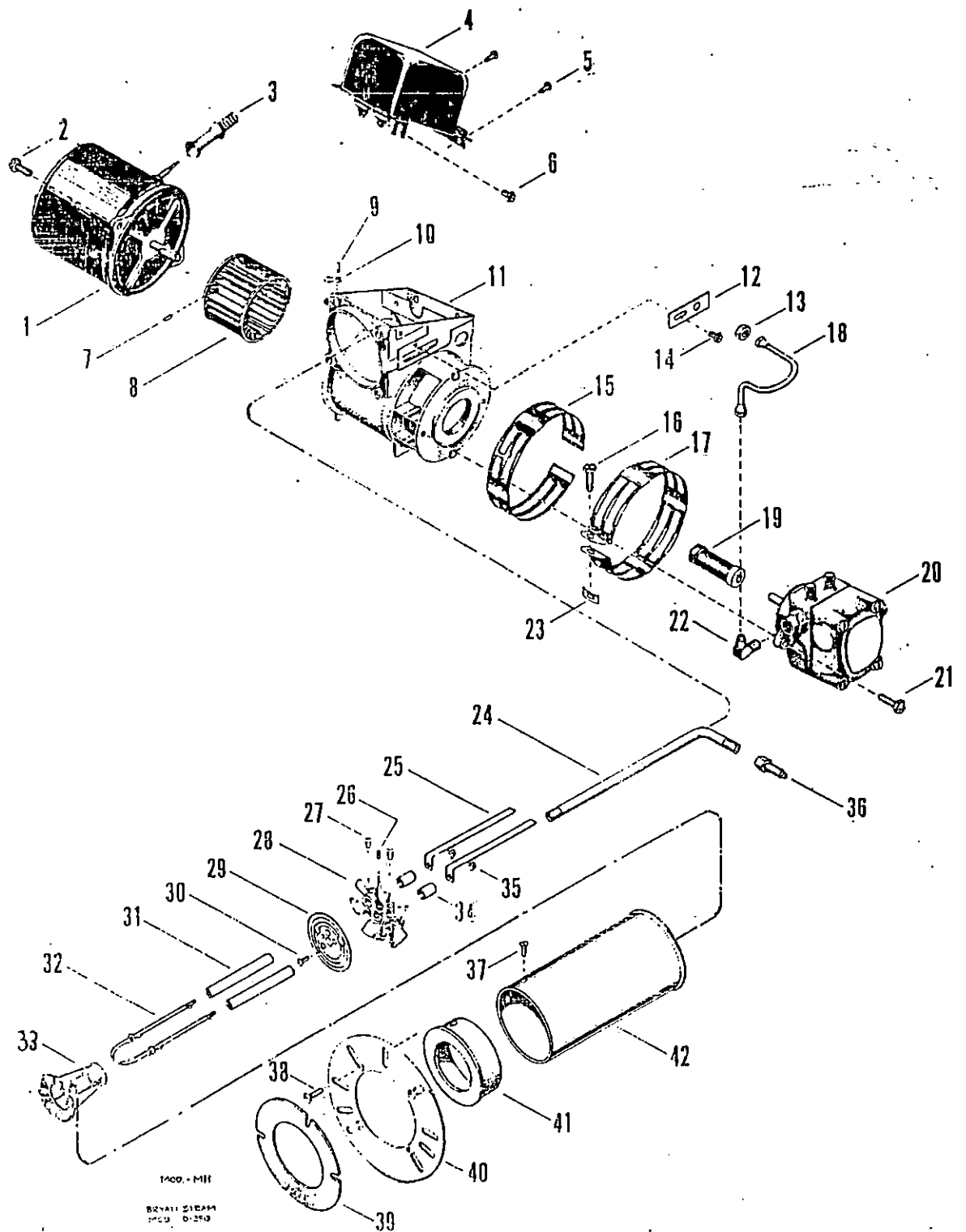


Fig. 1.8 Elementos que conforman el quemador tipo compacto.

QUEMADORES DE ATOMIZACION POR AIRE.

Son aquellos que están diseñados para pulverizar o atomizar el combustible por medio de una corriente de aire primario a baja presión proporcionado por un compresor (15 - 30 psi).

Este tipo de quemadores son empleados en la mayoría de calderas y pueden clasificarse de acuerdo a su capacidad o por el tipo de combustible que emplean. A continuación se dan a conocer los diferentes tipos de quemadores que son empleados en las calderas, con atomización por aire y tienen como combustible, aceite pesado (Fuel-Oil o bunker), aceite liviano número 2 (Diesel) y los que emplean gas.

Los quemadores de la línea TO, TOR y TG emplean, como se mencionaba anteriormente, combustible aceite liviano, aceite pesado y gas respectivamente.

Los modelos TO y TOR son de construcción robusta, fácil manejo y alto rendimiento con funcionamiento por atomización; utilizando aire proveniente de un turbo-ventilador a una presión variable (según el combustible) entre 600 y 1000 mm CDA. Estos son provistos de una válvula de mariposa para la regulación del aire y una válvula micrométrica para la regulación del combustible; y la fijación del quemador es en forma frontal por medio de bridas. Para obtener un mayor rendimiento, es necesario precalentar el aire aproximadamente a 300 °C. En la fig. 1.9 se muestra este tipo de quemadores y en la tabla (1.2) se presenta

un resumen de los parámetros de construcción de los quemadores TO y TOR.

Además para los quemadores que utilizan aceites pesados (TOR), son provistos de un calentador eléctrico y uno de vapor que sirven para bajar la viscosidad del aceite a fin de alcanzar los límites de atomización.

El modelo TG, posee características similares a los modelos TO y TOR. El aire de combustión debe ser provisto a una presión de 100 - 400 mm CDA, y el combustible a 100 - 600 mm CDA; este quemador con un simple cambio del inyector y tobera, se halla en condiciones de quemar combustible líquido. La tabla (1.3) resume los parámetros de construcción de este modelo. En la figura 1.10 se muestra este modelo de quemador. (7)

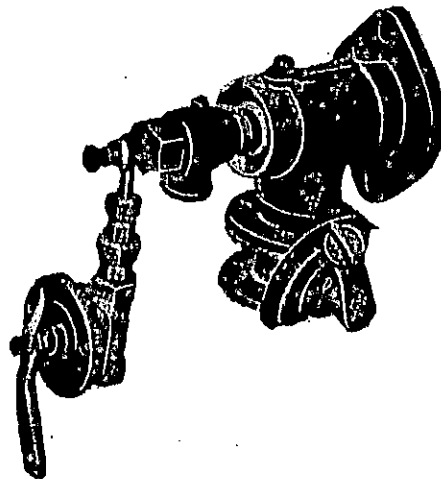


Fig. 1.9 Quemador tipo TO-TOR.

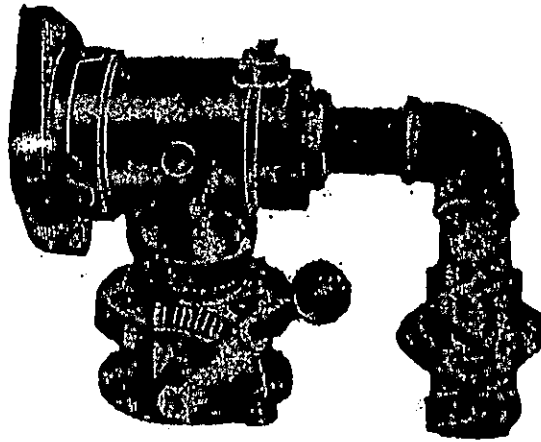


Fig. 1.10 Quemador tipo TG.

	Nº	CAPACIDAD KG/h	CONEXIONES		COMBUSTIBLE
			AIRE		
			PRIMARIO	SECUNDARIO	
TO COMBUSTIBLES LIVIANOS	1	1 - 4	1 1/4"		3/8"
	3	5 - 12	1 1/2"		3/8"
	5	12 - 25	2 1/2"		3/8"
	7	20 - 50	3 1/4"		1/2"
	9	65 - 120	5"		1/2"
	11	120 - 220	8"		1/2"
	13	220 - 300	10"		1/2"
TOR COMBUSTIBLES PESADOS	1	0,5 - 4	3/4"	1 1/4"	1/4"
	3	1,5 - 12	3/4"	1 1/2"	3/8"
	5	3 - 25	1"	2 1/2"	3/8"
	7	5 - 50	1 1/2"	3 1/4"	1/2"
	9	12 - 120	1 1/2"	5"	1/2"
	11	22 - 220	2 1/2"	8"	1/2"
	13	30 - 300	3"	10"	1/2"

Tabla 1.2 Parámetros de construcción para quemadores TO-TOR

QUEMADOR Nº	CAPACIDAD m ³ /h	CONEXION	
		AIRE	GAS
1	1 - 5	1 1/4"	1/2"
3	5 - 25	1 1/2"	1"
5	10 - 50	2 1/2"	1 1/2"
7	20 - 200	3 1/4"	2"
9	40 - 220	5"	3"
11	50 - 300	7"	4"

Tabla 1.3 Parámetros de construcción del quemador tipo TG.

QUEMADORES DE ATOMIZACION CON VAPOR.

Estos quemadores utilizan vapor a presiones entre 75 y 150 psi para atomizar petróleo (combustible Nº 6).

Con este tipo de atomización se puede lograr una mayor eficiencia de la caldera, comparándola con la eficiencia que tendría con un quemador de atomización por aire, y únicamente es necesario cambiar la boquilla del mismo.

Estos quemadores tienen la desventaja, que cuando la caldera tiene una presión igual a cero, es necesario aplicar la atomización por aire.

La ventaja, de la atomización con vapor, es básicamente el ahorro de energía eléctrica y la prolongación de la vida del compresor del aire. (6)

1.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CONTROL EN LA CALDERA.

1.3.1 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.

El motor monocrométrico del control de programación establece la secuencia de la operación de todos los otros controles y componentes para proveer una secuencia de operación integrada.

El quemador y sistema de control están listos para arrancar cuando existan las siguientes condiciones:

El agua de la caldera tiene el nivel correcto, haciendo que se cierre el interruptor de cierre del bajo nivel de agua. La luz indicadora de bajo nivel queda sin energía. El control de límite de presión para operación (calderas de vapor) o el control de límite de temperatura para operación (calderas de agua caliente) y el control del alto límite de presión o temperatura están más bajos que su punto de cierre. La luz indicadora de demanda de carga tiene energía.

Todos los interruptores de entrada están cerrados y hay voltaje en los terminales del arrancador. Debe haber fuerza para el arranque del motor de la bomba de aceite. Cuando el combustible es aceite pesado, también se necesita energía en los terminales de los relevadores del calentador de aceite. Estas secuencias no intentan poner en correlación la operación de los

sistemas de abastecimiento de aceite o de agua excepto los controles de interconexión que pertenecen directamente a la operación del relevador de programación.

1.3.1.1 FUNCION QUE DESEMPEÑA EN LA CALDERA.

El término "control" se refiere a las válvulas y componentes más importantes inclusive aunque no restringido a los controles eléctricos o los que el control de la programación gobierna.

Los controles que realmente se suministran con una determinada caldera dependen del combustible usado así como del sistema para cual esté diseñada, vapor o agua caliente.

Entonces podemos establecer que la función que los elementos que conforman el sistema de control esta encaminada a mantener estados de operación y funcionamiento seguros bajo condiciones establecidas de carga.

1.3.1.2 CRITERIOS FUNDAMENTALES DE DISEÑO.

Puesto que la caldera es un equipo del que se requieren condiciones controladas de funcionamiento, se pueden citar algunos criterios que se consideran al momento de realizar el diseño de los controles de la caldera.

Uno de los principales aspectos que se toman en cuenta es las condiciones a las que el equipo tendrá que operar (presión, temperatura, etc.) ya que adicionalmente al dimensionar los elementos de control y cuerpo del equipo, se toma en cuenta para todo el sistema de control y sus componentes.

Otro aspecto de suma importancia es el tipo de combustible usado para generar la combustión ya que como se dijo anteriormente el poder calorífico es distinto para dos combustibles diferentes, aunque en este aspecto se pueden efectuar cambios para poder usar otro tipo de combustible bajo ciertos límites.

Quizás el más importante factor considerado para el diseño del control de la caldera es garantizar la operación segura del equipo. En realidad existe una interrelación estrecha entre los elementos de control y funcionamiento de la caldera, sin embargo el sistema de control debe diseñarse de tal forma que si alguno de estos elementos falla, el sistema de control pare la operación del equipo para evitar accidentes. La cantidad y disposición de estos controles de seguridad varían de fabricante en fabricante pero los controles básicos son suministrados a todas las calderas.

1.3.2 CONTROLES DE VAPOR (CUALQUIER COMBUSTIBLE).

Manómetro de presión del vapor: Indica la presión interna de la caldera.

a) Control de límite de presión operación: Rompe el circuito para parar la operación del quemador cuando la presión de la caldera alcanza el valor de presión seleccionado. Se ajusta para poner el quemador en marcha o pararlo en el valor de presión predeterminado.

b) Control de alto límite de presión: Rompe un circuito para parar la operación del quemador cuando la presión de la caldera sube sobre el valor de presión seleccionado. Se ajusta para parar el quemador cuando alcanza una presión sobre la que ha sido escogida para operación normal. El control normalmente es equipado con un restablecimiento manual.

c) Control modulador de la presión: Descubre cambios en la presión de la caldera y transfiere esta información al motor modulador para adaptar la asignación de la alimentación del quemador cuando el interruptor manual-automático está en la posición "automático".

d) Cierre de bajo nivel del agua y control de la bomba: Este opera por medio de un flotador y responde al nivel del agua en la caldera como se ve en la mira de vidrio indicadora. A este doble control pertenecen dos funciones distintas:

1) Detiene la alimentación del quemador si baja el nivel del

agua bajo el punto de seguridad para operación y da energía a la luz indicadora de bajo nivel de agua en el tablero de controles; también hace sonar el timbre de alarma (equipo opcional). Requerimientos de códigos para ciertos modelos exigen un interruptor de bajo nivel de agua del tipo de restablecimiento manual.

2) Este control pone en marcha y detiene la bomba de alimentación de agua para mantener el agua en un nivel apropiado en operación.

e) Cierre de bajo nivel de agua auxiliar: Opera por medio de un flotador y rompe el circuito para detener la operación del quemador en caso de que el agua en la caldera alcance el punto de cierre de bajo nivel de agua principal.

f) Columna de agua: Este conjunto contiene el cierre de bajo nivel de agua y el control de la bomba e incluye el vidrio de nivel, los cierres del tubo de vidrio y llaves de prueba.

g) Válvulas de drenaje de la columna de agua: Se provee la válvula de drenaje de la columna de agua para purgar la columna y sus tuberías regularmente para ayudar a mantener las tuberías transversales y los flotadores limpios y libres de sedimento. Existe, además, otra válvula de drenaje de cierre auxiliar de bajo nivel de agua para el mismo propósito.

h) Válvulas de seguridad: Estas válvulas de seguridad relevan a la caldera de la presión que sea más alta que la que se especifica en el diseño o una presión más baja.

1.3.3 **CONTROLES DE AGUA CALIENTE (CUALQUIER COMBUSTIBLE).**

a) Medidor de la temperatura del agua: Indica las condiciones internas de temperatura de la caldera.

b) Medidor de la presión del agua: Indica la presión interna del agua en calderas de agua caliente.

c) Control del límite de temperatura de operación: Si la temperatura del agua alcanza el valor seleccionado, este control rompe el circuito para interrumpir la operación del quemador a una determinada temperatura seleccionada.

d) Control de alto límite de temperatura de operación: Si la temperatura del agua sobrepasa el valor seleccionado, este control rompe un circuito para interrumpir la operación del quemador. Es ajustado a una temperatura seleccionada sobre la del control de límite principal, a la cual el quemador se apagará; teniendo generalmente un restablecimiento manual.

e) Control del modulador de temperatura: Descubre cambios en la temperatura de la caldera y transfiere esta información al motor modulador para adaptar la asignación de la alimentación del quemador cuando el interruptor manual-automático se encuentra en la posición "automático".

f) Cierre de bajo nivel del agua: El quemador se para cuando el nivel de agua en la caldera baja del punto de seguridad de operación; enciende la luz que indica bajo nivel de agua; también hace sonar la alarma, si es que la caldera cuenta



con ésta.

g) Cierre del bajo nivel de agua auxiliar: En este caso se detiene el quemador si el nivel de agua en la caldera se encuentra bajo el punto de seguridad para operación.

1.3.4 **CONTROLES PARA ALIMENTACION DE GAS (INCLUSIVE COMBINADA).**

Estos sistemas generalmente constan de:

a) Válvula del piloto de gas: Una válvula solenoide que se abre durante el período de ignición para dejar pasar el combustible al piloto. Se cierra después de que se establece la llama principal. La secuencia de recibir y quemar sin energía se determina por el cronómetro del control de la programación. Una segunda válvula de piloto de gas puede ser exigida por las regulaciones del asegurador.

b) Válvula de escape del piloto de gas: Cuando existe la necesidad de una segunda válvula para el piloto de gas, se instala entre estas válvulas otra de escape, la cual está abierta normalmente para dar salida a los gases que queden en la línea de gas principal cuando las válvulas de la principal no tienen energía.

c) Llave de cierre del piloto de gas: Para abrir y cerrar manualmente el abastecimiento de gas a la válvula del piloto de gas.

d) Llave de ajuste del piloto de gas: Permite regular el tamaño de la llama del piloto de gas.

e) Manómetro de la presión del piloto de gas: Indica la presión de gas hacia el piloto.

f) Válvula reguladora de la presión del piloto de gas: Reduce la presión de entrada del piloto de gas para acomodar los requisitos del piloto.

Los siguientes elementos forman parte del sistema de control de la circulación del gas:

a) Leva moduladora del gas: Es un conjunto que consiste en un sector oscilante, una serie de tornillos Allen y un resorte de perfil que permiten al operador ajustar la entrada de gas en toda asignación del campo de modulación.

b) Llave de cierre de gas principal: Permite abrir y cerrar manualmente el abastecimiento de gas y principalmente después del regulador en la línea principal de gas. Una segunda llave de cierre, después de la válvula principal de gas, a veces se instala para proveer un medio de cerrar la línea de gas siempre que se haga una prueba para averiguar si hay filtración por la válvula principal de gas.

c) Válvula principal del gas: Es una válvula de cierre que actúa eléctricamente. Estando abierta, lleva la llama principal de gas a través de la válvula moduladora de gas. La válvula puede ser equipada con un interruptor "a prueba del cierre"

conectado con un circuito entrelazado de pre-ignición. La segunda válvula motorizada del cierre de gas es usada frecuentemente.

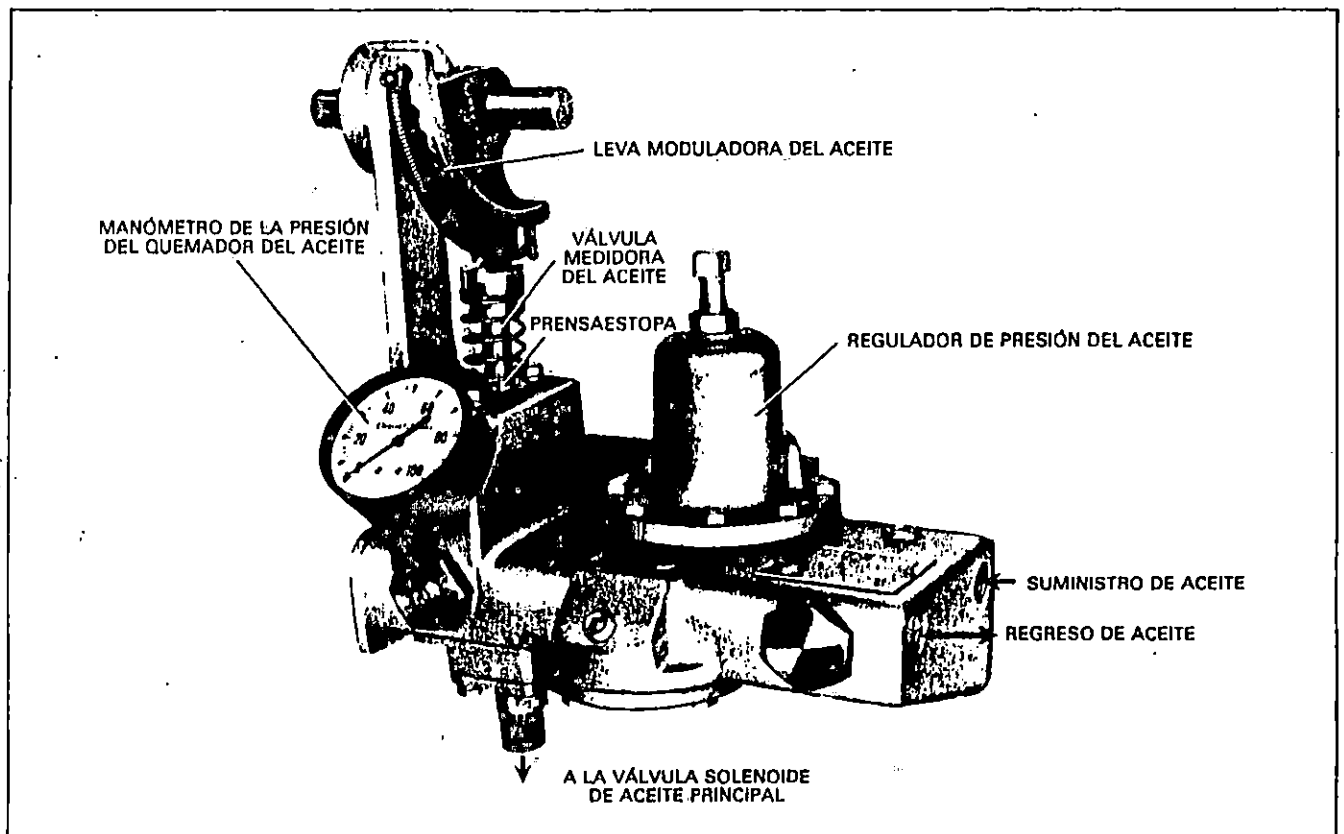


Fig. 1.11 Conjunto de válvula de control para aceite liviano.

d) Válvula de escape de la línea del gas principal: Una válvula solenoide que está normalmente abierta. Se instala entre las dos válvulas de gas principal para dar salida a los gases que quedan en la línea de gas principal cuando las válvulas no tienen energía. Esta válvula se cierra cuando las de la principal reciben energía.

e) Interruptor de baja presión de gas: El cual actúa debido a la presión interna, quedando cerrado cuando la presión en la línea principal del gas permanezca sobre una presión seleccionada. Si la presión cae debajo de este valor, los contactos del interruptor se abren, y al romperse el circuito hace que se cierre la válvula principal del gas o evita el arranque del quemador. Por lo común este interruptor es equipado con un dispositivo que requiere el restablecimiento manual después de que se cierra.

f) Interruptor de alta presión de gas: Actúa por la acción de la presión interna, quedando cerrado cuando la presión en la línea principal de gas permanezca debajo de una presión seleccionada. Si la presión sobrepasa este valor, los contactos del interruptor se abren, y al romperse el circuito hace cerrar las válvulas principales de gas o evita el arranque del quemador. Por lo común este interruptor es equipado con un dispositivo que requiere el restablecimiento manual después de que se cierra.

1.3.5 CONTROLES PARA ALIMENTACION DE ACEITE.

Los componentes siguientes son pertinentes a todas las calderas de aceite o las de gas y aceite.

a) Interruptor del tirador de aceite: Interrumpe el circuito de límite si el tirador de aceite al quemador no está

asegurado en la posición delantera que se requiere para quemar aceite.

b) Interruptor de prueba del aire para atomización: Este interruptor operado por presión cuyos contactos están cerrados cuando hay suficiente presión de aire para la atomización adecuada del aceite combustible. La válvula para el aceite no se abre o no permanece abierta a menos que los contactos del interruptor estén cerrados.

c) El módulo de la bomba de aire: Este conjunto provee el aire comprimido necesario para atomizar el aceite combustible para una correcta combustión. Se empieza automáticamente por la secuencia del programador.

d) Motor de la bomba de aire: Este motor mueve la bomba de aire y un ventilador de enfriamiento de aire. Su funcionamiento comienza y termina simultáneamente con el motor del ventilador (impulsor).

e) Bomba de aire: Esta es la que suministra el aire para atomizar el aceite combustible.

f) Tanque receptor de aire-aceite: Contiene el abastecimiento de aceite lubricante de la bomba de aire, y separa el aceite lubricante del aire para atomización antes de que llegue al inyector.

g) Serpentin de enfriamiento del aceite lubricante: Su función es reducir la temperatura del aceite lubricante antes de que llegue a la bomba de aire. De tal forma que un ventilador

movido por el motor de la bomba de aire suministra aire refrigerante sobre el serpentín.

h) Control de inserción de aire: Es un interruptor ajustable que se localiza en el tubo de inserción de aire adyacente al filtro de aire.

i) Válvula solenoide de aceite: Contactos del programador dan energía y abren las válvulas, y éstas permiten el flujo de aceite de la válvula medidora al inyector del quemador. Un quemador de alimentación aceite liviano usa dos válvulas que operan simultáneamente.

j) Control de aceite combustible: Es un conjunto que comprende en una sola unidad, el manómetro, el regulador y la válvula necesarios para controlar el flujo de aceite combustible. Todos los controles tienen los siguientes componentes integrales. En adición a éstos, el control que se usa en un quemador de fuego aceite números 5 o 6 tiene componentes adicionales, como las siguientes:

- 1) Válvula medidora de aceite: La cabilla de válvula se mueve para aumentar o disminuir el orificio variable a fin de que regule el abastecimiento del aceite combustible al inyector del quemador según la demanda de carga. El movimiento de la cabilla medidora es controlada por el motor modulador por medio de un sistema articulado y la leva medidora del aceite.
- 2) Leva moduladora del aceite: Un conjunto que consiste en un

sector oscilante, una serie de tornillos Allen de ajuste y un resorte de perfil que permite ajustar la entrada de gas en toda asignación del campo de modulación.

- 3) Manómetro de presión del quemador de aceite: Indica la presión del aceite combustible al punto de la válvula medidora.
- 4) Regulador de la presión del aceite: Para ajustar la presión del aceite combustible al punto de la válvula medidora.

k) Bomba de aceite combustible: Lleva el aceite combustible del tanque de almacenamiento y lo suministra comprimido al sistema del quemador. (5)

1.3.6 CONTROL DE NIVEL DE AGUA.

Las calderas de operación automática deben estar provistas de un interruptor de bajo nivel de agua, el cual impide el funcionamiento del quemador mientras no exista suficiente agua en la caldera, y de otro interruptor que controle la alimentación del agua para mantener la caldera en operación continua y/o para evitar la inundación en la misma.

Además deberá estar equipada con indicadores de nivel (tubo de vidrio) que permita la observación visual de la cantidad de agua que contiene la caldera, y de una alarma por bajo nivel de agua.

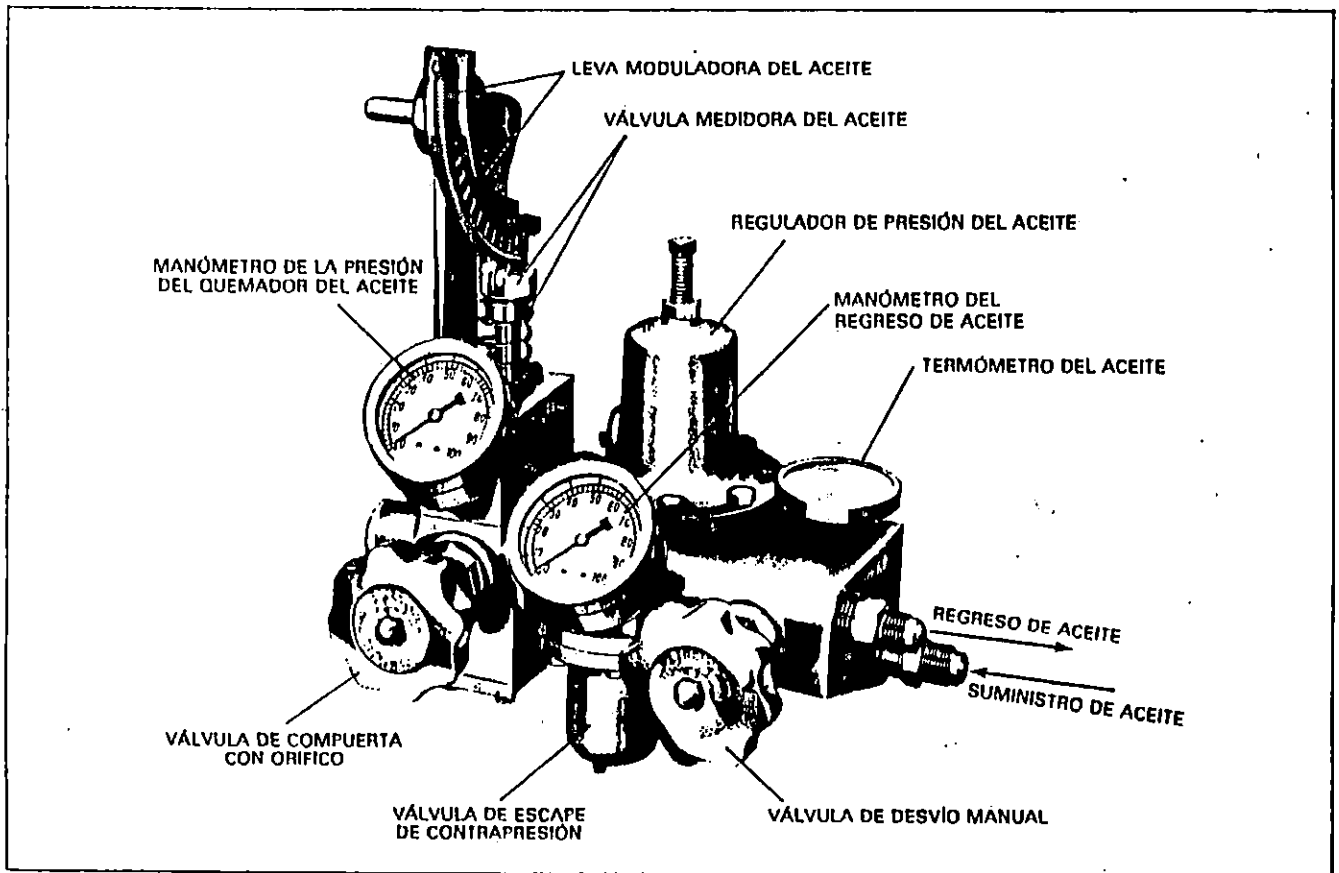


Fig. 1.12 Conjunto de válvula de control para aceite pesado.

Existen tres tipos de controles de nivel de agua más comunes:

- a) Control de nivel de agua por flotador.
- b) Control de nivel de agua por electrodos.
- c) Control de nivel de agua por ampollitas magnéticas.

Los tres tipos de controles desempeñan la misma función pero sus mecanismos son completamente diferentes.

1.3.6.1 CONTROL DE NIVEL DE AGUA POR FLOTADOR.

En la figura 1.13 se presenta un esquema del control de nivel de agua por flotador.

El receptáculo, está construido de hierro fundido y está roscado en la parte superior e inferior para conectarlo a través de tuberías a la caldera.

El cabezal: Compuesto por la caja que contiene los interruptores de bajo nivel de agua y control de alimentación del agua a la caldera.

En la figura 1.14 se muestran los diferentes niveles de agua respecto a la marca situada en el receptáculo del control de nivel. Como puede observarse, se tienen tres niveles A, B y C. El nivel A, indica alto nivel de agua: La bomba de alimentación de la caldera se apaga en ese punto y el quemador está en condiciones de trabajar (la caldera deberá llenarse inicialmente hasta ese nivel). El nivel B: La bomba de alimentación de la caldera arranca cuando el nivel llega a este punto y el quemador aún estará en condiciones de trabajar sino existe otra causa. Este nivel coincide con la marca del receptáculo del control de nivel de agua.

El nivel C, indica el punto de cierre del bajo nivel de agua: El quemador se apaga si el nivel de agua baja a este punto, y suena la alarma.

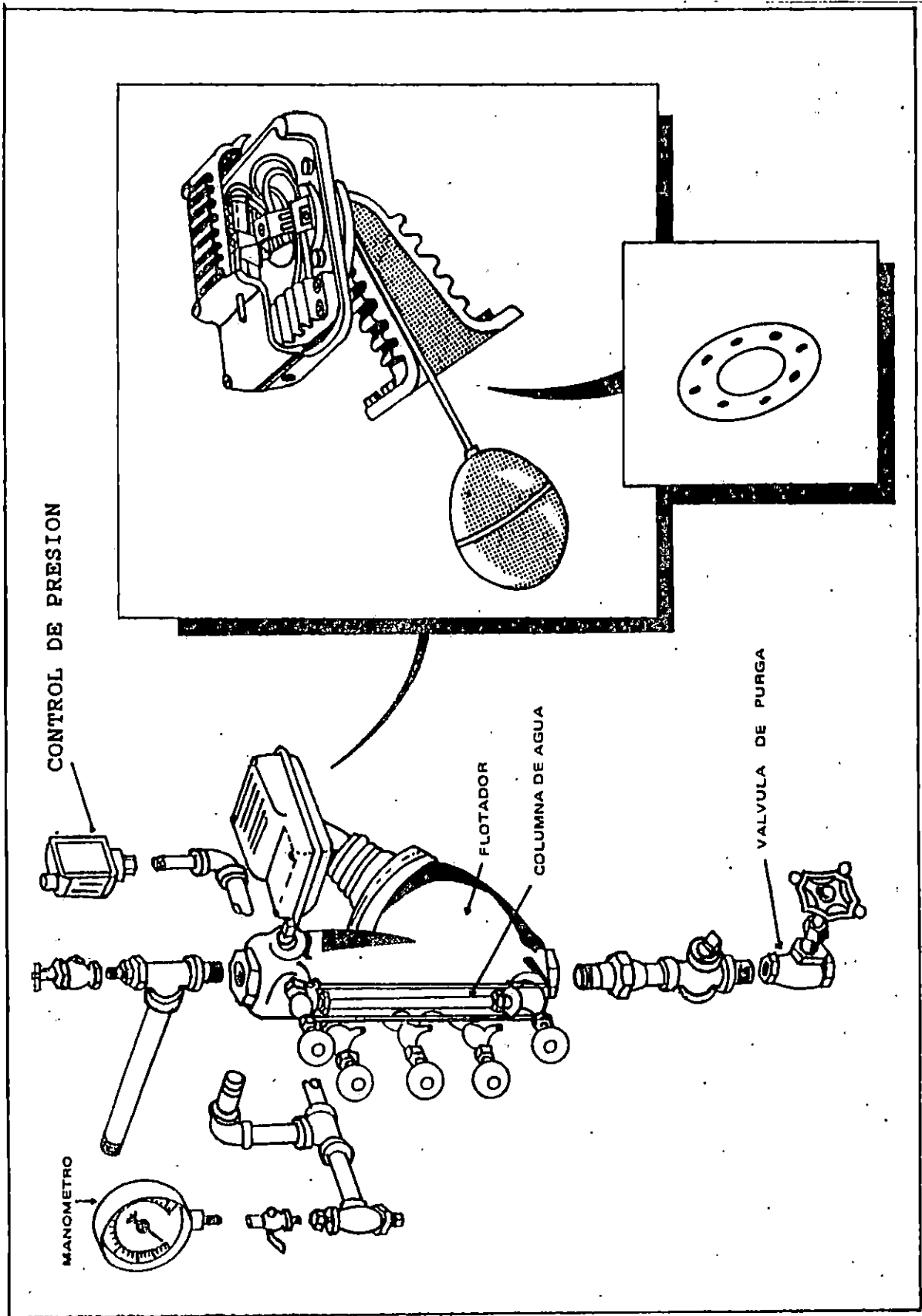


Figura 1.13 Conjunto de Control de Nivel de agua por flotador.

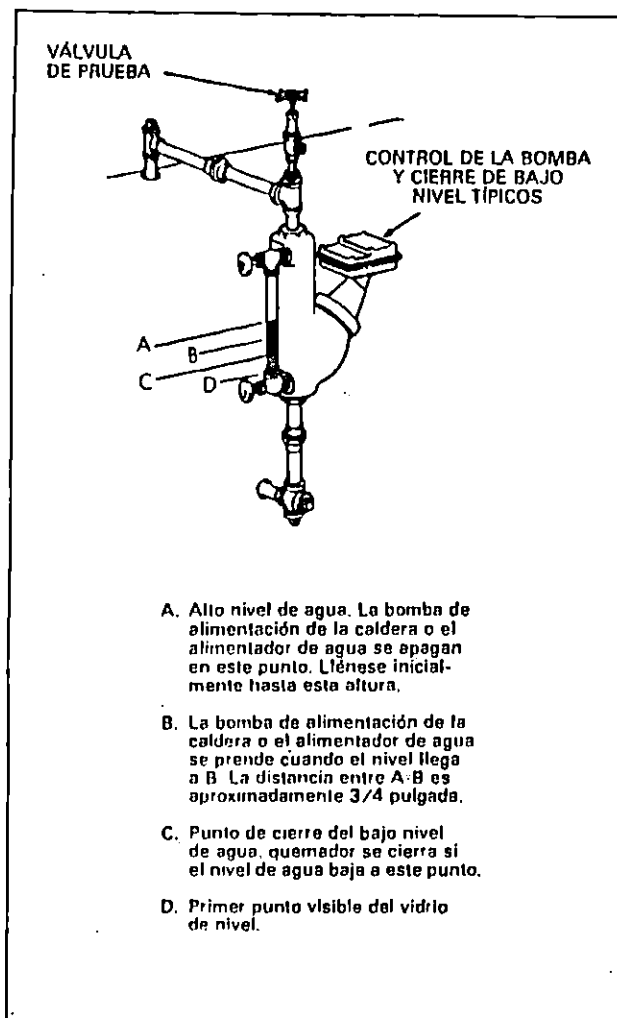


Figura 1.14 Control de nivel de agua por flotador.

El control por flotador se monta a través de un tubo a la parte superior de la caldera (cámara de vapor) y por la parte inferior con un tubo que va a la parte media de la caldera (cámara de agua), con el objeto de equilibrar presiones y obtener el correcto nivel de agua.

Algunas calderas van provistas de dos controles de flotador independientes, uno para controlar la alimentación de agua a la caldera, y otro para el control del nivel bajo de agua de la misma Figura 1.15.

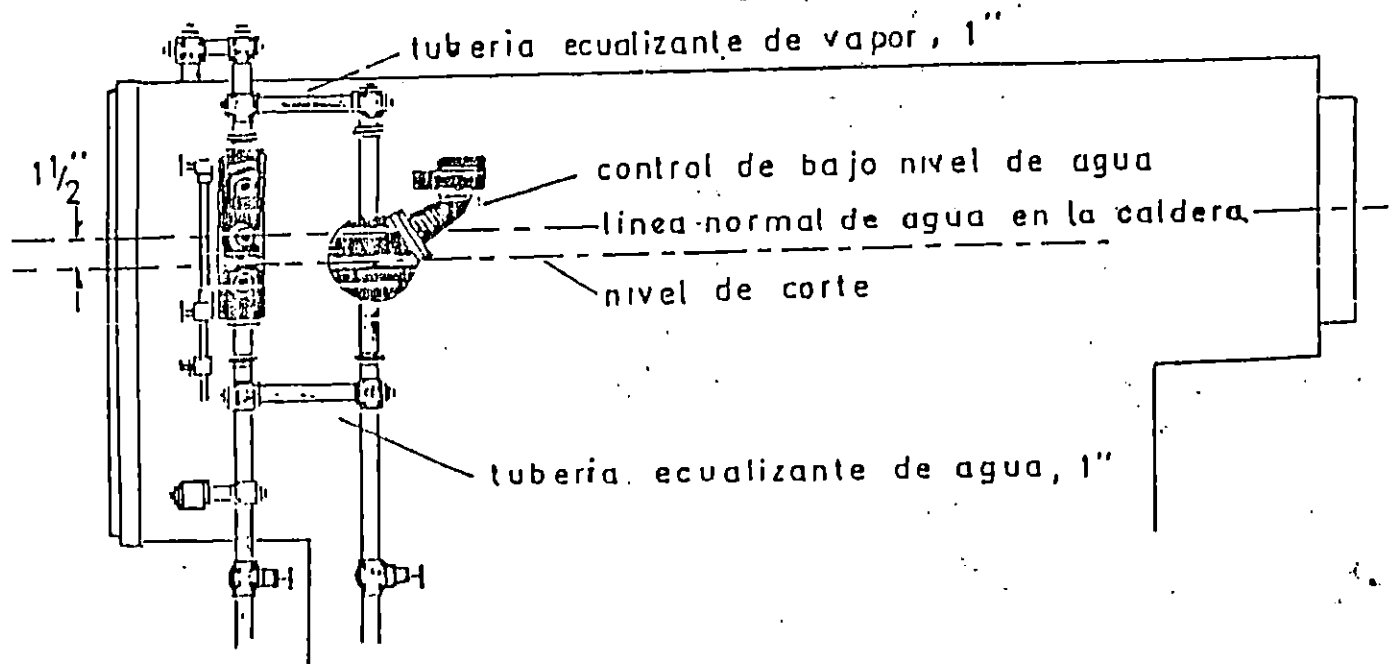


Figura 1.15 Control de nivel de agua por flotador (independiente)

1.3.6.2 CONTROL DE NIVEL DE AGUA POR ELECTRODOS.

Consiste en un control eléctrico de baja sensibilidad aplicado en sustancias menores de 20,000 ohms/cm de resistencia específica. Los componentes eléctricos son los siguientes:

- Un transformador de dos polos a 120 voltios en primario y 300 voltios en el secundario para el caso de agua dura.
- Un relé de dos o tres contactos, normalmente cerrados o

normalmente abiertos según la aplicación.

- Dos, tres o cuatro electrodos según la aplicación.

COMPONENTES ELECTRICOS DEL CONTROL DE NIVEL DE AGUA POR ELECTRODOS.

La figura 1.16 ilustra el principio de funcionamiento. Cuando la caldera no contiene agua, los contactos del relé se mantienen en sus posiciones normalmente abiertos o normalmente cerrados, en el secundario del transformador no circula corriente dado que los electrodos no cierran el circuito. En vista que se requiere alimentar de agua a la caldera, el arrancador de la bomba de agua se conecta en serie con un conjunto normalmente cerrado 3-4, y ésta funciona. Al llenar la caldera hasta el nivel alto, cierra el circuito eléctrico a través de los electrodos 9-10, se energiza la bobina del relé, se transfiere la posición normalmente cerrada del contacto 3-4 a posición abierta, y se desconecta la bomba de agua.

Al generarse vapor, el nivel de agua comienza a bajar, el relé se retroalimenta por medio de los electrodos 7 y 9; pero al llegar al nivel bajo del visor de nivel, estos rompen el circuito y nuevamente se desenergiza la bobina del relé, cierra el contacto 3-4 a su posición normalmente cerrada repitiéndose el ciclo indefinidamente.

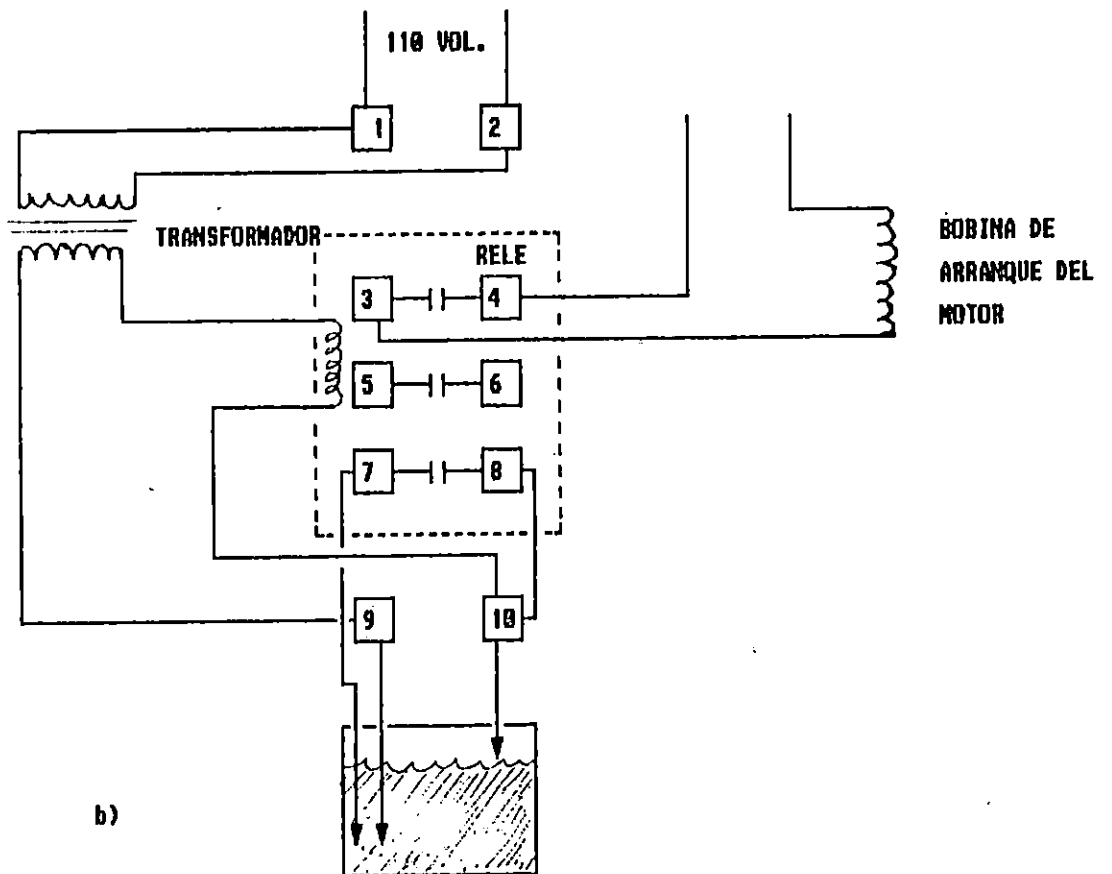
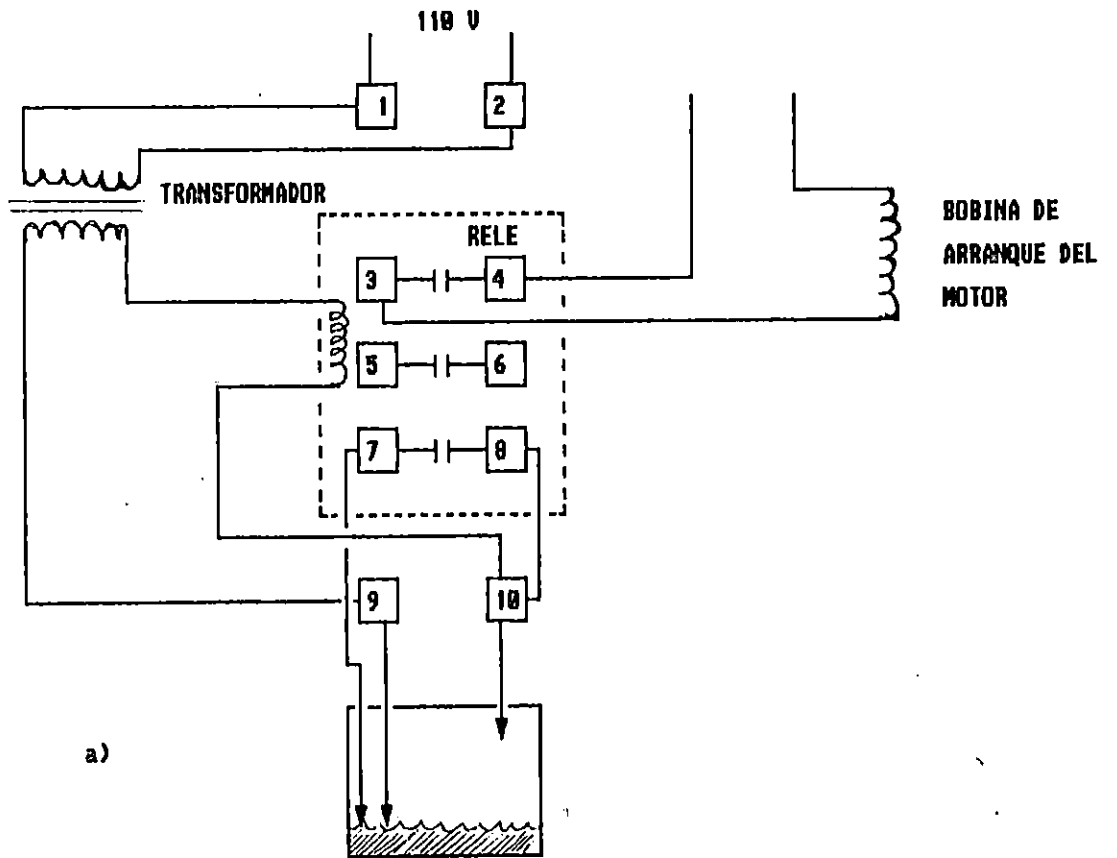


Figura 1.16 a y b. Control de nivel por electrodos.

Para el control de bajo nivel de agua, se recomienda instalar un dispositivo similar al anterior con sólo un par de electrodos en la parte superior de la caldera, y con circuito independiente, los extremos de los electrodos deberán estar al mismo nivel de la marca del valor mínimo del visor de nivel de agua. Este par de electrodos funciona como simple interruptor que acciona eléctricamente al relé y desconecta al programador de la caldera por bajo nivel de agua.

Se puede establecer que para cualquier sistema de control de agua que tenga la caldera es importante.

Incluir los controles de bajo nivel de agua.

Haciendo referencia básicamente al control de nivel de agua por flotador (el más utilizado), se explicaba de acuerdo a la figura 1.17 que existen dos ampolletas de mercurio: Una para controlar la operación normal de la bomba de agua con un contacto normalmente abierto, y otra que apaga el quemador y energiza la alarma por bajo nivel de agua, cuyos contactos son normalmente cerrados y normalmente abierto respectivamente. Además se explicó su funcionamiento para cada uno de los niveles de agua a considerar dentro de la caldera.

A continuación se presenta el diagrama eléctrico del circuito de control de nivel de agua por flotador.

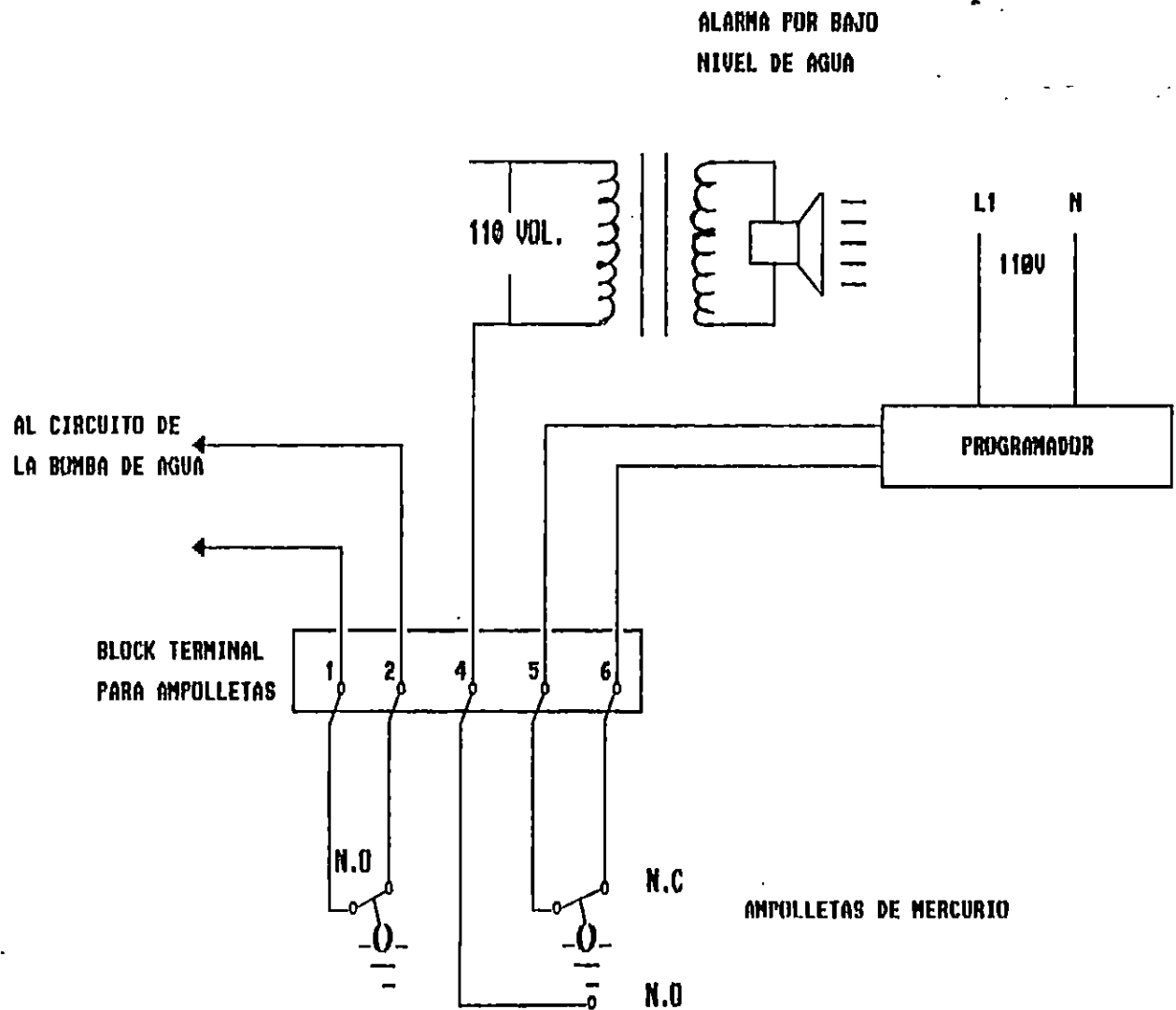


Figura 1.17 Circuito eléctrico del control de nivel de agua por flotador.

1.3.7 CONTROL DE PRESION.

Es un dispositivo electromecánico que se emplea para controlar la presión de vapor de la caldera. Estos pueden ser del tipo de tubo de Bourden, fuelle o de diafragma, que

responden a un cambio de presión y a través de un acoplamiento mecánico actúa un interruptor o un potenciómetro para mantener la presión dentro del límite predeterminado. En la figura 1.18 se muestra un control de presión y sus principales componentes.

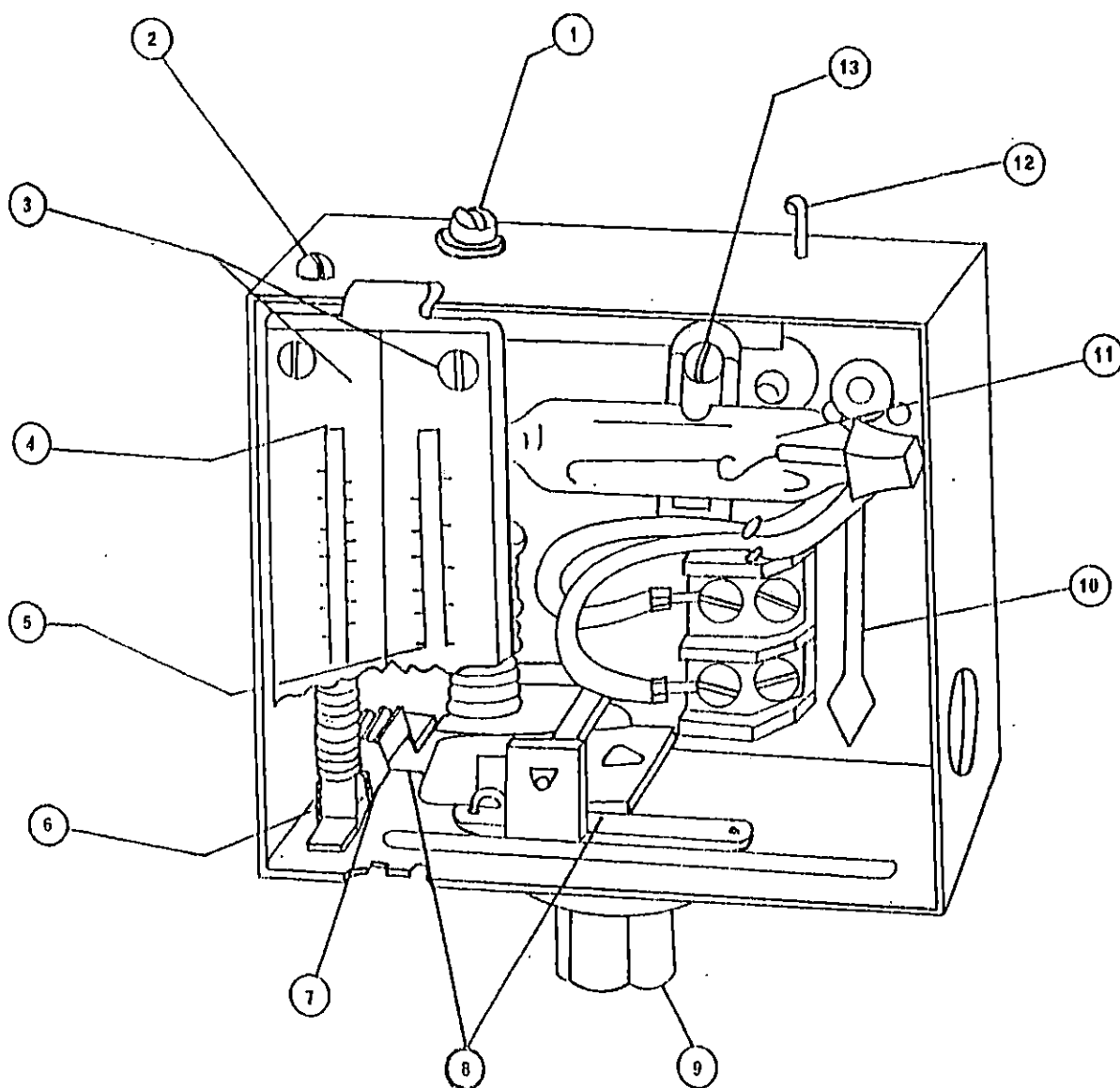


Fig. 1.18. Control de presión modelo L91B.

En la figura se detallan los principales componentes los cuales son:

1. Tornillo de ajuste de presión
2. Tornillo de ajuste diferencial
3. Escalas
4. Indicador diferencial
5. Indicador de presión
6. Palanca de mando diferencial
7. Abertura Límite para el movimiento de las palancas de mando
8. Palanca de operación
9. Diafragma y ensamble
10. Palanca indicadora
11. Ampolleta de mercurio
12. Palanca reset manual
13. Tornillo de ajuste excentrico

Generalmente en las calderas se cuenta con cinco controles de presión que básicamente funcionan bajo el mismo mecanismo, como son:

- a) Control de límite de operación.
- b) Control de límite para fuego bajo.
- c) Control de límite para fuego alto.
- d) Control de presión proporcional.
- e) Control de límite alto.

a) Control de límite de operación.

Este control manda a parar la operación del quemador de la caldera cuando la presión ha alcanzado la presión de trabajo, la cual ha sido colocada en la escala principal y encender el quemador cuando la presión baja hasta el punto donde se ha determinado el diferencial (presión máxima de trabajo menos el diferencial).

b) Control de límite de presión para fuego bajo.

El control de límite para fuego bajo es un dispositivo similar al anterior con la diferencia que es seteado en la escala principal a una presión de 25 o 30 psi con la intención de arrancar la caldera a fuego bajo, y así evitar daños consecuentes en la estructura de la misma.

c) Control de límite para fuego alto.

Este control tiene las mismas características físicas que el de fuego bajo, pero en este caso se setea a una presión de 20% o 25% menor a la presión de operación obteniéndose con ello que la caldera pare en fuego bajo, también con el propósito de proteger su estructura. Ambos controles sólo requieren de una escala (escala principal) pueden ser de ampollitas de mercurio o micro-switch.

Algunas características eléctricas y mecánicas comunes a todos los dispositivos de presión son las siguientes:

Corriente: 9.8/4.9 Amps. a plena carga

Voltaje : 120/240 voltios

Máxima temperatura ambiente: 150 °F

Conexión : ¼ NPT hembra

Elemento sensitivo: Diafragma de acero inoxidable

Sistema de unidades en escala: Psi y Kg/cm².

d) **Control de presión proporcional (Modulante).**

Este es un dispositivo de control proporcional de posición, y difieren de los otros tipos por el hecho que el mecanismo eléctrico es un potenciómetro variable en lugar de un interruptor. El potenciómetro tiene un contacto deslizante que se mueve a través de una bobina resistiva de 140 ohmios (nominal). Este contacto deslizante es movido por el elemento sensible del controlador y es éste el que se interconecta eléctricamente con el motor modulador para la regulación de la cantidad de aire combustible.

Dicho dispositivo consta de dos escalas ajustables, una principal y otra diferencial, ésta última graduada con letras A a F y el valor de cada división depende del rango de presión de la escala principal.

Además para la interconexión eléctrica posee un block terminal (W, R y B), en donde la resistencia se incrementa a medida que el elemento móvil del potenciómetro se desplaza desde W hacia B Figura 1.19

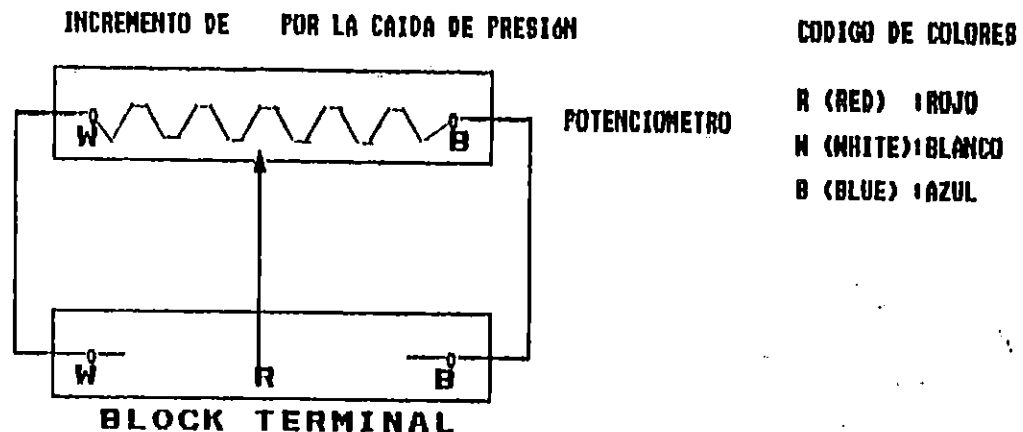


Figura 1.19 Representación simbólica del potenciómetro y del block terminal.

1.4 CONTROL PROGRAMADOR.

1.4.1 DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL PROGRAMADOR.

La secuencia de operación del quemador desde el arranque hasta el paro está gobernada por el control programador, quien es el centro del sistema de control que recibe y envía señales de los diferentes dispositivos de operación de la caldera. Por

lo general estos dispositivos trabajan con corriente alterna a 50 Hz y 60 Hz.

1.4.1.1 COMPONENTES DEL PROGRAMADOR.

Los componentes integrales más importantes de un programador electromecánico son los siguientes:

- a) Relevador principal (Relé master): Es el primero en recibir energía cuando todos los controles de límite y operación e interruptor de cierre automático están cerrados, permitiendo iniciar la secuencia de programación y dar energía al motor ventilador.
- b) Relevador de llama (Relé de flama): Recibe energía cuando el detector de flama (fotocelda) indica llama adecuada en el quemador.
Cuando existe falla de llama se desenergiza este relé y transfiere la energía al interruptor de seguridad.
- c) Interruptor de seguridad de llama de restablecimiento manual: Consiste en un interruptor bimetálico. Después de una falla de llama, falla de ignición o falla en que el relé de flama queda desenergizado durante el periodo de prueba de la programación, enclava para quitar la energía al relé master y apagar la caldera.

Para su restablecimiento es necesario esperar un periodo de enfriamiento, y será obligación del técnico investigar y

corregir la causa de esta interrupción antes de arrancar nuevamente la caldera.

- d) **Motor Cronométrico:** Actúa las levas para abrir y cerrar los contactos en un programador cronometrado no ajustable a fin de que se lleven a cabo todas las operaciones del quemador. El motor funcionará inmediatamente después de haber energizado el relé master.

Para la visualización de la posición del motor y el grado alcanzado en el ciclo de operación del quemador, el eje del motor lleva incorporado en su extremo un dial indicador.

En la mayoría de este tipo de programadores, el motor cronométrico desarrolla una velocidad de $1/3$ rpm aproximadamente, por lo que tardan 180 segundos (3 minutos) para dar una vuelta completa, esta puede variar de acuerdo al tipo de programador.

En la Figura 1.20 se muestran los componetes del programador electromecánico.

1.4.1.2 SECUENCIA BASICA DE PROGRAMACION.

La secuencia básica del programador es la siguiente:

10. **Prepurga:** Es el periodo de tiempo en que el motor ventilador produce un barrido de gases residuales existentes dentro de la tubería de fuego y chimenea de la caldera.

Este paso nos asegura evitar una explosión o incendio cuando arranque el quemador.

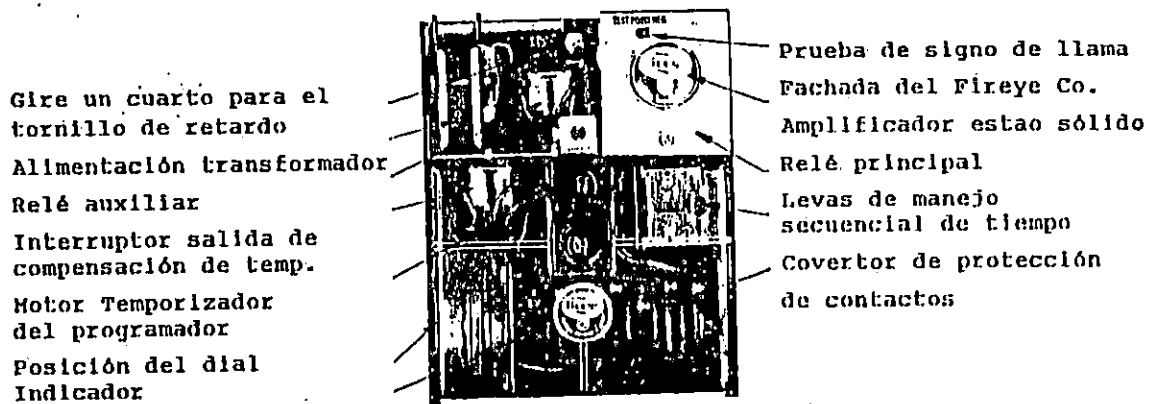


Figura 1.20 Componentes integrales del control programador electromecánico.

29. Encendido de llama piloto:

Inmediatamente después de haber finalizado la prepurga, es energizado el transformador de ignición y la válvula de gas propano o combustible para producir la llama piloto. Generalmente el tiempo establecido en este paso es de 10 segundos, aunque podría prolongarse hasta 30 segundos. En algunos casos se produce la ignición antes de encender la

llama piloto, a este se le denomina "Preignición".

39. Encendido de la llama principal:

Habiéndose formado la llama piloto en el paso anterior, la fotocelda la detecta y envía la señal al programador para que éste a su vez mande la señal eléctrica a la válvula principal de combustible permitiendo con ello encender la llama principal. Este período dura lo suficiente para que la llama principal se establezca y antes que corte la llama piloto.

El detector de llama mantendrá la llama principal durante todo el tiempo que la caldera permanezca funcionando.

40. Este período es establecido por el programador con el propósito de que el ventilador ilumine los productos de combustión, como el combustible no quemado después de apagado el quemador. Este período es llamado de post purga.

1.4.1.3 PARTES COMPLEMENTARIAS DEL CONTROL PROGRAMADOR.

El control programador deberá complementarse con dispositivos que le ayuden a desarrollar su función completamente automática y segura, tales como:

- a) Control de seguridad de llama (fotocelda)
- b) Amplificador.

AMPLIFICADOR.

El amplificador es un dispositivo electrónico de estado sólido que tiene tres funciones importantes:

- Amplificar la señal eléctrica que envía el detector de llama.
- Chequear continuamente el estado de todos los elementos del circuito propio.
- Enviar una señal eléctrica al relé de flama para que corte en caso de existir falla de llama, o de accionarlo cuando está en operación normal.

Existen tres tipos de amplificadores:

- Amplificador de rectificación (verde).
- Amplificador infrarrojo (rojo).
- Amplificador ultravioleta (violeta o azul).

Cada uno de estos tiene su aplicación específica de acuerdo al grado de sensibilidad requerida, de tal forma a cada uno le corresponde una fotocelda apropiada, como se muestra en la Tabla 1.4. (6)

AMPLIFICACION			FOTOCELDA	APLICACION
TIPO	CODIGO DE VALOR	TIEMP.RES POR FALLA DE LLAMA	TIPO	
Rectificación	Verde	2 a 4 Segs.	Rectificac. de varilla	Gas (amplificador autocheq. y no automático.)
			Rectificación	Aceite (amplificador no autoq.)
			Ultravioleta	Gas, aceite, carbón (amplificador autochequeable y no autocheq.)
Infra-rojo	Rojo	2 a 4 Segs	Infrarroja	Gas, aceite, carbón (amplificador) autochequeable y no autoch.
Ultra-violeta	Violeta	2 a 4 Segs.	Ultravioleta	Gas, aceite, carbón (amplificador) no autochequeable.
	Azul		Ultraviol. de sensibilidad ajustable.	Gas, aceite, carbón (amplificador) autochequeable.

Tabla 1.4 Aplicación de Amplificadores y y Fotoceldas.

1.4.2 CLASIFICACION Y TIPOS DE PROGRAMADORES.

La clasificación mas general que se puede señalar de los programadores obedece a los materiales de construcción y de sus componentes, aunque la secuencia de operación puede ser la misma para dos modelos de programadores, así en principio los

programadores estaban provistos de una leva la cual establecía la secuencia de tiempos de ejecución a través de contactos eléctricos que comandaban el arranque y parada de los dispositivos electromecánicos. Con el desarrollo de la electrónica estos dispositivos fueron sustituidos por dispositivos de estado sólido y tarjetas electrónicas las cuales efectúan igual trabajo con mayor exactitud y confiabilidad. Actualmente estos modelos han sido mejorados incorporando microprocesadores que son capaces de efectuar un TEST de funcionamiento de los componentes para garantizar una operación segura del equipo, además se encuentran provistos de un display que presenta un código de error cuando sucede una falla. De lo anterior podemos decir que los programadores se pueden dividir, según los elementos que lo conforman, en los siguientes:

- 1) PROGRAMADORES ELECTROMECHANICOS
- 2) PROGRAMADORES ELECTRONICOS
 - a) Electrónicos discretos
 - b) Electrónicos con microprocesador

1.4.2.1 TIPOS DE PROGRAMADORES

En la industria calderera existen gran cantidad de tipos y modelos de programadores, esto se debe a que puede construirse para una aplicación en particular un tipo de programador.

Puesto que resultaría imposible describir en el presente

trabajo todos los tipos de programadores existentes, se puede establecer en forma general que los programadores varían en tipos y formas constructivas de fabricante en fabricante, las más reconocidas en nuestro medio son los Honewell, Cleaver Brooks, Fireye, McGraw-Edinson, Weelco, York Shipley etc. Cada uno de estos fabricantes presenta sus propias series de programadores. Así por ejemplo para los programadores Fireye de la serie C, D, P, existen diferentes modelos dentro de la misma serie.

Estos modelos varían muy poco dentro de la misma serie, siendo las principales diferencias la disposición de los terminales del programador a la salida y la inclusión en algunos casos de dispositivos adicionales de control y de seguridad. Esto se cumple para todos los fabricantes de los equipos. Además es posible sustituir un modelo de programador por otro si se toman las consideraciones correctas. Las equivalencias entre programadores se detalla en la sección 1.4.3. Para el desarrollo del proyecto se utilizará un programador CB70, las características del mismo se detallan en el diseño mecánico del banco de pruebas (Capítulo 2).

1.4.3 EQUIVALENCIA ENTRE PROGRAMADORES

Actualmente los programadores tipo leva son muy poco usados, como se dijo anteriormente, el desarrollo de la

electrónica ha dado origen a una nueva etapa en los sistemas de control en las calderas. Por lo anterior ha sido necesario sustituir los primeros modelos de programadores por los actuales que presentan mayor grado de confiabilidad, de esto podemos decir que es posible sustituir un modelo de levas a un modelo electrónico aun si son de diferentes fabricantes, esto es posible ya que la secuencia de pasos es invariable para los diferentes tipos de programadores. Es necesario aclarar que no existe una equivalencia exacta entre un modelo antiguo y cualquier programador moderno, es necesario que el ingeniero de planta efectúe un estudio minucioso de las condiciones de funcionamiento del equipo para poder seleccionar el programador adecuado.

En el anexo 1 se presenta una serie de tablas que determinan las equivalencias entre diferentes tipos de programadores de algunas series particulares. A continuación de las tablas, se dan ejemplos de la utilización de las mismas, en ella se dan indicaciones que son necesarias para efectuar el alambrado en el montaje del nuevo programador, estas indicaciones se encuentran indicadas por un número encerrado en un triángulo.

El número de la serie del programador, a la izquierda de las tablas, representa el modelo que se desea sustituir, y el de la derecha el modelo equivalente.

CAPITULO II

BANCO DE PRUEBAS.

Llamaremos banco de pruebas al conjunto de elementos involucrados en el diseño para las pruebas de simulación; así podemos decir que dicho banco se encuentra formado por tres paneles principales llamados:

- Panel del control programador
- Panel de medición
- Panel simulador

Además un pequeño panel en el cual se encuentra instalada la fotocelda que servirá para poder simular las señales correspondientes de llama, al cual llamaremos panel simulador de llama.

Los diferentes paneles se encuentran instalados en la parte frontal superior de una mesa, en la cual se a dispuesto una pared de plywood sujeta a una estructura de tubo industrial de una pulgada a través de remaches y forrado con fórmica para mejor presentación. Este banco además cuenta con dos gavetas que servirán para poder almacenar material didáctico referente al banco y a la herramienta, así como algún equipo que fuere necesario para el desarrollo de las pruebas.

El banco de pruebas tiene como objetivo poder simular los diferentes elementos o señales que son controladas por medio del

control programador, para realizar las pruebas necesarias de simulación y así poder verificar el buen o mal funcionamiento del control programador.

Este banco se ha diseñado además para realizar pruebas de simulación a una gama o serie de modelos diferentes de programadores, más sin embargo cabe mencionar que se trabajará con un modelo de la Cleaver Brooks CB70, en las pruebas preliminares.

2.1 COMPONENTES.



Después de haber descrito en forma general el banco de pruebas, podemos decir que dicho banco consta de diferentes componentes como son los paneles que en él se encuentran instalados, los cuales a su vez poseen elementos que servirán para el desarrollo de las pruebas de simulación, así podemos decir que:

- El panel del control programador posee instalado en su interior la base en la cual se encuentra sujeto el control programador, así como también las diferentes conexiones eléctricas por medio de conductores previamente identificados, borneras para su fácil conexión.

Este panel además cuenta con una puerta transparente con chapa incorporada para una mejor seguridad, esta puerta se encuentra al frente del panel y en la parte de atrás se

encuentra instalada una tapadera que sirve para facilitar las conexiones. (Ver plano 3/18 del anexo 3).

- El panel de medición, está puesto por instrumentos de medición en forma independiente para poder efectuar mediciones simultáneas de: Voltaje, amperaje, milivoltaje, miliamperaje y tiempo (a través de un cronómetro insertado en el mismo panel). Para las mediciones de milivoltios y miliamperios se han empleado multitester, los cuales en un momento determinado pueden ser utilizados para efectuar cualquier otra medición que se encuentre incluida en dicho instrumento. En este mismo panel se encuentra situada la señal auditiva que será a través de un timbre.

Todos estos elementos se encuentran instalados e interconectados con los otros paneles obtener mediciones directa y en forma simultánea, este panel se muestra con mayor detalle en el plano 4/18 del anexos 3.

- En el panel simulador, se encuentran ubicados los diferentes elementos que servirán para efectuar todas las pruebas, mediante interruptores de dos posiciones y pilotos indicadores de las diferentes señales que se estuvieran simulando; en este mismo panel se encuentran ubicadas las conexiones eléctricas por medio de cables y borneras para su fácil conexión e identificación; cabe recordar que es en este panel donde entran y salen las diferentes conexiones tanto del

panel del control programador así como también del panel de mediciones y el panel simulador de llama. En este mismo panel se han dispuesto pilotos auxiliares que podrán ser utilizados para efectuar otro tipo de prueba.

- Panel simulador de llama, en este panel se encuentran instalados los siguientes componentes:

- Una fotocelda
- Un interruptor principal
- Un foco
- Conexiones eléctricas.

Este panel será el encargado de emitir la señal de presencia de llama o la no presencia de ésta, a los diferentes elementos involucrados en el banco de pruebas.

2.2 FUNCIONAMIENTO.

El funcionamiento del banco de pruebas está basado en el principio de simulación, el cual consiste en la semejanza de señales, así podemos decir que los elementos que operan mediante mecanismos en forma mecánica para ejecutar una determinada función, pueden ser sustituidos mediante un interruptor o mediante pulsos eléctricos, como ejemplo podemos mencionar el

flotador de una caldera cuya función principal es controlar el bajo nivel de agua como el nivel máximo para lograr de esta manera enviar una señal; así esta misma señal puede ser gobernada por medio de un interruptor eléctrico simulando de esta forma dicha señal.

De esta manera podemos decir que el principio básico de funcionamiento del banco de pruebas está basado en interruptores eléctricos los cuales, mediante arreglos especiales (conexiones eléctricas), serán los encargados de enviar una señal a un piloto indicador el cual nos dará una señal visual y además puede enviar señales a un timbre para transmitir una señal auditiva.

El banco de pruebas funciona con energía eléctrica a 110 voltios y 60 Hz (A.C.), la cual mantiene excitado el sistema eléctrico durante la operación de prueba. Para el funcionamiento es necesario contar con el principal elemento involucrado como lo es el control programador.

Debido a lo delicado que representa el manejo de los diferentes programadores por su costo y sensibilidad se a diseñado el sistema eléctrico con sus protecciones, cabe recordar que antes de proceder al manejo del equipo instalado en el banco de pruebas es necesario que la persona(s) que opere(n) el banco tenga(n) el suficiente conocimiento en la materia.

Es necesario conocer sobre los elementos de control de las calderas ya que es a estos que comanda el control programador,

o en su defecto la secuencia de operación del control programador ya que según las diferentes marcas y modelos suelen diferir en sus conexiones, y tiempos utilizados en el proceso de verificación.

Después de haber mencionado estos detalles podemos decir que el primer paso para poner a prueba el banco es verificar que este se encuentre desconectado, luego se procede a instalar el control programador que se desee probar, asegurándose que su diagrama equivalente corresponda en el momento de su instalación, enseguida se procede a la verificación de los elementos de medición, así como a la verificación de los pilotos de prueba mediante un "interruptor verificador de señales visuales", como también es necesario la verificación auditiva, es conveniente chequear el panel simulador de llama; después de haber efectuado una verificación paso a paso se procede a las pruebas, energizando el sistema y la verificación del control programador se efectúa a través de la simulación.

2.3 DISEÑO MECÁNICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

El diseño mecánico comprende aspectos del banco de pruebas, en el cual se han considerado aspectos de funcionabilidad, estudio de movimiento, presentación y costos. En base a estos aspectos de diseño tanto de la estructura, como también de los diferentes paneles involucrados, así como su acabado.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METALICA.

En este diseño se consideró utilizar tubo industrial de una pulgada, considerando aspectos de costo, presentación y facilidad. En este diseño se procede a la fabricación de la estructura por medio de partes para después ser unidas mediante soldadura eléctrica, entre las piezas que se proceden a construir según su diseño son, tramos rectos, marco, tramo en forma de "L" y "U", estos últimos son formados con escuadra cortadas a 45° para luego formar un ángulo de 90°. Este diseño se encuentra con mayor detalle en el plano 1/18 del anexo 3.

DISEÑO DE PIEZAS DE PLYWOOD Y FORMICA.

Se ha considerado el forrado de la estructura metálica en el diseño mecánico, porque pasa a formar parte del banco, el plywood utilizado es de tres octavos y todos sus tramos han sido cortado y ajustados con herramienta de carpintería al igual que la fórmica. Los detalles de los cortes y herramienta empleada se dan con mejor información en plano 2/18 anexo 3 y en el proceso de fabricación respectivamente (apartado 2.7.3).

DISEÑO DEL PANEL DEL CONTROL PROGRAMADOR.

En este diseño se han considerado diferentes aspectos tales como las dimensiones del programador, la forma en que se encontrará sujetado y la disposición de las conexiones eléctricas.

Este panel está construido de lámina de hierro de un dieciséis, el cual a sido diseñado para poder instalar diferentes programadores, con ciertas limitaciones en las dimensiones. En el diseño se consideraron aspectos de mayor relevancia, en el montaje y desmontaje así como también las conexiones eléctricas que son de suma importancia.

Lo referente al proceso de fabricación se encuentra con mayor detalle en el apartado 2.7.3; así como el diseño se encuentra en el plano 3/18 del anexo 3.

DISEÑO DEL PANEL DE MEDICION.

Este diseño considera en su elaboración la limitación de espacio, ya que los diferentes instrumentos de medición se encontrarán instalados en el panel, motivo por el cual se seleccionó instrumentos de medición pequeños para su fácil montaje. Este panel, a diferencia del panel del control programador y el panel simulador no posee puerta transparente en el frente ya que es necesario poder efectuar mediciones y ésta provocaría problemas; pero en el frente posee acceso para facilitar su rápida conexión. Los criterios tomados en este diseño han sido previamente discutidos para facilitar su operación al momento de efectuar las pruebas. Los detalles del diseño mecánico se encuentran en el plano 4/18 del anexo 3 en el cual se presenta la ubicación de cada uno de los elementos de medición.

DISEÑO DEL PANEL SIMULADOR.

El panel simulador lo podemos considerar como la parte de mayor importancia, ya que es aquí donde se encuentran ubicados todos los elementos que estarán interactuando con los demás paneles. La disposición en que se encuentran ubicados los interruptores como los pilotos es de tal forma que nos presente una lógica de operación para facilitar su manejo, este panel al igual que los otros ha sido construido con lámina de hierro de un dieciséis para mejor consistencia.

Este panel a sido diseñado con una puerta transparente de seguridad en la parte del frente para visualizar los pilotos indicadores de señales. En el plano 5/18 del anexos 3 se muestra la disposición de este diseño.

DISEÑO DEL PANEL SIMULADOR DE LLAMA.

Este diseño fue seleccionado debido a la necesidad de simular de alguna forma el quemador de la caldera durante su operación. En este panel se encuentran involucrados los elementos necesarios para emitir la señal de presencia de llama como lo es la fotocelda y la luz y calor que excitan a esta misma para que pueda enviar la señal correspondiente. Este pequeño panel se encuentra en el plano 6/18 del anexo 3, en el se encuentra con mayor detalle el diseño como sus especificaciones.

2.4 DISEÑO ELECTRICO DEL BANCO DE PRUEBAS.

En el desarrollo del proyecto, el diseño eléctrico del panel, constituye uno de los aspectos más importantes, ya que precisamente todo el chequeo y análisis de cualquier programador, su respuesta a diferentes condiciones de funcionamiento y estado, dependen de su interconexión con el elemento de prueba. En el presente apartado se genera todo el proyecto eléctrico del panel de prueba, desde la simbología eléctrica usada hasta los diagramas de conexión para diferentes programadores e interconexiones.

2.4.1 NORMALIZACION.

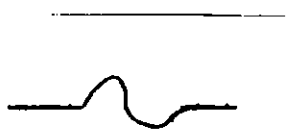
2.4.1.1 SIMBOLOGIA ELECTRICA.



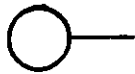
Fotocelda



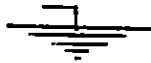
Piloto Indicador



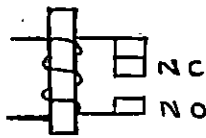
Fusible



Terminal del Panel principal



Terminal de tierra



Relés auxiliares



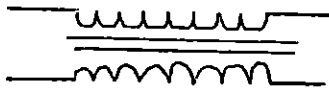
Interruptor de seguridad



Interruptor Principal



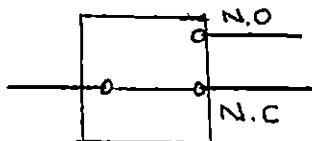
Alarma



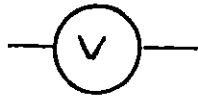
Transformador



Interruptor auxiliar



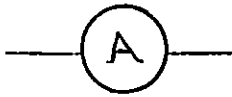
Interruptor de prueba



Voltmetro



Milivoltmetro



Amperimetro



Miliamperimetro



Cronómetro

2.4.1.2 NOMENCLATURA.

AFF	:	Alarma por falla de flama o bajo nivel de agua.
CRFB	:	Control de retención de fuego bajo.
IA	:	Interruptor de arranque.
IQ	:	Interruptor del quemador.
ILO	:	Interruptor de límite de operación.
ILS	:	Interruptor de límite de seguridad.
X1	:	Bornera circuito principal.
X2	:	Bornera común o neutro.

X3	:	Bornera para prueba de luces.
X4	:	Bornera para señalización de falla.
X2A	:	Bornera común sistema señalización de falla.
R	:	Relé auxiliar.
AFB	:	Arranque fuego bajo.
AE	:	Enlace para el arranque.
TI	:	Transformador para sistema de falla.
INT	:	Temporizador 555.
Qo	:	Interruptor de seguridad.
VP	:	Válvula piloto a gas.
LP	:	Luz piloto del circuito principal.
VC	:	Válvula combustible.
LPA	:	Luz piloto del circuito secundario.
IP	:	Interruptor principal.
IFA	:	Interruptor de flujo de aire.
IPFA	:	Interruptor de purga fuego alto.
EP	:	Preignición enlace.

2.4.2 DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE CONTROL E INTERCONEXIONES.

En el capítulo anterior (sección 1.3) fueron descritos en forma general los diferentes dispositivos de control y la función que desempeñan en la caldera para mantener un funcionamiento continuo y confiable bajo cualquier condición de carga.

En esta etapa del proyecto se describirán los elementos que corresponden al equipo cuyo programador será verificado, su interconexión y su función específica dentro de la caldera, visualizando principalmente que se dispone de un programador Cleaver Brooks de la Serie CB70 que se encuentra instalado en una caldera Cleaver Brooks C-100-80 de 80 BHP a una presión de operación de 150 Psig, que será aceptada en el proyecto para la etapa de operación correcta , considerando que las fallas que se producirán son ocasionadas por defectos mecánicos, que serán simuladas en el panel de pruebas pero no por desperfectos en el programador. Para la etapa de verificación se usará otro modelo de programador.

2.4.2.1 SISTEMA ELECTRICO PRINCIPAL.

Generalmente la mayoría de las calderas tienen incorporadas las siguientes cargas eléctricas:

- Motor ventilador.
- Motor para la bomba de agua.
- Motor para la bomba de combustible.
- Motor para el compresor de aire.
- Calentador eléctrico de combustible (para aceite NQ 6).
- Circuito de control.

El sistema eléctrico recomendado para las cargas antes mencionadas se muestran en la figura 2.1, el cual consta de:

- a) Tres interruptores de fusibles.
- b) Tres arrancadores.
 - Un arrancador magnético para el motor, ventilador y compresor.
 - Un arrancador magnético para el motor de la bomba de agua.
 - Un arrancador manual para el motor de la bomba de combustible.
- c) Un transformador monofásico para el circuito de control de 220 a 110 voltios en 50 watts para protección del control programador.

Si se utiliza aceite Nº 6 es necesario usar un relé magnético para el calentador eléctrico.

2.4.2.2 SISTEMA ELECTRICO DE CONTROL.

El término control cubre los controles eléctricos y los dispositivos monitoreados por el control programador. La secuencia de operación de arranque hasta el paro es gobernado por el programador junto con la operación de dispositivos de operación al límite.

Podemos decir que los principales sistemas de control instalados en una caldera son:

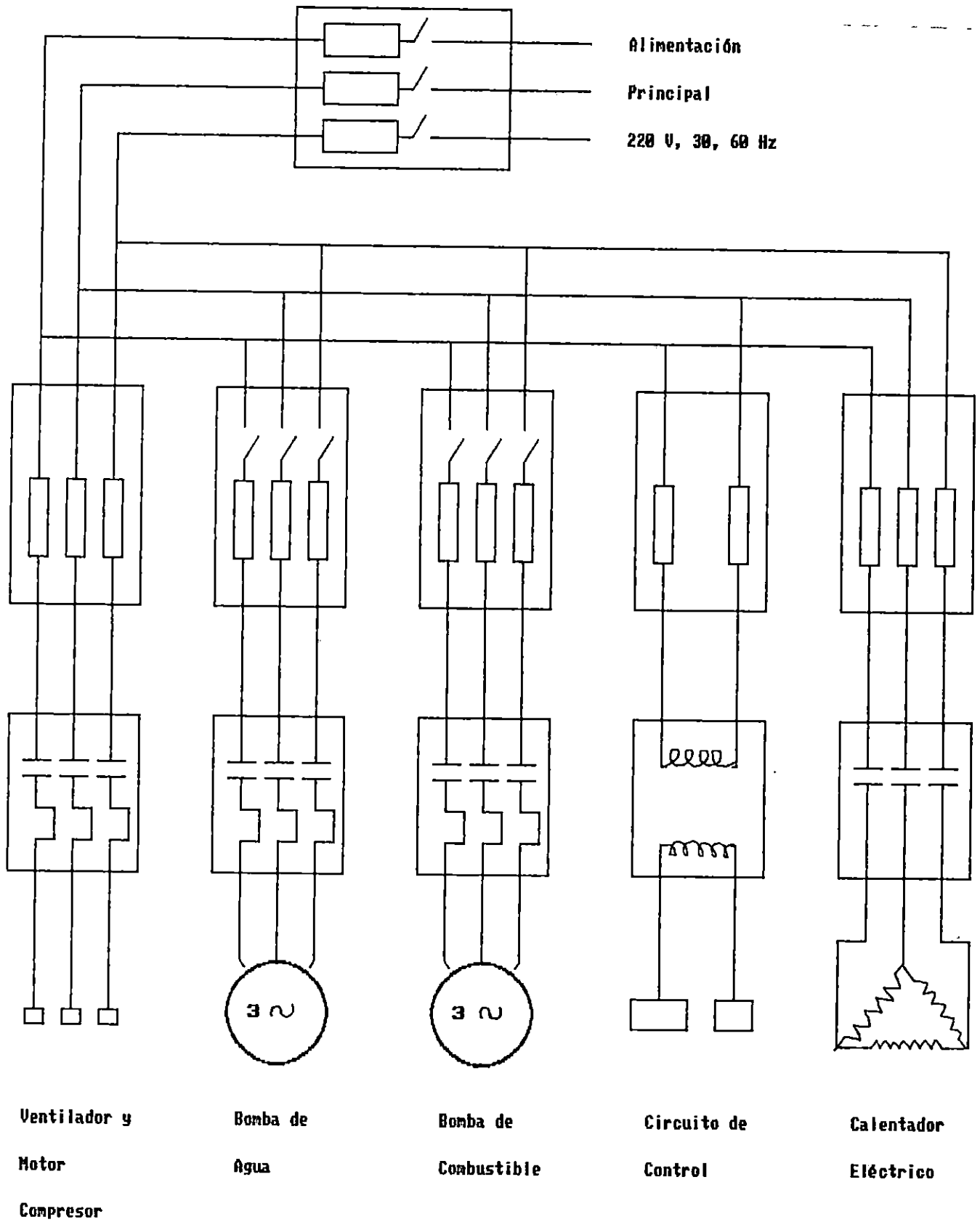


Fig.2.1: Diagrama típico de alimentación de energía a la caldera

- a) Control de presión de vapor.
- b) Control de nivel de agua.
- c) Control programador.
- d) Control de presión de aire y gas.
- e) Interruptor de interconexión y manuales.

2.4.2.3 INTERCONEXION ENTRE CONTROLES.

Cada uno de los controles descritos anteriormente tiene una función específica que cumplir dentro del funcionamiento de la caldera, de manera que existe una interconexión entre los distintos sistemas que garantiza la operación segura de la caldera, además de mantener el rango de operación establecido en el diseño del equipo.

Para tener una idea más clara de la interconexión entre los dispositivos de control y los monitoreados, se presenta en la figura 2.2 un diagrama de bloques para dicha interrelación.

Y en la tabla 2.1 se detallan los componentes de los diferentes sistemas de control eléctrico típico en calderas.

2.4.3 DIAGRAMA ELECTRICO DEL SISTEMA DE CONTROL.

Debido que esta sección esta dirigida a presentar un diseño que permita probar todo un sistema de generación de vapor a

través del elemento principal de prueba (programador de la caldera), el cual actúa como elemento receptor y emisor de señales eléctricas que controlan los sistemas que gobiernan la operación de la caldera y para comprender el funcionamiento del banco de pruebas, de manera que cualquier estudiante que tenga los conocimientos básicos sobre calderas de vapor y sistemas eléctricos, pueda usar el banco para comprobar el funcionamiento de cualquier programador, se deberá contar principalmente con la información técnica del programador que se desea chequear y comprender correctamente la secuencia de pasos lógicos que realiza el programador en el ciclo de pruebas y mandos.

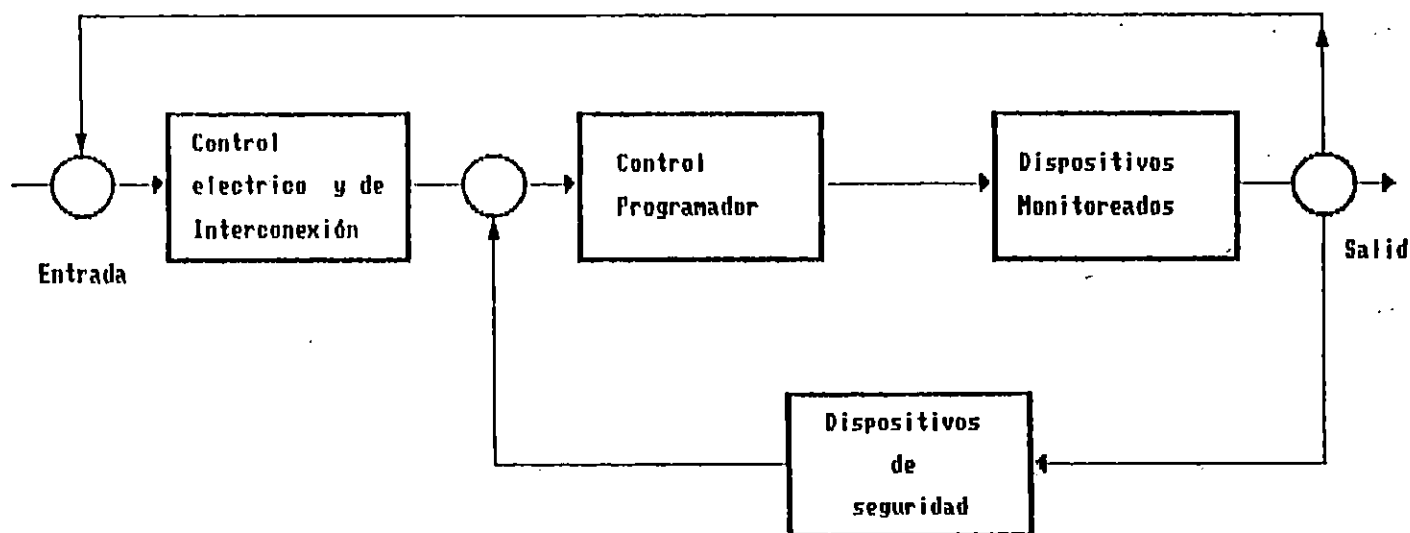


Figura 2.2 : Diagrama de bloque de interconexión del control eléctrico general en una caldera.

CONTROLES ELECTRICOS	CONTROL PROGRAMADOR	DISPOSITIVOS MONITORIADOS	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD ELECTRICOS
Controles de presión de vapor	Programador	Motor ventilador	Fotocelda
Controles de nivel de agua	Amplificador	Motor del compresor de aire	Control nivel mínimo de agua
Controles de temperatura	Motor cronométrico	Motor Modulador	
Controles de presión de aire	Relé Master	Motor bomba de combustible	Control de presión límite máximo.
Controles de presión de gas propano			
Interruptores de interconexión y manuales	Relé de Flama	Motor bomba de agua	
Luces indicadoras	Interruptor de seguridad de flama y restablecimiento Transformador externo sub-base	Transformador de ignición. Calentador eléctrico Válvulas solenoides Alarmas	

Tabla 2.1 : Componentes del sistema de control eléctrico

Como no se puede generalizar un procedimiento standard para cualquier programador ya que cada fabricante es particular en su diseño, se hace necesario tomar un modelo que pueda servir como guía para probar otros tipos de programadores.

En la sección 2.6.1 se describe el programador que será usado como prueba (CB70), tanto la secuencia de tiempos, funcionamiento y señales de falla monitoreadas por el procesador interno (figura 2.3) del cual se encuentra provisto, este apartado es de vital importancia para entender el diagrama de montaje y para simulación de fallas y representación.

En esta sección se pretende dar una explicación de todo el montaje eléctrico del banco de pruebas a través de la explicación de los diagramas por sistema con los que cuenta el banco de pruebas, sin embargo el montaje general del sistema eléctrico se presenta en el plano 15/18.

2.4.4 CONEXION DEL PROGRAMADOR CON EL PANEL DE PRUEBA.

Esta sección comprende básicamente la interconexión del programador que se desea chequear con el Banco de Pruebas.

En el diagrama 10/18 se presenta la conexión del programador CB70 que será tomado como modelo en las pruebas, este diagrama puede variar de acuerdo al tipo de programador que se desee chequear su funcionamiento, de este diagrama se puede

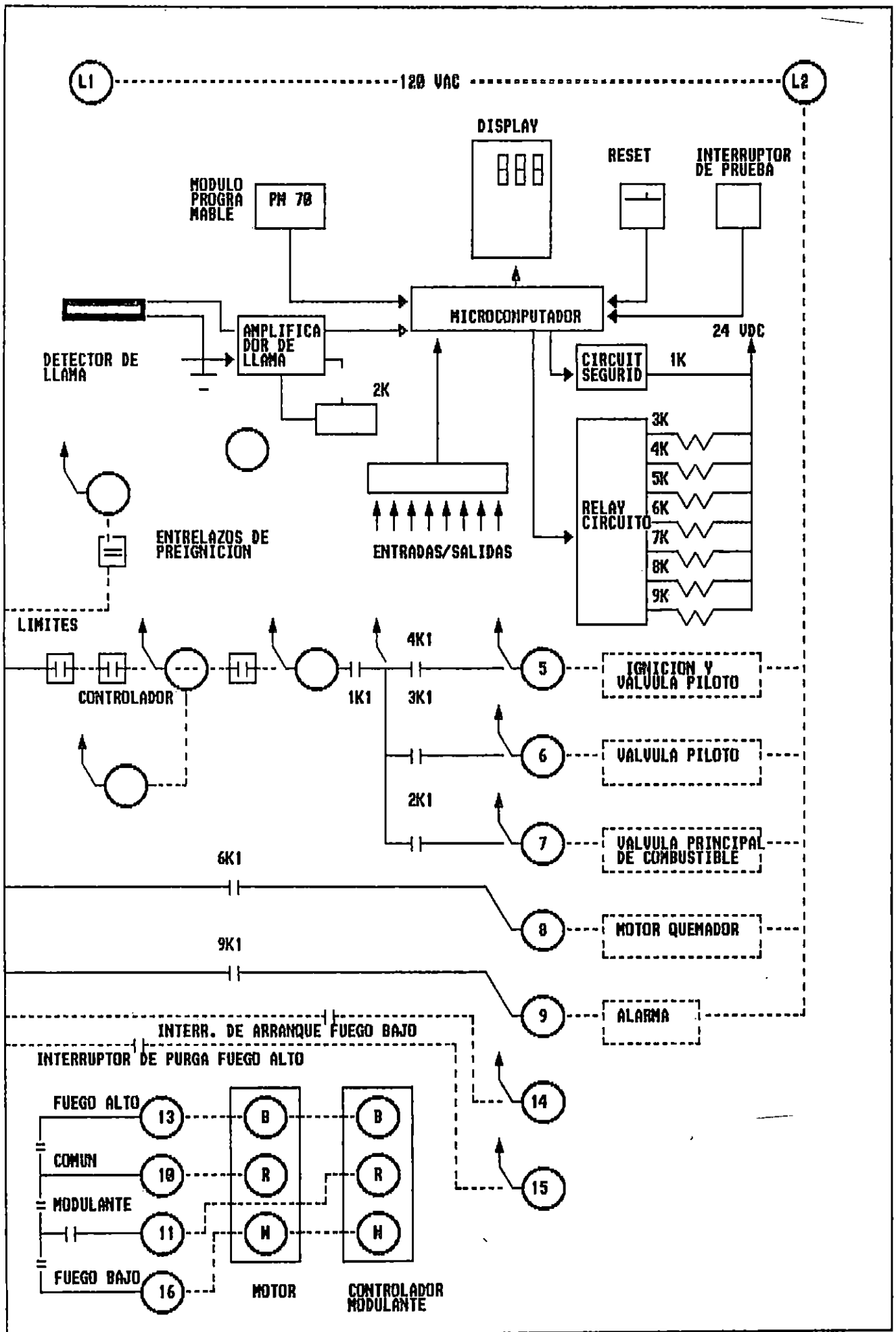


FIG. 2.3 Diagrama de bloques simplificado interno del CB78

comportamiento del programador cuando se genere una falla o también es posible verificar la secuencia de falla en el programador. En el diagrama se puede observar que los elementos principales de control se encuentran conectados a los Entrelazados y a los interruptores de límite los que provocan un estado de paro (STANDBY) cuando alguno de estos elementos se interrumpe o cuando la falla se origina en el programador. El instructivo de operación se presenta una tabla de la respuesta del programador cuando se presente una falla provocada en el panel de prueba.

Este diagrama es muy importante porque sirve como guía para el montaje de otros modelos de programadores, variando únicamente la conexión del terminal del programador en prueba a la bornera X1.

2.4.5 DIAGRAMA UNIFILAR DEL BANCO DE PRUEBAS.

En el diagrama E2 se presenta el diagrama unifilar del banco, en el que se da una idea clara de las conexiones eléctricas en una forma general, se detallan también los terminales eléctricos del circuito que serán identificados en cada una de las borneras que componen el banco de prueba, así como el calibre del alambre a usar y el color que se ha elegido para la interconexión de cada elemento.

2.4.6 CIRCUITO ELECTRICO PRINCIPAL DEL BANCO DE PRUEBAS.

El circuito principal del banco de pruebas lo forman los elementos que tienen conexión directa con el programador; lo constituyen los siguientes elementos:

- a) Pilotos principales : Son doce en total y cada uno representa un elemento que se desea chequear o con el que se puede provocar una falla.
- b) Interruptores de prueba: Corresponde cada uno a un piloto principal, son de dos vías con los que se energizan los pilotos auxiliares.
- c) Bornera X1 : En ella se efectúan las conexiones del programador al panel de pruebas.
- d) Bornera X2 : El es común de todo el circuito eléctrico.

Este circuito se observa en el plano 8/18.

2.4.7 CIRCUITO ELECTRICO AUXILIAR PARA PRUEBA DE LUCES.

Este circuito se ha diseñado pensando en que es necesario estar completamente seguro que todos los indicadores, así como la respuesta lógica del banco de pruebas, será correcta al momento de ejecutar las pruebas, consta de:

- a) Interruptor para dar paro de energía a los pilotos principales cuando se efectúe la prueba.
- b) Un pulsador para energizar los pilotos principales.
- c) Una bornera denominada X3 cortocircuitada para dar paso de energía al momento de activar el pulsador o el interruptor auxiliar.
- e) Un diodo para evitar algún problema de cortocircuito.

El pulsador se usa para la prueba de luces de los pilotos principales, el interruptor auxiliar se usa en complemento con los pilotos auxiliares para la prueba de dichos pilotos. Este circuito se observa con detalle en el plano 12/18.

2.4.8 CIRCUITO ELECTRICO AUXILIAR PARA VERIFICACION DE FALLAS.

Este circuito forma parte del sistema visual, puede observarse completamente en el plano 12/18, consta de los siguientes elementos:

- a) Un transformador reductor de 120 VAC a 12 VAC para el circuito de bajo voltaje.
- b) Un banco rectificador para transformar a corriente directa los 12 voltios AC del secundario del transformador, este circuito se muestra en el diagrama plano 14/18.

Estos dos circuitos trabajan en conjunción con el único objeto de generar una señal pulsante con una intensidad de 12 voltios de corriente continua que activará un piloto auxiliar de menor tamaño que el principal. Este piloto funciona bajo el principio, que cuando se genere una falla, se active y señalice la falla en dicho elemento que es representado por el piloto principal.

2.4.9 CIRCUITO ELECTRICO PARA EL SISTEMA DE DETECCION DE LLAMA.

En el plano 13/18 se muestra este circuito, con este elemento se ha pretendido simular el quemador de la caldera y más en particular la señal de llama que se genera en la fotocelda consta de:

- a) Un bombillo eléctrico.
- b) Una fotocelda tipo infrarrojo.
- c) Un interruptor para simular falla de llama.

Este bombillo se encuentra activado en todo el período de asignación de llama durante la prueba.

2.4.10 CIRCUITO ELECTRICO GENERAL DEL BANCO DE PRUEBAS.

Este circuito corresponde al montaje general del sistema eléctrico de todo el banco de pruebas, lo constituyen el complemento de todos los sistemas descritos anteriormente y se muestra en forma general en el plano 15/18.

2.5 ELEMENTOS AUXILIARES.

Actualmente, las diferentes calderas poseen un funcionamiento automático, para lo cual requieren diferentes dispositivos de control que verifiquen las condiciones de operación de la misma; a su vez se auxilian de diferentes dispositivos para que resulte más fácil de determinar las fallas cuando se presenten. A continuación se describen los diferentes sistemas auxiliares que constituyen el banco de pruebas.

2.5.1 SISTEMA DE SENALIZACION AUDITIVA.

Las calderas que cuentan con un sistema de control, siempre disponen de un sistema auditivo, para anunciar cualquier falla que ocurra en la caldera, que entra a funcionar siempre que ocurre alguna falla en la caldera; y de esta forma contribuye a la detección de cualquier anomalía que se presente en la misma.

De igual forma, que en una caldera, se realizará en el banco de pruebas, donde se ha incluido una alarma que se activará cuando se de o se simule una falla en el programador.

2.5.2 SISTEMA DE SENALIZACION VISUAL.

Además del sistema auditivo, que sirve para anunciar o dar a conocer cuando se presenta una falla, también se cuenta con un sistema visual, que se activa de acuerdo a la secuencia de operación del control programador; de manera que cuando todas las condiciones de operación se encuentran en el rango normal, los led o luces indicadoras se mantendrán encendidas, mientras un determinado control, comandado por el programador, detecte cualquier anomalía, la secuencia de programación se detendrá y el led correspondiente se quedará encendido en forma intermitente; y cuando el banco de pruebas se encuentre desenergizado las luces indicadoras se mantendrán apagadas.

De modo que con el sistema visual podemos darnos cuenta con exactitud cual es la falla que el programador ha detectado; ya que basta con visualizar, en el tablero o en el panel de prueba, la luz que se ha encendido en forma intermitente y decir con certeza la falla ocurrida.

2.5.3 CARACTERISTICAS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS AUXILIARES.

En el banco de pruebas, que es un simulador para la verificación de programadores de calderas, se cuenta con cuatro paneles, los cuales son:

- 1) Panel de montaje.
- 2) Panel de medición.
- 3) Panel de pruebas.
- 4) Panel simulador de llama.

PANEL DE MONTAJE.

Como su nombre lo indica, este panel, únicamente sirve para el montaje del programador al cual se requiera verificar el estado en que se encuentra.

PANEL DE MEDICION.

En este se encuentran algunos elementos auxiliares que sirven para obtener los valores correspondientes de ciertas variables, durante el proceso de prueba, y que son necesarias para diagnosticar las condiciones del programador al cual se esté verificando su funcionamiento.

Entre los elementos que forman parte del panel de medición se pueden mencionar:

- a) Voltímetro : El cual sirve para determinar el voltaje, en la línea de alimentación durante la realización de las pruebas.
- b) Amperímetro: La función de este es medir la corriente que se esté consumiendo, durante las pruebas, por el circuito del panel simulador.
- c) Milivoltímetro : Este elemento nos proporciona un valor muy importante como es el voltaje que se esté generando en la fotocelda durante el proceso de verificación de la llama.
- d) Miliamperímetro: El miliamperímetro es utilizado para obtener el consumo de corriente existente en el detector de llama (fotocelda) durante las pruebas del programador.

- e) **Cronómetro :** Este elemento es muy importante ya que nos proporciona o podemos determinar los tiempos transcurridos durante la secuencia de operación del programador, y de esta manera compararlos con los tiempos ya establecidos para el correspondiente programador.

PANEL DE PRUEBAS.

En el panel de pruebas se encuentran distintos elementos con los cuales se logra simular ciertas funciones de algunos componentes de una caldera real, logrando con ello verificar el funcionamiento del programador que se halla seleccionado para realizar la prueba. Además, con la combinación de los elementos que conforman el panel de prueba o simulador, se puede realizar simulaciones de fallas o interrupciones en la señal del programador y verificar la operación que efectúe el programador, ante tal situación.

El panel de prueba está compuesto de diferentes elementos auxiliares como se describen a continuación:

- a) **Interruptor principal.**

El interruptor principal es el que sirve para energizar o desenergizar todo el circuito del panel

simulador, es decir que da o interrumpe la alimentación al sistema.

- b) **Alarma :** La alarma es el elemento auxiliar que nos indica cuando ocurre o se ha simulado una falla, por lo cual el programador detiene la secuencia de operación.

- c) **Pilotos:** Los led o luces indicadoras que se encuentran en el panel de pruebas sirven para indicar la secuencia que sigue el programador; de manera que se encenderán siempre que se esté verificando o entre a funcionar el correspondiente elemento que controla el programador. Estos pilotos se mantendrán apagados cuando se desenergice el sistema; y quedarán encendidos en forma intermitente cuando ocurra una falla o ésta sea simulada.

- e) **Interruptores:** Los interruptores son los elementos que sirven para simular cualquier falla que se desee, es decir que se interrumpa la señal en el programador.

PANEL SIMULADOR DE LLAMA.

Este panel es utilizado para simular la señal de llama que es necesaria para que se lleve a cabo la secuencia de operación del control programador. Los elementos que lo forman son los siguientes:

- a) **Fotocelda:** La fotocelda es el elemento encargado de detectar la señal de llama en el quemador de una caldera; de manera que determina si la intensidad de luz como de calor son las adecuadas para que se continúe el ciclo de programación o la secuencia de operación del programador.

- b) **Bombillo :** El bombillo será utilizado para generar tanto luz como el calor necesario para que la fotocelda envíe una señal de la existencia de llama, ya que éste se encontrará en una cámara cerrada, lo que contribuirá a lograrlo; de este modo se estará sustituyendo la función que realiza el quemador dentro del funcionamiento de una caldera.

2.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CONTROL DEL BANCO DE PRUEBAS.

Como ya se dijo anteriormente el programador que será usado para la simulación de fallas que no sean originadas por el programador es decir, por desperfectos mecánicos es un CB70, aunque este no es parte integral del banco de pruebas es necesario describirlo totalmente para entender su secuencia de operación y su reacción ante las fallas que serán provocadas en el panel de prueba.

2.6.1 EL PROGRAMADOR.

DESCRIPCION.

El CB70 es un microcomputador basado en circuitos integrados para el control de sistemas de gas, aceite o una combinación de aplicaciones.

Su principal control y elemento lógico es un microprocesador de alta resolución, incluye una secuencia automática de quemado, supervisión de la llama, indicación de estado de operación, autodiagnóstico, etc.

Posee un chasis universal (877-1986 estándar y el 873-2163) con sus bases alambradas con la secuencia de quemado y circuitos entrelazados determinados por el PM70 (Módulo Programable) con un amplificador infrarrojo para el sistema de detección de llama.

6.6.1.1 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.

Voltaje y frecuencia: 120 VAC (± 10), 60 Hz.

Consumo de energía eléctrica: 25 Watt máx. (sin cargas conectadas a los terminales de salida).

Carga máxima total conectada: 1800 Voltios-Amperios.

2.6.1.2 CONEXION ELECTRICA AL PROGRAMADOR.

TERMINAL	CARGA CONECTADA
L1	Alimentación
L2	Común
L1-4	Límites y controladores
L1-3	Entrelazado para la preignición
4-12	Entrelazados
L1-14	Entrelazado fuego bajo
L1-15	Entrelazado fuego alto
18-4	Prepurga
F	Fotocelda
GND	Polo tierra
5	Interrupción piloto ignición 10 seg.
6	Interrupción piloto ignición 15 seg.
7	Válvula principal Diesel
8	Motor soplador
9	Alarma
10	Control de compuerta (común)
11	Control de compuerta (modulante)
13	Control de compuerta (fuego alto)
16	Control de compuerta (fuego bajo)
17	Sensor

Tabla 2.2. Carga conectada al control programador CB70.

6.6.1.3 SECUENCIA DE OPERACION.

- a) Prepurga: Provee 30 segundos de fuego alto.
- b) Período de estabilización de llama piloto: 10 segundos.
- c) Período de estabilización de llama del quemador: 10 a 15 segundos.
- d) Postpurga: 15 segundos.
- e) Período de respuesta de falla de llama 2 a 4 segundos.

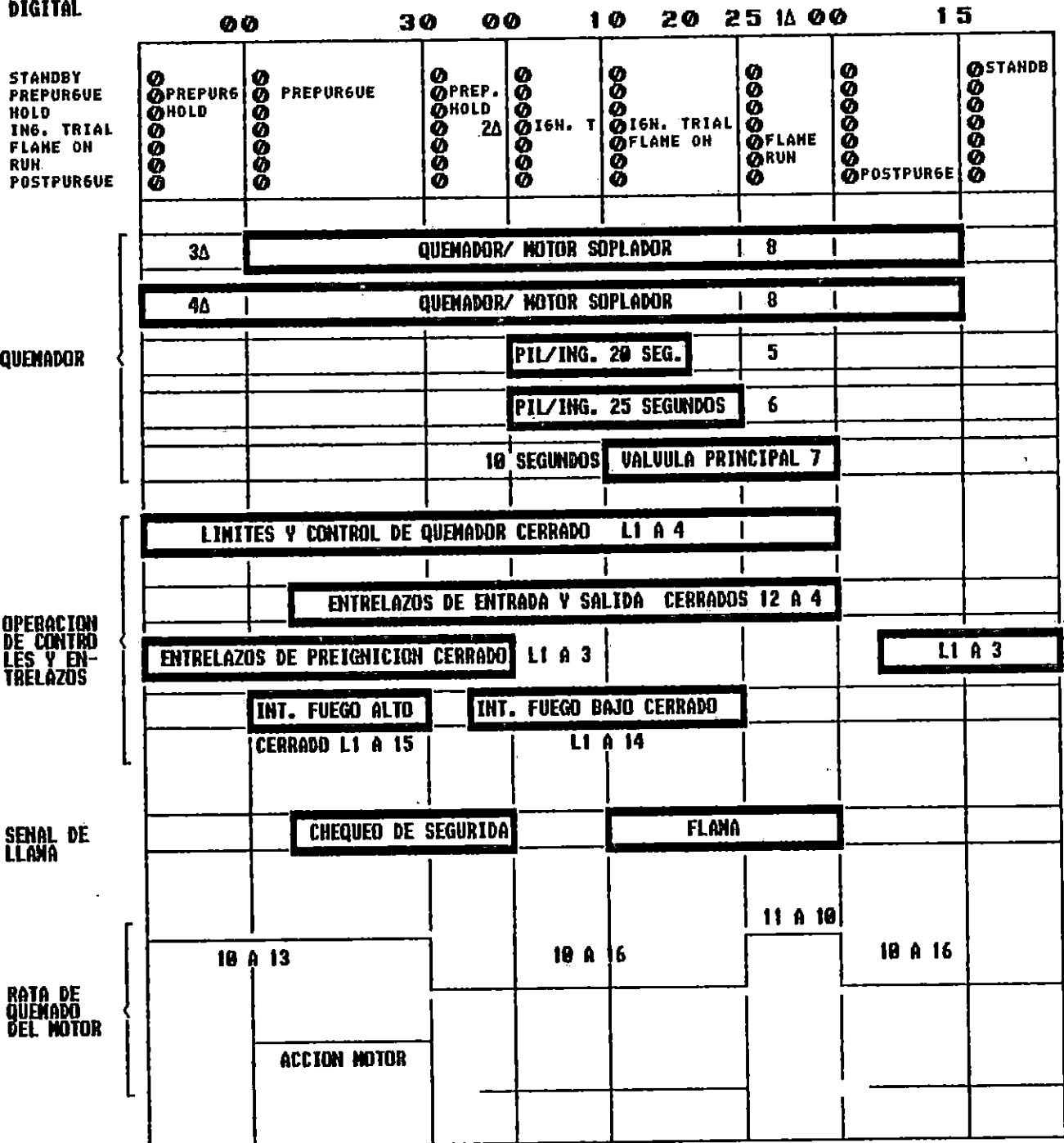
En la figura 2.4 se muestra la secuencia de tiempos para el programador CB70. A continuación se describen los procesos:

STANDBAY.

El control del quemador computarizado del CB70 está listo, para iniciar la secuencia de operación, cuando los controladores del quemador se cierran. Todos los otros controles, límites, y los entrelazos están en el estado correcto de operación. Los rangos de secuencia de la luz del standby está encendido y los anunciadores de múltiples funciones despliegan la pantalla en blanco.

PANTALLA DIGITAL

CB70 / PM70



NOTAS IMPORTANTES

- 1A LA PANTALLA ESTA BLANCA DURANTE EL PERIODO DE ARRANQUE. EL SISTEMA PERMANECE EN OPERACION MIENTRAS LOS CONTACTOS DEL CONTROL DEL QUEMADOR ESTAN CERRADOS.
- 2A TAN PRONTO COMO EL INTERRUPTOR DE FUEGO BAJO ESTA CERRADO EL PILOTO HOLD SE APAGA. LA SEÑAL DE IGNICION DESPUES DE 5 SEGUNDOS DE ATRASO
- 3A ENERGIA ECEPTUANDO LA PURGA- PUENTE DE 4 A 10
- 4A CON ENERGIA INCLUYENDO LA PURGA

Fig. 2.4 Secuencia de tiempos para programador Cleaver Brook CB70

PUESTA EN MARCHA NORMAL.

- 1- Con la energía aplicado (los límites, los controladores los entrelazados de preencendido cerrados, y ninguna señal de la llama presente) el motor modulador de los disparos se dirige al fuego alto. El anunciador de múltiples funciones despliega o muestra "00", los rangos o el estado de luz del auxiliar se apaga y la prepurga y los rangos de la luz del sostenimiento (Hold) se enciende. ^{1/}

Tan pronto como el fuego alto depura el cierre del interruptor, el motor ventilador (terminal 8) llega a estar activado. El motor ventilador es activado al mismo tiempo, si la depuración del almacenador de energía no es seleccionado (del 18 al 4 no es saltado).

- 2- Cuando el rango del motor del fuego alcanza la posición alta, el fuego alto depura el cierre del interruptor. El rango de la luz del sostén HOLD se apaga y a los 30 segundos de abierta la prueba, la depuración del regulador inicia. El anunciador de múltiples funciones despliega el conteo de "00" a "30".
- 3- La paralización del entrelace debe cerrarse dentro de los

^{1/} Nota: Si la depuración del almacenador de energía es utilizado (la terminal 18 ha saltado a la 4) el motor ventilador (terminal 8) se mantiene activado hasta que el fuego alto depura el cierre del interruptor.

- 10 segundos de la depuración (presencia comprobada de la corriente de aire) o el cierre de seguridad ocurrirá.
- 4- En el final de la secuencia de depuración sobre los 30 segundos es detenida y el rango del motor de fuego se dirige a la posición de fuego bajo. Los rangos de la luz del sostén HOLD se enciende y el anunciador de múltiples funciones detiene el conteo. ^{2/}
 - 5- Cuando el rango del motor de fuego alcanza la posición del fuego bajo, inicio de fuego bajo, el interruptor lo hace y permite que la secuencia continúe. El rango de luz del sostén HOLD se apaga y (después de una espera de 5 segundos para permitir que el motor complete el voltaje) la secuencia introduce el proceso de encendido.
 - 6- Con el inicio del fuego bajo, el interruptor está cerrado, (y el interruptor de RUN/TEST en la posición RUN), el transformador del encendido y la válvula del piloto (terminales 5 y 6) están activados. La luz de los rangos de la post purga y la luz de los rangos IGN TRIAL se enciende. El anunciador de múltiples funciones despliega el conteo desde el inicio "00" hasta "25" segundos.
 - 7- Tan pronto como la presencia de la llama es detectada, los rangos de la luz de FLAME se encienden.
 - 8- 10 segundos dentro de un período del proceso de encendido

^{2/} Si empieza el fuego bajo el interruptor es prematuramente cerrado y el sistema se paraliza.

y con la presencia del detector de la llama (los rangos de la luz de FLAME ON encendido) la válvula principal del combustible (terminal 7) es activada. ^{3/}

9- 20 segundos dentro de un período en el proceso de encendido, el transformador del encendido y la válvula del piloto (terminal 15) es activada. Esto completa los 10 segundos principales del período del establecimiento de la llama.

10- 25 segundos dentro de un período en el proceso de encendido, la válvula del piloto (terminal 6) es activada. Esto completa los 15 segundos principales en el período de establecimiento de la llama. El control del rango del motor de fuego es liberado para la modulación de los controladores. La luz de los rangos de IGN TRIAL y el anunciador de múltiples funciones se apaga y la luz de los rangos de RUN se enciende.

El control del quemador computarizado está ahora en el modo normal de operación del quemador y se mantendrá así hasta que un comando o mandato externo lo haga diferente.

^{3/} Nota: Si la presencia de la llama no es detectada a este tiempo se dará el cierre de seguridad.

CIERRE NORMAL.

- 1- Cuando los controladores del quemador se abren, la válvula principal del combustible (terminal 7) es inmediatamente activada y el rango del motor del fuego se dirige a la posición del fuego bajo. La luz de los rangos de RUN se apaga y la luz de los rangos de Predepuración se enciende. El anunciador de múltiples funciones comienza el conteo desde "00" hasta "15" segundos. Después de que la llama se desprende y la luz de los rangos de FLAME ON se apaga.

- 2- Siguiendo la postpurga de los 15 segundos, el motor ventilador del quemador (terminal 8) es activado. La luz de los rangos de la postdepuración (postpurga) y el anunciador de múltiples funciones se apaga. La luz de los rangos de Standbay encienden finalizando el ciclo de la operación.

2.6.1.5 FALLAS.

EL SISTEMA DE ALARMA DEL CB70 Y LOS CODIGOS DE DIAGNOSTICO.

Las fallas de control y los problemas del sistema de quemado se hacen más fáciles debido al control de auto diagnóstico computarizado del CB70 y las funciones de alarma de primera interrupción (primera falla) en adición a una línea de voltaje con alarma terminal (de alarma audible), el control de quemado computarizado del CB70 prevé una alarma visual desplegando un código alfanumérico de 3 dígitos y una o dos secuencias de luces diferentes.

El auto diagnóstico del CB70 detecta y anuncia a través de un sistema de detección de fallas internas y externas. Las fallas externas como una falla de interconexión, de llama, de falsa señal de llama y problemas de regulación del motor; y las fallas internas asociadas con el chasis de la CB70, el módulo programable PM70, o el amplificador de la llama son todos reportados mediante la alarma multifunción de pantalla.

El anunciador de primera falla es activado mediante una alarma multifunción de una pantalla con 3 dígitos alfanuméricos el cual reporta a causa de un cierre seguro, fallas de encendido, o una falla para continuar en la secuencia de

quemado. Las causas de que un cierre seguro es desplegado en pantalla como una "F" (falla), seguido de 2 números dígitos. La causa de una falla para continuar con la secuencia de quemado es desplegado en pantalla como una "H" (sostener), seguido por 2 dígitos. Secuencia de luces graduales (luces indicadoras) provee una indicación visual positiva de la secuencia del programa: Standbay (Power ON) Prepurge, Hold, Ign trial, Flame on, Run, postpurge, y disparos de seguridad. Los disparos de seguridad (de cierre) son indicados por los botones iluminados de reencendido y con una "F" (falla) como código seguido por 2 dígitos. Los disparos de seguridad (de cierre) desenergiza todas las cargas y requiere ser reencendido. Con esta información muchos problemas pueden ser diagnosticados sin pruebas externas y exámenes de error. A continuación se presenta el sumario de códigos para alarma y diagnóstico del CB70 (Tabla 2.3) para el significado de las fallas y códigos sostenidos, sus interpretaciones y posibles correcciones. Y la Tabla 2.4 se presenta el análisis de respuesta del CB70.

TABLA 2.3 Sumario de códigos de alarmas y diagnóstico del CB70.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
H70	Señal de llama durante el Standby.	1- Chequear que la llama no esté presente en la cámara de combustión. 2- Pruebe la señal de llama del amplificador. 3- Pruebe el detector de llama. 4- Chequee el alambrado del detector de llama.
F00	Señal de la llama durante la prepurga.	1- Chequee que la llama no está presente en la cámara de combustión. 2- Pruebe el amplificador de la señal de llama 3- Pruebe el detector de llama 4- Chequee el alambrado del detector de llama.
F01	Falla del switch de purga del fuego alto	1- Chequee el switch de fuego alto así como el ajuste y el alambrado. 2- Chequee la capacidad de fuego del motor, las conexiones y el alambrado.
F03	El entrelazado de pre-ignición se abre sobre la prepurga.	1- Chequee el entrelazado de pre-ignición y el alambrado. 2- Chequee por una falla de la válvula de combustible o el alambrado de la válvula.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
F04	El bloqueo de entrelazado se abre durante la prepurga	1- Chequear el bloqueo o recorrer los entrelazados y alambrado 2- Chequear el flujo de aire, la presión del combustible, nivel del agua, etc.
F10	Señal de falsa llama durante el fuego bajo sostenido al final de la prepurga.	1- Chequear que la llama no está presente en la cámara. 2- Pruebe el amplificador de señal de llama. 3- Pruebe el detector de llama. 4- Cheque el alambrado del detector de llama.
F11/La luz sostenida parparea.	El switch del sistema de encendido de fuego bajo falla (falla en el cierre)	1- Revise el Switch de encendido de juego bajo el ajuste y alambrado. 2- Revise la capacidad de encendido del motor, las conexiones y el alambrado.
F11	Falla en el switch del sistema de encendido de fuego bajo (un falso, que se quede fijo o intermitente)	1- Revise el switch de encendido de fuego bajo el ajuste y alambrado.
F13	El entrelazado de preignición abierto durante el período de fuego bajo sostenido.	1- Chequee el entrelazado de preignición y el alambrado. 2- Chequee una falla por disparo en la válvula de combustible o el alambrado de la válvula.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
F14	Los entrelazados de cierre se abren durante el fuego bajo sostenido al final de la prepurga	1- Chequee el entrelazado/recorrer los cierres y el alambrado. 2- Chequee el flujo de aire, la presión de combustible, el nivel del agua, etc.
F30	Falla en la llama piloto	1- Chequee el piloto y la válvula de operación 2- Chequee el piloto de la alimentación de combustible. 3- Chequee el transformador de ignición y el detector visual de llama.
F31	El switch de encendido del fuego bajo se abre durante la prueba piloto	1- Chequee el switch de encendido del fuego bajo, el ajuste y alambrado. 2- Chequee la capacidad de encendido del motor, las conexiones y alambrado.
F34	Cierre/la rutina del entrelazado abierta durante la prueba piloto	1- Chequee el cierre/las rutinas del entrelazado y el alambrado. 2- Chequee el flujo del aire, la presión del combustible, nivel del agua, etc.
F35	Falla de la llama piloto en el modo de prueba	1- Se incrementa la presión de combustible del piloto y repita otra vez la prueba al piloto 2- Chequee el alambrado del piloto y la válvula de operación. 3- Chequee el suministro de combustible. 4- Chequee el transformador de ignición y el electrodo detector de llama, el detector visual de llama y el amplificador visual de llama.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
	Falla de la llama piloto y falla del switch del encendido del fuego bajo (switch abierto)	1- Chequee el switch de encendido de fuego bajo, el ajuste y el alambrado
F40	La llama principal falla en el encendido	1- Chequee el suministro principal de combustible y el alambrado. 2- Chequee que el piloto puede alumbrar la llama principal. Examine la condición del piloto. 3- Chequee la capacidad del sensor para sentir y responder a la llama principal. 4- Chequear el amplificador de la señal de llama 5- Chequee la operación del piloto como abrir la válvula principal de combustible.
F41	El switch de encendido de fuego bajo abierto durante el período de establecimiento de la llama principal.	1- Chequee el switch de encendido de fuego bajo, ajuste y alambrado.
F44	El cierre de los entrelazados abierto durante la prueba de la llama principal.	1- Chequee el cierre/recorrer los entrelazados y el alambrado. 2- Chequee el flujo del aire, presión del combustible, nivel del agua, etc.
F50	Falla en la llama en el ciclo del quemador	1- Chequee el suministro principal de combustible. 2- Chequee el detector de llama y el amplificador del detector de llama.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
F54	El cierre de los entrelazados abiertos durante el período de ejecución.	1- Chequee los cierres/recorrer los entrelazados y el alambrado. 2- Chequee el flujo del aire, presión del combustible, nivel del agua, etc.
F63	Entrelazado de preignición cerrados durante la postpurga.	1- Chequee los entrelazados de preignición y el alambrado. 2- Chequee si hay falla en la válvula de disparo del combustible o el alambrado de la válvula
F78	Señal de falsa llama durante el Standby	1- Chequee que la llama no esté presente en la cámara de combustión. 2- Examine la señal del amplificador de llama 3- Examine el detector de llama. 4- Chequee el alambrado del detector de llama.
F33	Los entrelazados de preignición se abren durante el Standby.	1- Chequee los entrelazados de preignición y el alambrado. 2- Chequee la válvula de disparo del combustible o el alambrado de la misma
F81	Los entrelazados de preignición intermitentes	1- Chequee los entrelazados de preignición y el alambrado. 2- Inspeccione los contactos de los entrelazados de preignición.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
F82, F83, F85, F86, F87	El control del quemador intermitente	1- Chequee el control del quemador, el alambrado y los límites. 2- Inspeccione el controlador del quemador y los límites de los contactos.
F84	El cierre intermitente/entre- lazados funcionando	1- Chequee el cierre, el funcionamiento de los entrelazados y el alambrado 2- Inspeccione el cierre y los contactos del funcionamiento de los entrelazos.
F90	Falla en el módulo del programador	1- Remueva y reintale el módulo del programa (asegurese que el módulo está instalado apropiadamente y resetee el CB70. 2- Reemplace el módulo del programa PM70 3- Reemplace el control de quemado computarizado del CB70.
F97	Falla de sincronización (línea de frecuencia)	1- Resetee el control del quemador computarizado del CB70. 2- Chequee la línea de frecuencias del abaste- cimiento de poder principal y auxiliar. 3- Chequee que el programa modular del PM70 está siendo usado correctamente.

CODIGOS DE ALARMAS Y DIAGNOSTICOS	SISTEMA DE FALLAS	RECOMENDACION PARA CORREGIR FALLAS
F99	Falla interna de los circuitos	<p>1- Chequee un alambrado impropio de la sub-base (mal alambrado)</p> <p>2- Asegurese que las cargas críticas de los terminales 5, 6 y 7 no están externamente energizadas o agotadas.</p> <p>3- Remueva o reintale el programa modular PM70 resetee el CB70</p> <p>4- Reemplace el programa modular del CB70</p> <p>5- Resetee el CB70. Si la F99 reaparece, reemplace la CB70.</p>
<p>Luces indicadoras de códigos de fallas indefinidas o en blanco, podría obtenerse por información incorrecta y el motor del quemador podría hacerse funcionar (ponerse en marcha)</p>		<p>1- Resetee el CB70. Si la condición reaparece, reemplace el CB70.</p>

TABLA 2.4 : ANALISIS DE RESPUESTA DEL CB70

ESTA TABLA LISTA LAS RESPUESTAS DEL CB70 A CONDICIONES IMPROPIAS DE ENTRADA Y SALIDA EN VARIAS POSICIONES EN SECUENCIA.

ESTADOS DE ENTRADA Y SALIDA	CONDICION DE ENTRADA	
	SEÑAL DE LLAMA (H70, F00, F10, F30, F40, F50, F70)	LIMITES DEL CONTROLADOR DEL QUEMADOR (F82, F83, F85, F86, F87)
POSICION EN SECUENCIA DEL QUEMADOR Standby	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando la señal de llama está presente durante el standby , la señal luminosa del standby permanece encendida, la luz indicadora de llama encendida viene después, y en el anunciador multifunción de pantalla se lee H70 - El CB70 no enciende si la señal de llama está presente cuando el control del quemador está cerrado. - Si la señal de llama se mantiene por más de 30 segundos un disparo de seguridad ocurre. La luz indicadora del standby enciende intermitentemente y en la pantalla se despliega " " y "F70" 	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema se mantiene en standby tanto tiempo como el controlador esté abierto. - La secuencia completa de purga ocurre cuando el controlador se cierra.
PRE-PURGA	<ul style="list-style-type: none"> - La presencia de la señal de llama es ignorada durante los primeros 10 seg. de la prepurga. - De los 10 seg. dentro de la prepurga mientras la secuencia de fuego bajo sostenido finaliza, la presencia de la señal de llama causa un disparo de seguridad. La luz indicadora de la prepurga se muestra intermitente y se despliega 	<ul style="list-style-type: none"> - El controlador del quemador deberá permanecer cerrado o de lo contrario el CB70 regresa a standby.

ESTADOS DE ENTRADA Y SALIDA	CONDICION DE ENTRADA	
	POSICION EN SECUENCIA DEL QUEMADOR	SEÑAL DE LLAMA (H70, F00, F10, F30, F40, F50, F70)
	<p>alternadamente el tiempo de prepurga desde que el disparo de seguridad ocurrió y el código de falla "F00".</p> <p>- Durante el período de fuego bajo sostenido, antes del período de la prueba de ignición, la presencia de la señal de llama causa un disparo de seguridad. Las luces indicadoras de prepurga y Hold se muestran intermitentes y se despliega alternadamente "30" y el código de falla "F10".</p>	
PRUEBA DE IGNICION	<p>- Durante 10 segundos la llama piloto establece un período (de 0 a 10 segundos de el período de ignición). El nivel de la señal de la llama es monitoreado. Si la secuencia es detenida durante se establece el período de la llama piloto, y la presencia de la llama no es comprobada dentro de 30 segundos, un disparo de seguridad ocurre. Se despliega alternativamente una luz indicadora del tiempo de ignición en el cual la secuencia fue detenida y el código de falla "F35". Si el switch de prueba y encendido está en la posición de prueba, la luz indicadora de la prueba de ignición se</p>	<p>El controlador de quemado debe estar cerrado o toda la ignición y la carga de combustible es desenergizada y la secuencia avanza hacia la post-purga.</p>

ESTADOS DE ENTRADA Y SALIDA	CONDICION DE ENTRADA	
POSICION EN SECUENCIA DEL QUEMADOR	SEÑAL DE LLAMA (H70, F00, F10, F30, F40, F50, F70)	LIMITES DEL CONTROLADOR DEL QUEMADOR (F82, F83, F85, F86, F87)
	<p>enciende intermitentemente. Si el switch de encendido de fuego bajo ha sido abierto, la luz indicadora de prueba de ignición y Hold se ponen intermitentes.</p> <p>- La secuencia de señal de llama en los 10 seg. dentro de la prueba de ignición (final del período establecido de la llama piloto) causa un disparo de seguridad. La luz indicadora de prueba de ignición se pone intermitente y se despliega alternativamente el número 10 y el código de falla "F30".</p> <p>- Ausencia de la señal de llama durante la llama principal establece un período (después de 10 seg. durante la prueba de ignición y antes de un período de encendido completo) causa un disparo de seguridad. La luz indicadora de la prueba de ignición se pone intermitente y se despliega alternativamente el tiempo de la prueba de ignición desde que ocurrió el disparo de seguridad, y el código de falla "F40".</p>	
EL CICLO DEL QUEMADOR	<p>Pérdida de la señal de llama durante el ciclo del quemador causa un disparo de seguridad</p> <p>La luz indicadora del ciclo de quemado se muestra intermitente y en la pantalla se despliega alternadamente "----" y "F50".</p>	<p>El controlador del quemador debe de mantenerse cerrado, toda la carga de combustible será desenergizada y la secuencia avanzará a la postpurga.</p>

2.6.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PANEL DE PRUEBA.

El panel de prueba está constituido de un gabinete con 12 luces indicadoras que simularán ser la carga conectada al programador, 12 interruptores que serán los elementos utilizados para interrumpir las señales del programador y de ese modo simular las fallas en el mismo.

El banco contendrá también una alarma para el sistema auditivo para indicar la falla. En la Tabla 2.5 se describen los elementos del panel de pruebas.

Cantidad	Elemento	Características de Operación
3	Pilotos rojos para tablero Rafi	110/250V, 2W, 1.60502, T 70 °C máx.
1	Piloto amarillo para tablero Rafi	110/250 V, 2 W 1.60502, T 70°C máx.
8	Pilotos verdes para tablero Rafi	110/250 V, 2 W, 1.60502, T 70°C máx.
12	Bombillos eléctricos incandescentes	130 V, 20 mA E 30L3, E10x28
1	Timbre para tablero	110 - 150 Volt.
12	Pilotos rojos Rafi para tablero	24 VAC, 20 mA
12	Interruptores	10 K Ω
12	Relés	110 Voltios

Tabla 2.5: Resumen de las características técnicas de los componentes del panel de prueba.

2.6.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PANEL DE MEDICIÓN.

Para obtener un mejor control sobre todo el procedimiento de prueba se ha dispuesto al banco de pruebas un gabinete que se ha denominado panel de medición, precisamente porque en el se controlará el voltaje y amperaje de todo el circuito eléctrico durante las pruebas, se dispone entonces de los siguientes elementos en el panel de medición:

- Guía de alimentación de energía eléctrica de 3 alambres.
- Fusibles y portafusibles para protección del sistema.
- Térmico para protección de corto circuito.
- Amperímetro para medición de corriente de carga de todo el sistema.
- Voltímetro para medición de voltaje como mecanismo de control, considerando variaciones de voltaje hasta $\pm 10\%$ del voltaje nominal.
- Milivoltímetro para comprobación de fotocelda.
- Miliamperímetro para comprobación de fotocelda.
- Cronómetro para medición de tiempos de operación.
- Interruptor principal para alimentación del sistema.
- Pulsador para prueba de luces.

En la Tabla 2.6 se muestra un resumen de las características técnicas de los componentes mencionados anteriormente.

CANT.	ELEMENTO	CARACTERISTICAS DE OPERACION
1	Voltímetro	0 - 150 V, 0 - 300 V (se usará escala más baja para mayor precisión).
1	Amperímetro	0 - 30 Amperios
1	Miliamperímetro	Para medir miliamperios
1	Milivoltímetro	Para medir milivoltios
1	Interruptor Ppal.	230 Voltios, 16 amperios
1	Pulsador	110 Voltios, 15 Amperios
1	Cronómetro	0 - 1 Minutos
1	Toma Corriente macho	Polarizado, 16 Amperios
1	Guía Eléctrica	3 Hilos, alambre 16 AWG
1	Fusible	110 Voltios, 1 Amperio
1	Térmico	15 Amperios
1	Interruptor auxiliar para prueba de luces	110 Voltios, 5 Amperios

Tabla 2.6 : Características técnicas de los elementos componentes del panel de medición.

2.6.3.1 INSTALACION DEL DETECTOR DE FLAMA (FOTOCELDA).

En la secuencia de operación de cualquier programador se visualiza la detección de llama para continuar con el ciclo de programación, por lo que se hace necesario elaborar un gabinete adicional para instalar la fotocelda, así como para medir el voltaje generado por ésta en el periodo de detección de llama.

El panel consta de:

- 2 Espigas para conectar la fotocelda.
- 1 Interruptor para lograr la señal de ignición.
- 1 Roseta para instalar bombillo eléctrico.
- 1 Bombillo eléctrico de 100 Watts.

2.6.4 ALAMBRADO ELECTRICO.

Para el alambrado eléctrico tanto para el sistema de control como de prueba se adoptará la siguiente convención:

- 1) La línea común (Neutro) para todo el circuito eléctrico será alambre TW 18 color blanco.
- 2) El sistema de control como de prueba será alambrado con cable Nº 18 (amarillo para control y negro para prueba).

Esto permite tener mejor visualización del sistema en consideración.

2.7 PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS.

El desarrollo del proceso de construcción del banco de pruebas son considerados diferentes aspectos, para que este pueda ser funcional y factible de construir. Para poder tener una mejor idea se presentan planos del banco de prueba así como de sus componentes y diagramas eléctricos para facilitar su entendimiento.

En el proceso de fabricación se muestran tablas que dan a conocer los diferentes tiempos necesarios para la construcción de cada una de las partes y donde la sumatoria de todos estos tiempos representan o dan una idea del tiempo necesario requerido para la construcción del banco de pruebas.

2.7.1 MONTAJE DEL PROGRAMADOR Y CONEXIONES DEL MISMO.

Para el montaje del programador se ha diseñado un panel en el banco de pruebas llamado panel del control programador, en este diseño se han considerado diferentes aspectos que faciliten su montaje y desmontaje así como también las dimensiones con que cuentan los diferentes tipos de programadores, tratando de esta manera poder cubrir una cierta gama según sus dimensiones físicas de construcción.

Al momento de montar un programador se tiene que recordar que el panel ha sido diseñado para insertar el programador con

su propia base, ya que las bases de los programadores cambian según el modelo o marca, por eso es muy importante tomar en cuenta que al momento de conectar el programador es necesario verificar sus terminales, ya que no todas las bases son iguales, en el anexo 1 se presentan algunas tablas de equivalencias para diferentes programadores, las cuales serán muy útiles al momento de montar el programador que se desea probar.

El panel donde se monta el programador posee una base de lámina intermedia en forma transversal y en la parte del frente se monta el programador sujetándolo con tornillos, los terminales del programador salen por la parte posterior de esta lámina para que sean conectados con el panel de prueba y los instrumentos de medición, estas conexiones pueden ser efectuadas después de haber montado el programador quitando la tapadera del panel que se encuentra detrás del banco de pruebas.

Las conexiones del programador con los diferentes elementos que conforman el panel de prueba se mostrará con mayor detalle en otro apartado.

2.7.2 PROCESO DE FABRICACION.

Con el objeto de desarrollar el modelo propuesto del simulador, se presentan en este tema los elementos necesarios para que pueda llevarse a cabo la construcción; a partir de las especificaciones presentadas como una secuencia de actividades;

desarrolladas en tres principales, las cuales son: Fabricación de todas las piezas en forma individual, terminada dicha actividad, el siguiente paso sería armar los paneles en el banco de pruebas para que finalmente se lleve a cabo el montaje general comprendiendo este la instalación eléctrica de interconexión para efectuar las diferentes pruebas.

2.7.2.1 PLANIFICACION Y PROGRAMACION DEL PROCESO DE FABRICACION.

Para la planeación de cualquier proceso de fabricación, es necesario iniciar, tomando decisiones que ayuden a realizar los objetivos del proceso de la manera más eficiente posible.

Para el desarrollo del proceso de fabricación del modelo del banco de pruebas propuesto, se decidió dividirlo en tres partes principales, armado de los paneles en el banco de pruebas y montaje general incluyendo el sistema eléctrico.

Dichas etapas pueden ser descritas, si se toma la fabricación como una secuencia de actividades, dividiendo estas a su vez, en todo un proceso de transformación, desde el material en bruto hasta el acabado de un elemento que forma parte de un conjunto.

Para el desarrollo de lo anterior, es necesario elaborar una lista de actividades que con un orden apropiado, presente

factibilidades para que la persona encargada de coordinar el proceso posea la suficiente información para que pueda distribuir apropiadamente los recursos de que dispone.

El proceso de fabricación del banco de pruebas se presenta sintetizado en el cuadro 2.1, el cual, es un cuadro de secuencia, cuya construcción describe el orden de ejecución de las actividades. En el cuadro se enumeran las actividades en filas, las cuales se repiten en las columnas. Para el uso de dicho cuadro se parte con la primera fila que marca la actividad inicial, luego se busca un asterisco a lo largo de la fila, que marca la columna de la actividad que sigue. Es posible, que existan varias marcas, en una misma fila, indicando que dichas actividades podrían realizarse después. Simultáneamente, el cuadro podría interpretarse en forma diversa, siguiendo la actividad de la columna y leyendo en la fila del asterisco, la actividad previa a realizar.

CUADRO 2.1 : Tabla de secuencia de actividades para el proceso de fabricación

ACTIVIDADES SIGUIENTES	ACTIVIDADES PREVIAS	Compra de materiales	Operaciones de trazado	Corte de materiales	Soldaduras	Limado y pintado	Taladrado	Remachado y clavado	Pegado	Armado del panel para el montaje del programador	Armado del panel de pruebas	Armado del panel de medición	Conexión del sistema eléctrico	Montaje general
Compras de materiales		*												
Operaciones de trazado			*											
Corte de materiales				*										
Soldaduras					*									
Limado y pintado						*								
Taladrado							*							
Remachado y clavado								*						
Pegado									*					
Armado del panel para el montaje del programador										*				
Armado del panel de pruebas											*			
Armado del panel de medición												*		
Conexión del sistema eléctrico													*	
Montaje general														*

2.7.2.2 TIEMPO ESTIMADO PARA EL PROCESO DE FABRICACION DEL BANCO DE PRUEBAS.

a) Tiempo de fabricación de piezas en tubo industrial:

Trazado: 5 minutos por cada trazo

Corte con cierra: 8 minutos por cada corte.

Soldadura: 3 minutos por cada cordón.

Limado: 6 minutos por cada cordón.

Perforado: 3 minutos por agujero.

b) Tiempo de fabricación de piezas en plywood:

Trazado: 6 minutos por cada trazo.

Corte con serrucho: 20 minutos por cada corte.

Perforado: 3 minutos por agujero.

Remachado y clavado: 2 minutos.

c) Tiempo de fabricación de piezas en fórmica:

Trazado: 6 minutos por cada trazo.

Corte con cuchilla: 15 minutos por cada corte.

Pegado: 25 minutos por pieza.

d) Tiempo de fabricación de piezas de lámina:

Trazado: 10 minutos por cada trazo.

Corte con tijera: 18 minutos por cada corte.

Doblado: 25 minutos por cada dobles.

Soldadura: 2 minutos por cada punto

Pintado: 10 minutos por cada cara.

Nota : Se dan casos especiales para cada proceso, donde se ha
tenido que estimar un mayor tiempo; ya que esto
depende de la pieza que se ha de fabricar.

CUADRO 2.2 : Tiempo estimado para la fabricación de piezas en tubo industrial.

PIEZAS DEL BANCO DE PUEBAS	TRAZADO		CORTADO		SOLDADURA		LIMINADO Y PINTADO		TALADRADO	
	NUMERO DE TRAZOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CORTES	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE COR- DONES	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE LIMADOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE PER- FORAC.	TIEMPO (MIN)
Marco horizontal del banco	4	20	5	40	8	24	8	48	30	90
Patas del banco	4	20	4	32	16	48	16	96	20	60
Marco vertical del banco	4	20	5	40	8	24	8	48	60	180
Portagavetas	2	10	2	16	6	18	6	36	20	60
Trabesaños del marco vertical	2	10	2	16	8	24	8	48	-	-
Trabesaños de los costados y portagavetas	5	25	10	80	20	60	20	120	20	60
Tiempo total (min)		105		224		198		396		450

El tiempo total es: 1373 minutos = 22.88 Horas = 23 horas

TABLA 2.3 : Tiempo estimado para la fabricación de piezas en Plywood.

PIEZAS DEL BANCO DE PRUEBAS	TRAZADO		CORTADO		PERFORADO		REMACHADO	
	NUMERO DE TRAZOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CORTES	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE PER- FORAC.	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE REMACHES	TIEMPO (MIN)
Plywood del marco horizontal	4	24	4	80	30	90	30	60
Plywood del marco vertical superior	16	96	16	320	30	90	30	60
Plywood del marco vertical inferior	4	24	4	80	30	90	30	60
Plywood de los costados y el centro	12	72	12	240	60	180	60	120
Plywood de las gavetas	40	240	40	800	-	-	48	96
Tiempo total (Min)		456		1520		450		396

Tiempo total es: 2822 min = 47.03 hr. = 47 horas

CUADRO 2.4 : Tiempo estimado para la fabricación de piezas en fórnica

PIEZAS DEL BANCO DE PRUEBAS	TRAZADO		CORTADO		PEGADO	
	NUMERO DE TRAZOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CORTES	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CARAS	TIEMPO (MIN)
Fórnica del marco horizontal	4	24	4	60	1	25
Fórnica del marco vertical superior	16	96	16	240	1	25
Fórnica de los costados y el centro	12	72	12	180	3	75
Fórnica de las gavetas	8	48	8	120	2	50
Riberes de fórnica del marco horizontal	12	72	10	150	3	95
Tiempo total (min)		312		750		250

El tiempo total es: 1312 Min = 21.86 horas = 22 horas

CUADRO 2.5 : Tiempo estimado para la elaboración de piezas de lámina.

PIEZAS DEL BANCO DE PUEBAS	TRAZADO		CORTADO		DOBLADO		SOLDADURA		PINTADO	
	NUMERO DE TRAZOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CORTES	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE DOBLADO	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE PUNTOS	TIEMPO (MIN)	NUMERO DE CARAS	TIEMPO (MIN)
Lámina para el panel del programador	14	140	12	216	7	175	4	8	8	80
Lámina para el panel de medición	14	140	12	216	7	175	4	8	8	80
Lámina para el panel de prueba	14	140	12	216	7	175	4	8	8	80
Tapaderas de la parte tracera de los 3 paneles	12	120	12	216	-	-	-	-	6	60
Lámina intermedia porta-programador, medi- dores e instrumentos	28	280	24	432	8	200	16	32	6	60
Tiempo total (min)		820		1296		725		56		360

El tiempo total es: 3257 min = 54.28 horas = 54 horas

El tiempo total de fabricación de piezas corresponde a la suma de todos los tiempos estimados por cada proceso siendo este de:

146.05 horas = 19 Días, con una jornada laboral de 8 horas.

COSTO DE MANO DE OBRA:

- a) Trabajo de obra de banco (1 operario): Tiempo de la operación 78 horas, con un salario de ¢ 7.50; el monto total es de ¢ 585.00.
- b) Trabajo de carpintería (1 operario): Tiempo de la operación de la operación 69 horas, con un salario de ¢ 7.00 c/hr; el momento total es de ¢ 483.00.

Considerando el uso de equipos y herramientas un total del 40% del valor de la mano de obra para la fabricación del banco de pruebas que es de ¢ 1,068.00 tenemos entonces que el costo total sería ¢ 1,495.20.

2.7.2.3 RECURSOS HUMANOS Y TECNICOS.

La fabricación de la mayoría de los diversos elementos que constituyen el banco de pruebas requieren soldadura, obra de banco y carpintería. No obstante es necesario considerar que para la ejecución de ciertas operaciones, tales como el sistema

eléctrico, es necesario contar con un electricista especializado en el área de calderas, para que pueda interpretar los diferentes diagramas como también las equivalencias existentes entre los diferentes programadores.

2.7.2.4 HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y OPERACIONES FUNDAMENTALES NECESARIAS PARA LA FABRICACION.

Para desarrollar el proceso de fabricación del banco de pruebas, será necesario enumerar las operaciones; por lo tanto a continuación se listará las operaciones y herramienta necesarias para desarrollarlas.

a) Corte y acabado en tubo industrial, plywood, fórmica y lámina. Para esta operación las herramientas necesarias son:

- Sierra de corte manual
- Serrucho
- Cuchilla de corte
- Máquina cortadora de lámina
- Tijera para cortar lámina
- Prensa de banco
- Amoladora
- Limas planas y media caña
- Dobladora de lámina

- Cinta métrica
- Marcador (Rallador)
- Escuadra

b) Soldadura en tubo industrial y lámina:

- Soldador eléctrico
- Picador
- Cepillo de alambre
- Electrodo (Especificación EG013)
- Prensa de mano o sargento.

c) Perforado de agujeros en tubo industrial, plywood y lámina:

- Taladro de mano
- Centro punto
- Brocas helicoidales, etc.

**2.7.2.5 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA FABRICACION DE LAS
PIEZAS INDIVIDUALES.**

El primer paso para el proceso de construcción del banco de pruebas, es la fabricación de piezas individuales, las cuales forman parte de lo que será el ensamblaje general. La lista de materiales son presentados en otro apartado, del cual para cada pieza a fabricar se dispondrá del material necesario, tomando en cuenta las dimensiones y posteriormente el rectificado de cada

una de dichas piezas.

Como recomendaciones generales para la fabricación, será necesario que para cada corte del material a utilizar se realice a escuadra o con el ángulo adecuado prescrito en las hojas de especificaciones adjuntas (planos); eliminando mediante limas y cepillo las rebabas y las asperezas para suavizar los bordes y esquinas de cada perfil o lámina, realizar en resumen los cuidados necesarios para asegurar la mayor exactitud posible en los cortes y dimensiones. En la perforada de los agujeros en plywood se debe considerar una avellana del diámetro de la cabeza del remache la cual debe quedar abajo el relieve de la superficie del plywood para que no estorbe al momento de pegar la fórmica.

En la elaboración de los diferentes paneles es necesario que al momento de doblar queden a escuadra, además al momento de unir los paneles debe hacerse con soldadura eléctrica seleccionando el amperaje adecuado, para evitar perforar la chapa de lámina.

2.7.2.6 ENSAMBLADO DE LAS PARTES PRINCIPALES DEL BANCO DE PRUEBAS.

Terminada cada una de las piezas individuales en cuanto a su forma y dimensiones requeridas se procede a continuación al ensamblado de cada una de las piezas principales del banco de

pruebas:



a) Estructura del tubo industrial.

Como primer paso se construirá la estructura de tubo industrial de una pulgada que servirá como base del banco de pruebas; esta operación se facilita uniendo los extremos de los perfiles angulares y rectos con sus respectivas formas y dimensiones, por medio de puntos de soldadura.

Primeramente se construirá un marco de forma rectangular asegurándose que las cuatro esquinas de cada marco rectangular se encuentren a escuadra formando un ángulo de 90° .

Luego se cortan 4 piezas del tubo industrial para formar las patas del banco, luego se construirá una "U" para pasar a formar parte del frente superior del banco cortando al mismo tiempo tres piezas con la misma longitud que la de la "U" que pasaran a formar parte del lado frontal del banco como un refuerzo.

Seguidamente se cortará 1 parte en forma de "L" con un ángulo de 90° que forman parte de las bases porta gavetas y finalmente se cortarán 4 piezas que forman parte de los costados del banco y correderas de las gavetas.

Todas las partes deben de ser soldadas con puntos de soldadura en diferentes posiciones con electrodo EG013 de $1/8"$ y posteriormente esmerilada con una amoladora.

Construida la estructura completamente se podrá tener la base donde se sujetará el plywood que será remachado.

b) Partes de plywood y fórmica.

Las piezas de plywood utilizadas tienen un espesor de 3/8", estas piezas corresponden a las diferentes cubiertas que son: Los costados, la parte horizontal, la parte frontal (vertical) donde se encuentran instalados los 3 paneles correspondientes, además en algunas de las piezas se incluyen cortes en sus esquinas de una pulgada para que puedan encajar con el tubo industrial; cabe mencionar que las partes de las gavetas serán cortadas y ajustadas con ángulos de 90°.

Posteriormente se perforó para ser sujetado a la estructura de tubo industrial mediante remaches, considerando su respectiva avellana en el plywood para que al momento de pegar la fórmica no se presenten irregularidades en la superficie del plywood con la fórmica.

Las piezas de fórmica que serán cortadas corresponden simétricamente a las partes de plywood que se encuentran vista como se muestra en planos anexos.

c) Paneles de lámina.

Los paneles del banco de pruebas son 4, los cuales son llamados:

- Panel del control programador.
- Panel de medición.
- Panel simulador.
- Panel simulador de llama.

Cada uno de estos paneles tienen sus propias medidas ya que van de acuerdo a ciertas necesidades como lo son las dimensiones del programador, dimensiones de los instrumentos de medición a ser empleados y los diferentes elementos eléctricos a ser usados para la simulación de señales como lo son luces pilotos, interruptores, conexiones, etc.

Para el ensamblado de cada panel es necesario considerar que al momento de doblar la lámina tiene que hacerse con sumo cuidado, considerando que entre cara y cara existe 90° o a escuadra, al formar los rectángulos de cada uno de los paneles existe una pestaña que sirve para unir o fijar a través de soldadura eléctrica por medio de puntos, además por la parte de atrás de cada uno de los paneles existen 4 pestañas las cuales sirven como base para sujetar la tapadera de atrás; en la parte media del panel del control programador y el panel simulador se encuentra un marco de ángulo que sirve como base para sujetar la lámina donde se encontrará apoyado el programador y los

elementos eléctricos que servirán para simular respectivamente, y en la parte frontal de estos mismos paneles se encuentra una puerta transparente en cada uno de ellos con su respectiva chapa para mayor seguridad al momento de efectuar las pruebas. El panel donde se encuentran ubicados los instrumentos de medición posee una tapadera plana de lámina en la parte trasera al igual que los otros dos paneles se sujetan en pestañas por medio de tornillos golosos y en la parte de enfrente se encuentran insertados los instrumentos de medición para medir voltios, amperios, milivoltios, miliamperios y tiempos, así como continuidad.

Estos paneles después de estar armados se procede al montaje en el banco de pruebas por medio de tornillos golosos que se sujetan en el tubo industrial de la parte frontal de la estructura. Después de procede a realizar su respectiva instalación eléctrica interconectando los diferentes paneles.

Estos montajes de los diferentes paneles se muestran con un mayor detalle en planos anexos a este contenido, así como también sus diferentes diagramas eléctricos se tratarán con mayor detalle en otro apartado.

2.7.2.7 MONTAJE GENERAL.

Para el montaje general trataremos los aspectos de mayor importancia del proyecto como lo es la parte eléctrica y sus

componentes ya que es la parte nebralgica.

Teniendo armada la estructura y su respectiva fachada se encuentran tres huecos en la parte frontal que corresponden a la ubicación de cada uno de los paneles los cuales son montados en el banco de pruebas y sujetados por medio de tornillos golosos, después de montar los paneles se procede al montaje de los elementos involucrados como son los instrumentos de medición, elementos simuladores y el programador que será sometido a las diferentes pruebas; cabe mencionar que para efectos de pruebas se puede contar con programadores en buen estado y mal estado ya que el simulador será capaz de poder detectar cualquier falla. El panel donde se encuentra instalado el programador está diseñado para poder insertar otro tipo de programador tomando en cuenta que el montaje debe de efectuarse con toda la base del programador; cabe mencionar que el espacio físico donde se encuentra instalado el programador ha sido estimado para diferentes tipos y marcas de programadores pero en caso de existir un programador de dimensiones mayores a la del panel puede ser montado fuera del panel y efectuar sus respectivas conexiones eléctricas. Después de tener los elementos insertados en los tres paneles se procede de a su interconexión para poder efectuar las diferentes pruebas; considerando que al momento de efectuar dichas pruebas o energizar el banco de pruebas se tiene que estar completamente seguro que todo está en orden. (Ver plano 7/18)

2.7.2.8 LISTA DE MATERIALES, EQUIPOS Y COSTOS.

MATERIALES	CANTIDAD	¢ C/U	TOTAL
Libra de clavo de 3/4"	1	8.50	8.50
Aladera para escritorio	2	4.50	9.00
Pilotos para tablero	12	44.00	524.00
Canaleta plástica	75 cm	90.75	90.75
Regleta GEDS	3	19.80	59.40
Portafusible LF35490264	1	24.20	24.20
Fusible 32G (1 Amp)	1	6.60	6.60
Terminales aislados	2	2.30	4.60
Chapas papaiz	4	21.75	87.00
Cable # 18	8 mt	1.30	10.40
Terminales de ojo 16-14	50	1.15	57.50
Cinchos plásticos	30	0.30	9.00
Timbre	1	28.00	28.00
Interruptores canopy # 452	5	15.00	75.00
Alambre TW # 14	20 mt	1.45	29.00
Switch para tablero	1	5.00	5.00
Switch para tablero tipo palanca	5	10.00	50.00
Toma macho	1	10.00	10.00
Cable Vulcán	2 mt	8.45	16.90
Chapa para gavetas	1	10.75	10.75
Plywood 4'x8'x3/8"	2	165.00	330.00

MATERIALES	CANTIDAD	¢ C/U	TOTAL
Pliego de fórmica 4'x8'	1	140.00	140.00
Pliego de lámina de hierro 3/64"	1	135.00	135.00
Pegamento resistol	¼	35.00	35.00
Tubos industriales 1"	3	35.00	105.00
Masilla plástica	1/8	25.90	25.90
Brochas	2	5.00	10.00
Rótulos 23x9	3	75.00	225.00
Remaches pop de 1/8"x5/8"	2	15.00	30.00
Brocas para hierro de 1/8"	2	3.00	6.00
Pintura anticorrosiva negra	1/4	21.00	21.00
Tacos de hule de 1"φ	4	0.25	1.00
Sierra para cortar hierro	2	7.00	14.00
Pintura de aceite (crema)	¼	21.00	21.00
Pliego de liga ordinaria p/h	2	4.70	9.40
Angulo de 1"x1/8"	1	34.00	34.00
Pilotos para tablero Rafi	12	12.00	144.00
Pintura aceite verde claro	¼	40.00	40.00
Voltímetro 0 - 300 volt AC	1	150.00	150.00
Amperímetro 0 - 30 Amp AC	1	150.00	150.00
Multitester analógico	2	100.00	200.00
Cronómetro	1	125.00	125.00
Pulsador	1	50.00	50.00
Policarbonato	3 P ²	50.00	150.00

MATERIALES	CANTIDAD	¢ C/U	TOTAL
Angulo de aluminio 3/4 x 3/4	1	40.00	40.00
Pares de bisagras	5	5.00	25.00
Relés 110 voltios	12	60.00	720.00
Resistencias	12	5.00	60.00
Varios		400.00	400.00
		TOTAL	¢ 4,516.40

De manera que el costo total del proyecto resulta ser el costo de mano de obra más el costo de materiales y equipo, el cual resulta ser:

$$\text{Costo total} = 1,495.20 + 4,516.40$$

$$\text{Costo total} = \text{¢ } 6,011.60 \text{ Colones}$$

2.8 ENSAYO DEL PANEL SIMULADOR Y MODIFICACIONES AL PROYECTO.

2.8.1 PRUEBA DEL PANEL VERIFICADOR DE PROGRAMADORES (PANEL DE PRUEBA).

El panel de prueba constituye el principal elemento del proyecto ya que debido a la interconexión del panel con el elemento de prueba, resultan las diferentes señales de estado y procesos de programación que el programador gobierna, de manera que es posible determinar si una de estas secuencias no se cumple por defectos externos o defectos internos al programador, siendo así, se pueden generar causas externas que produzcan una falla para determinar la reacción del programador y también es posible verificar un programador en forma general y establecer su estado de operación.

Básicamente los ensayos que se realizarán están encaminados a la verificación de los elementos que conforman el panel, previo al ensayo de cualquier programador. Las pruebas que se realizan a estos elementos auxiliares se describen a continuación:

2.8.2 PRUEBA DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES.

2.8.2.1 PRUEBA DE LUCES Y ALARMA.

Este ensayo se realiza para verificar que los pilotos principales y auxiliares se encuentren en buen estado (no quemados); para evitar que no se den falsos estados de procesos durante las pruebas.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Coloque Interruptor principal ubicado en el panel de medición en la posición "0"
- b) Coloque el interruptor auxiliar ubicado en el lado izquierdo inferior del panel de medición en la posición "0"
- c) Coloque los interruptores en posición "I"
- d) Pulse el interruptor de pruebas de luces y observe que todos los pilotos se enciendan, se escuchará sonar la alarma.
- e) Mantenga el interruptor auxiliar en la posición "0" y mantenga el interruptor principal en la posición "0".

Es importante hacer notar dos aspectos importantes en esta prueba:

- 1- Los interruptores principales y auxiliares no deben estar activados en la posición "I" al mismo tiempo por efectos de seguridad al circuito y al programador.

- 2- Esta prueba debe efectuarse antes de iniciar la prueba del programador.

2.8.2.2 PRUEBA DEL CIRCUITO DE SEÑALIZACION DE FALLAS.

Este circuito se ha diseñado de tal forma que se tenga una mejor visualización del elemento que produce la falla o el estado de proceso en que se produce la falla en una caldera de vapor.

El procedimiento consiste en lo siguiente:

- a) Libere el interruptor de prueba de luces.
- b) Coloque el interruptor de silencio de alarma en la posición de "0".
- c) Mantenga el interruptor principal en la posición "0"
- d) Coloque los 12 interruptores de prueba en la posición "I".
- e) Coloque el interruptor auxiliar en la posición I, observará que se encienden todos los pilotos principales..
- f) Coloque uno a uno los interruptores de falla en la posición "0", observe que se activan los pilotos auxiliares en forma intermitente.
- g) Coloque nuevamente los interruptores de prueba en la posición "I".
- h) Coloque el interruptor auxiliar en la posición "0" y gire el interruptor de silencio de alarma en la posición "I".

Es importante considerar los siguientes precauciones para realizar esta prueba:

- 1) El interruptor principal debe permanecer en "0"
- 2) La prueba se debe efectuar previo a la prueba del programador y este no debe ser conectado.

2.8.2.3 PRUEBA DE ELEMENTOS AUXILIARES (PANEL DE MEDICION).

1) Prueba del voltímetro.

- Coloque el interruptor auxiliar en posición apagado "0".
- Coloque el interruptor principal en posición de encendido "I" observe que la lectura del voltímetro sea de 110 voltios con un rango de error de $\pm 10 \%$ como máximo.
- Si el valor del voltaje se encuentra fuera de este rango la prueba del programador no es posible realizarla ya que puede incurrir en daños al mismo.

2) Prueba de milivoltímetro, miliamperímetro y amperímetro.

- Estos elementos únicamente pueden probarse en operación de la fotocelda (los primeros 2 elementos) y el último es la operación de prueba del programador.

3) Prueba de fotocelda.

- Coloque el interruptor auxiliar en la posición "0".
- coloque el interruptor principal en la posición "I".
- Encienda el interruptor de simulación de llama ubicado en el panel donde se encuentra montada la fotocelda.
- Observe el microvoltímetro y microamperímetro y anote los valores.

Milivoltios : _____

Milliamperios: _____

2.8.2.4 PRUEBA DEL CRONOMETRO.

- Ajuste el cronómetro a cero.
- Elija un rango de tiempos de medición (1 minuto).
- Ejecute la medición, observe el recorrido.
- Compare este mismo tiempo con otro elemento de medición.

2.8.3 SIMULACION DE FALLAS PARA CADA SISTEMA.

Esta prueba sirve para verificar que el piloto responda en forma lógica ante alguna interrupción provocada a través del switch de prueba. El procedimiento es el siguiente:

- a) Mantenga el interruptor principal en la posición "O".
- b) Coloque el interruptor de alarma ubicado al costado derecho de la misma en posición "O".
- c) Coloque el interruptor auxiliar en la posición "I".
- d) - Coloque el interruptor de prueba que corresponde al motor soplador en la posición de apagado "O", esto simula una falla en este componente, observe que el piloto auxiliar (pequeño) se encuentra en estado intermitente.
- Coloque nuevamente el interruptor en "I", el piloto principal se mantendrá encendido, mientras el auxiliar se torna a la posición de apagado.
- e) Ejecutar la misma operación para todos los elementos y asegúrese que observe el mismo comportamiento.

Este procedimiento de detección de fallas es de real importancia antes de ejecutar las pruebas al programador ya que precisamente el comportamiento del programador ante una falla es uno de los dos aspectos principales del proyecto y la lógica de operación del panel de pruebas permite comprobar esta reacción en forma rápida y sencilla de tal manera que se pueden provocar todas las principales fallas que ocurren en una caldera en lo que se refiere al sistema de control. ^{4/}

^{4/} En el presente trabajo, se ha utilizado la notación de cerrado y abierto de como "I" y "O" que corresponden a "ON" y "OF" de los interruptores instalados en el Banco de pruebas.

2.8.4 SIMULACION DE FALLAS EN EL PROGRAMADOR.

Son muchas las fallas que pueden ser provocadas en el programador (fallas internas) por ejemplo:

- 1) Interrumpir la señal de la fotocelda al programador.
- 2) Interrumpir la alimentación de energía eléctrica.
- 3) Desconectar el módulo de programación (para programadores electrónicos).
- 4) Alterar o interrumpir la secuencia de tiempos, etc.

Todas las fallas pueden ser provocadas para observar su comportamiento, sin embargo, para fines prácticos no es recomendable ya que todos estos ajustes son precisos y al cambiarlos se puede alterar el funcionamiento del programador. Para nuestros fines resulta mejor efectuar las pruebas en dos partes, la primera parte las pruebas de fallas externas (provocadas), se usará un programador en buen estado para observar su reacción y en la segunda etapa para verificar fallas en programadores se usará un programador defectuoso, por supuesto que el banco de pruebas tiene sus limitaciones en esta ya que es capaz de sondear el funcionamiento general del programador, no así su funcionamiento interno y chequeo particular de sus componentes, pero si se puede verificar es estado donde se genera la falla.

CAPITULO III
INSTRUCTIVO DE OPERACION.

3.1 OPERACION GENERAL.

La operación general del banco de pruebas para programadores de calderas se encuentra determinada por la operación de cuatro paneles que se complementan para efectuar simulaciones de fallas en las calderas para verificar la respuesta del programador y a su vez asegurar que el programador reaccione adecuadamente a la falla, esto garantiza que bajo condiciones reales de funcionamiento, el programador mantendrá un margen de seguridad confiable bajo cualquier condición incorrecta de funcionamiento que se presente.

Antes de efectuar cualquier prueba de un programador el operador debe efectuar dos pruebas de control para determinar que los elementos de prueba se encuentran en buenas condiciones y su respuesta será correcta. La primera prueba sirve para verificar el estado de todas las luces, se ha denominado prueba de luces y se efectúa con el interruptor principal y el interruptor auxiliar en la posición de apagado "0", se pulsa el botón de prueba de luces y los pilotos principales se encienden en forma continua y los auxiliares en posición de apagado. La segunda prueba corresponde a la simulación de falla, en esta prueba se simula una falla provocada y el panel responde

apagando el piloto principal, a través de interruptor de prueba, y encendiendo el piloto auxiliar en forma intermitente. Estas pruebas son preliminares a las pruebas del programador. Los interruptores principales y auxiliares no deben conectarse simultáneamente en la posición de encendido. Al momento de efectuar la prueba coloque el interruptor auxiliar en la posición de apagado "0". Como ya se dijo anteriormente el banco consta de cuatro paneles, cuando se inicia la prueba del programador, se debe tomar en cuenta la secuencia de tiempos del programador, un cronómetro se encuentra dispuesto en el panel de medición para verificar los tiempos y activar las señales auxiliares, tales como la señal de la fotocelda, la cual tiene dispuesto un voltímetro y un amperímetro para verificar la señal, el panel de detección de llama tienen un interruptor para activar la señal de luz a la fotocelda y una mirilla de registros para chequear que efectivamente hay existencia de luz, un interruptor de señal será dispuesto en el panel de pruebas para simular falla de llama y será colocado en serie con el interruptor de encendido de flama, con esto se pretende simular un quemador de calderas. En el panel de medición se encuentra un voltímetro y un amperímetro a la entrada de la línea para chequear la variación de voltaje en las pruebas y operar el equipo en forma segura, el interruptor auxiliar se usa únicamente para efectos de prueba de los elementos auxiliares (luces pilotos), en toda la prueba no interviene. El cronómetro



se ha considerado para verificar los tiempos del programa y el interruptor principal para activar todo el circuito de prueba de programadores.

Al momento de efectuar la prueba el banco será capaz de evaluar la operación general del programador en prueba y simular fallas externas para verificar la respuesta del programador.

Para efectuar las pruebas el banco cuenta con un panel de pruebas, este a su vez está constituido por 12 pilotos principales, 12 pilotos auxiliares y 12 interruptores para prueba, el código de colores usado es el siguiente:

AMARILLO: Indica la condición de operación del quemador; ocurre cuando el programador establece el ciclo de operación y no sucede ninguna falla.

VERDE : Indica condición de operación del elemento a que corresponde.

ROJO : Indica falla en el elemento.

LOGICA DE OPERACION DE LOS PILOTOS.

PILOTOS PRINCIPALES.

Corresponde a los de mayor tamaño y tienen dos estados de operación, corresponden al circuito principal (1) y se alimentan a 110 voltios.

- a) Encendido: Cuando recibe señal del programador.
- b) Apagado : cuando el programador interrumpe la señal o cuando se provoca una falla.

PILOTOS AUXILIARES.

Corresponde a los de menor tamaño y se encuentran conectados al circuito secundario o auxiliar (2) son de color rojo e indican estados de falla, cuando se encuentran activados, funcionan de la siguiente forma.

Cuando el programador envía una señal a un determinado elemento, el piloto principal se activa, si se provoca una falla a través del interruptor de prueba el piloto principal queda sin energía, este a su vez activa un contacto auxiliar de un relé que corresponde a dicho elemento y activa el piloto auxiliar, la señal viaja hasta un puente rectificador para generar un tren de pulsos de manera que cuando se interrumpe el piloto principal se activa el piloto auxiliar en forma intermitente indicando condiciones de falla de dicho elemento; esta falla es recibida por el programador quien activa el piloto de falla y la alarma,

un interruptor es conectado en serie a la alarma para desactivarla hasta eliminar la falla.

Hasta el momento se ha hecho una descripción del funcionamiento del banco de pruebas y sus componentes principales y auxiliares, y la forma en que estos reaccionan en conjunto para detectar una falla provocada en el sistema, en el desarrollo de las pruebas en el banco será posible establecer rutinas para detectar fallas en el programador que se esté analizando.

3.2 OPERACION DEL PANEL DE PRUEBAS Y CONEXIONES AL PROGRAMADOR CB70.

Para efectuar la prueba de un programador de caldera, el programador únicamente deben conectarse las terminales de la base del programador a las terminales correspondientes de la bornera X1, la cual se relaciona con el panel de pruebas. En la figura 3.1 se muestra la vista frontal de este panel y su funcionamiento e interconexión al programador se detalla a continuación:

El funcionamiento del panel de pruebas corresponde a la secuencia de operación de una caldera. Sus elementos son:

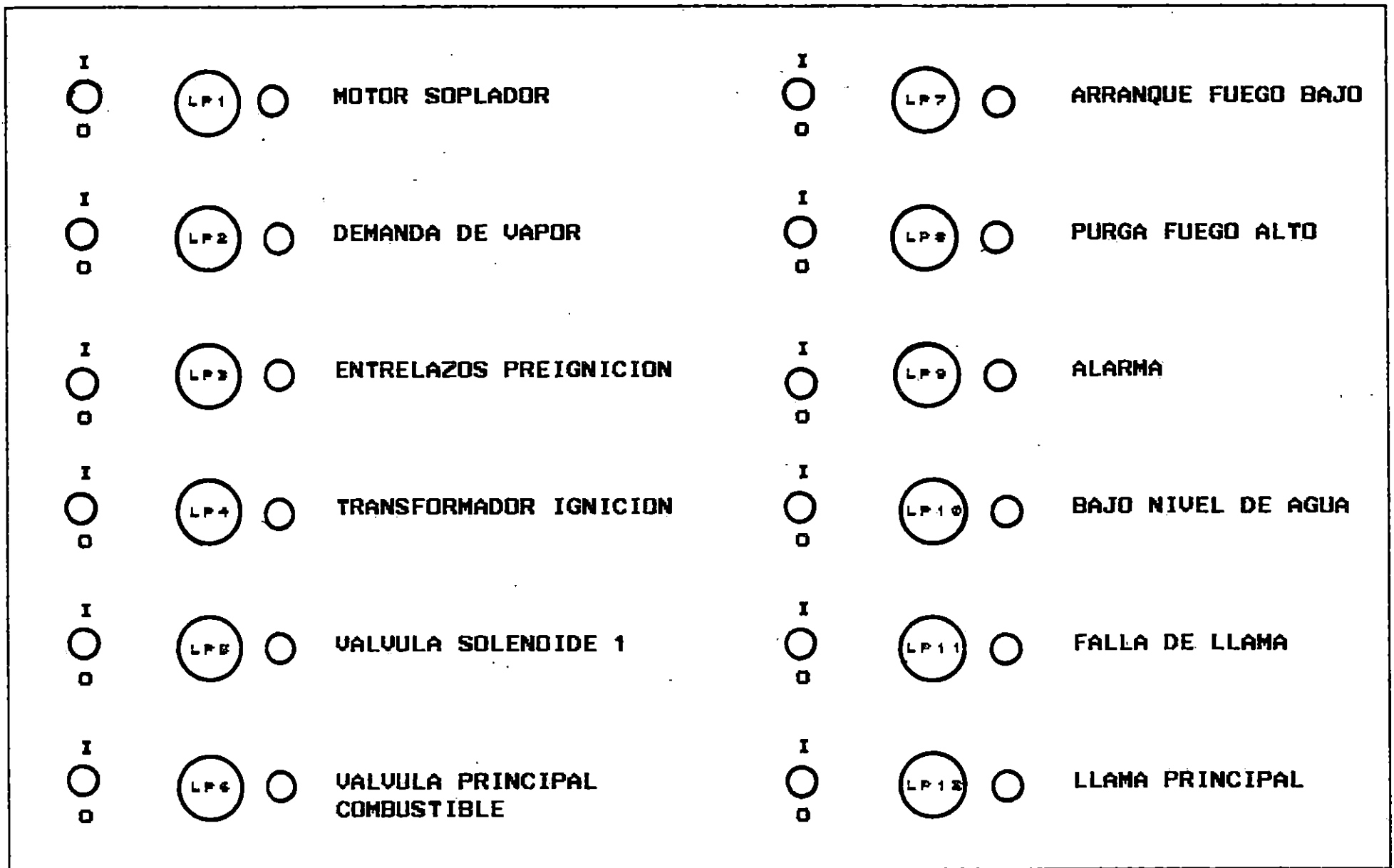
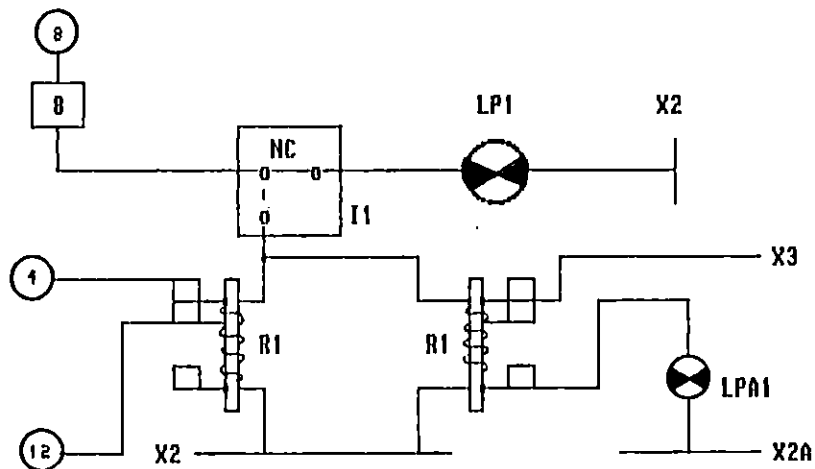


Fig. 3.1: Panel de control de pruebas

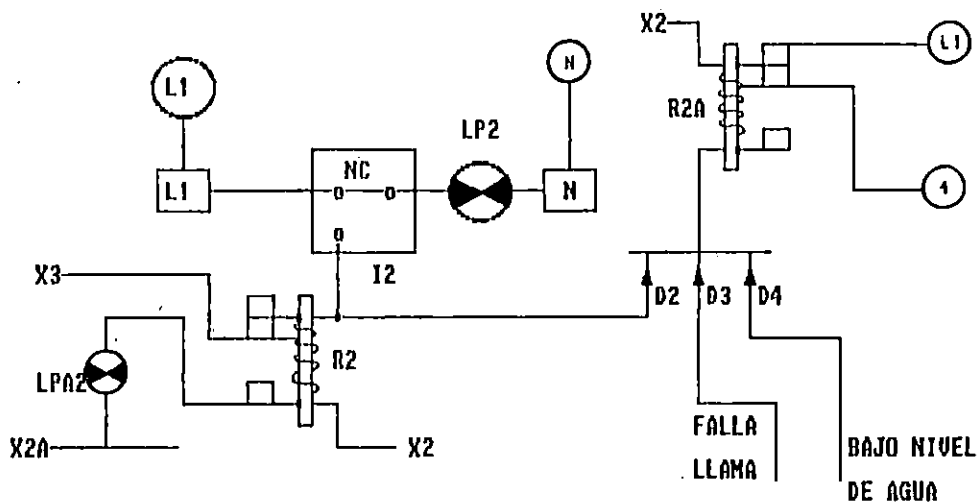
3.2.1 MOTOR SOPLADOR.

Se conecta entre el terminal 8 y el neutro del control programador, en X1 se encuentra conectado al terminal 8. Tiene una conexión con los terminales 4 y 12 a través de un contacto auxiliar para generar una falla.



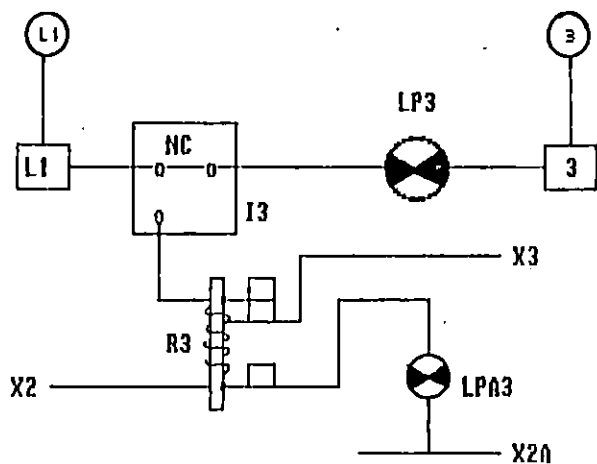
3.2.2 DEMANDA DE VAPOR.

Indica un límite, si este interruptor se encuentra abierto no se inicia el ciclo de programación, se conecta en el programador entre L1 y 4. En X1 se conecta entre L1 y 4.



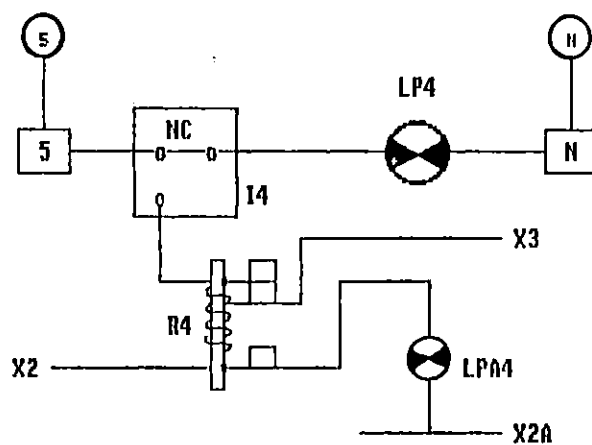
3.2.3 ENTRELAZOS DE PREIGNICION.

Se conecta entre 3 y L1 del programador y entre L1 y 3 de X1, se puede usar para generar una falla al inicio de la ignición.



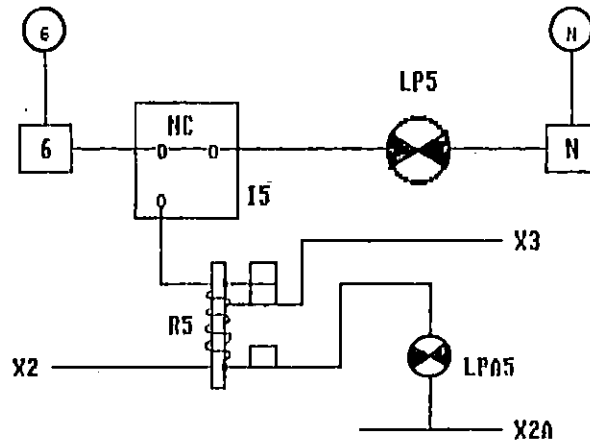
3.2.4 TRANSFORMADOR DE IGNICION.

Se conecta entre terminales 5 y neutro del programador y entre 5 y neutro de X1, se usa para generar una falla en la señal de ignición.



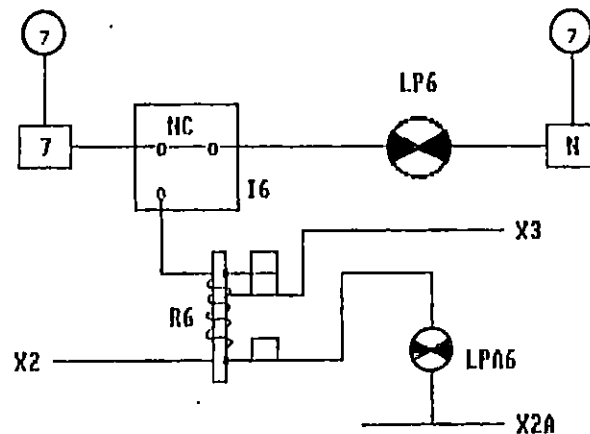
3.2.5 VALVULA SOLENOIDE 1.

Es un elemento auxiliar en una caldera puede omitirse o puede usarse para incluir otro elemento de prueba, se conecta entre 6 y neutro de X1.



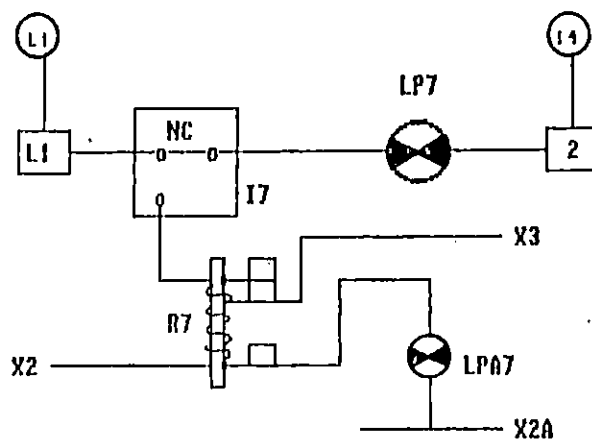
3.2.6 VALVULA PRINCIPAL COMBUSTIBLE.

Se conecta entre los terminales 7 y N del programador y entre 7 y N de X1.



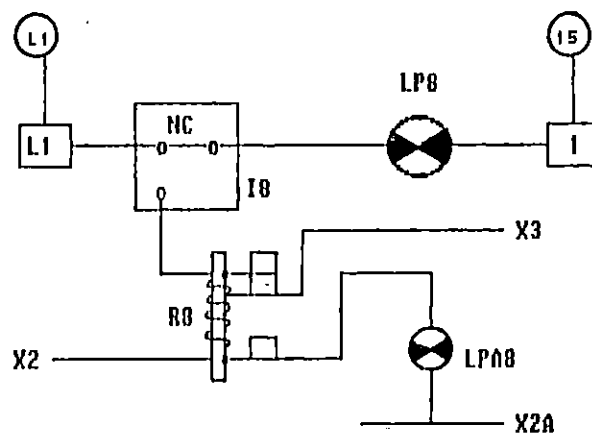
3.2.7 ARRANQUE FUEGO BAJO.

Es un interruptor que garantiza que la caldera debe arrancar en fuego bajo, es normalmente cerrado y se puede provocar una falla en el arranque a través del interruptor de prueba. Se conecta entre L1 y 14 del programador y entre L1 y 2 de X1.

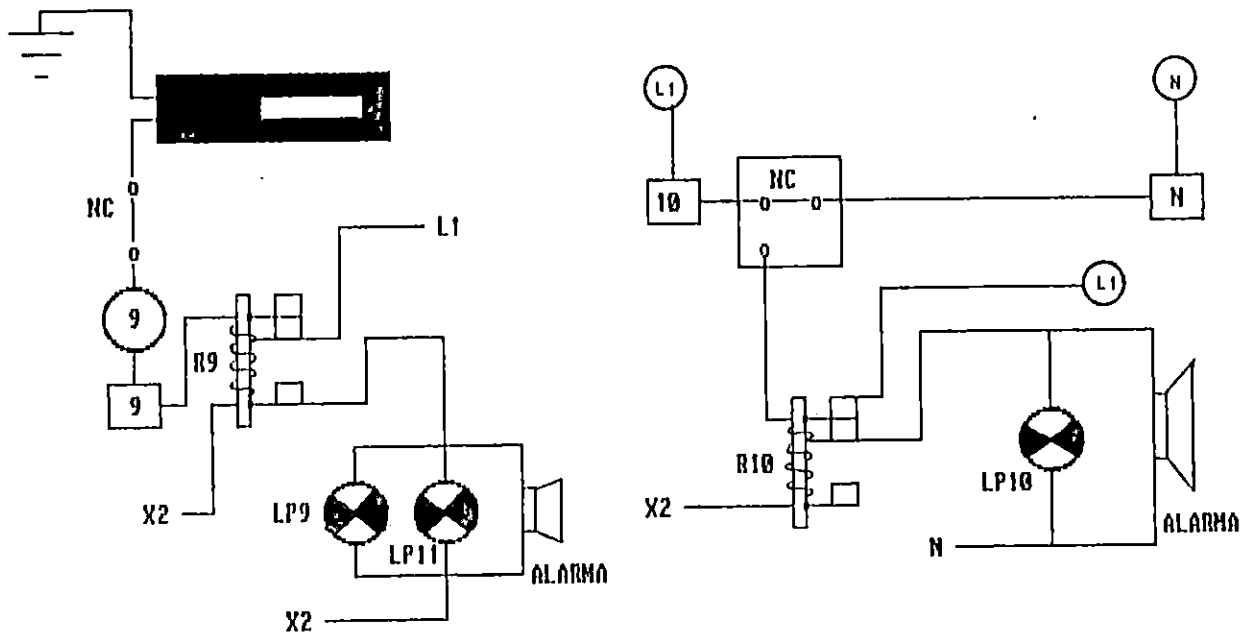


3.2.8 PURGA FUEGO ALTO.

Se conecta entre L1 y 15 del programador y entre L1 y 1 de X1; es un interruptor normalmente cerrado en el chequeo del programador.

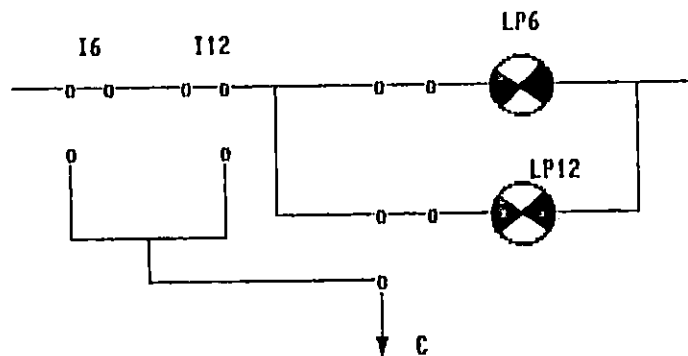


3.2.9 CIRCUITO PARA ALARMA, FALLA DE LLAMA Y BAJO NIVEL DE AGUA.



3.2.10 ENCENDIDO DE LA LLAMA.

Simula cuando la caldera se encuentra en operación.



3.3 ENSAYO DEL PROGRAMADOR Y DIAGNOSTICO DE FALLAS.

Es importante mencionar que antes de efectuar el ensayo de cualquier programador es necesario que el encargado de efectuar la prueba cuente con la información técnica del programador así como el diagrama de alambrado del banco de pruebas de manera que le resulte fácil la conexión a la bornera X1, también es necesario repuntar que el operador del banco de pruebas tiene que efectuar las conexiones del programador solamente en X1, la interconexión del banco de pruebas no debe modificarse. En el apartado 3.3.4 se da un guía para la conexión de cualquier programador.

Con esta prueba se simula que todas las condiciones son satisfechas sin problemas de manera que se inicie y termine un ciclo normal de operación.

3.3.1 ARRANQUE NORMAL DE UNA CALDERA.

- a) Efectúe las dos pruebas preliminares descritas en el apartado 2.8.2 (prueba de luces, alarma y sistema de señalización de fallas.
- b) Coloque el interruptor auxiliar en la posición "OFF"
- c) Verifique que todos los interruptores de prueba se encuentren en la posición "ON"
- d) Coloque el interruptor principal en la posición "ON"

- e) Observe el valor del voltaje en línea y anote su lectura
voltaje:_____ Voltios
- f) Compare el período de prepurga del programador con el
tiempo en el cronómetro, anote este valor
Tiempo de prepurga:_____seg.
- g) Un momento antes que se inicie la señal de ignición, active
el interruptor de ignición en el panel simulador de llama.
- h) Observe la secuencia de encendido de los pilotos
indicadores, anote esta secuencia.

- i) Una vez que se da el estado de RUN en el programador,
observará que el piloto de encendido de llama principal en
el panel de pruebas se encuentra activado, esto simula que
la caldera se encuentra en operación.

3.3.2 PARO NORMAL.

Si se desea simular un paro normal bajo las condiciones
descritas anteriormente, colocar el interruptor de demanda de
vapor en la posición "OFF" y observará dos cosas:

- 1) El programador inicia el período de prepurga, observe los
indicadores y anote.
Período prepurga:_____ seg.

2) El programador se posiciona en STANDBY.

COMENTARIOS _____

3.3.3 SENALIZACION DE FALLAS EN EL CB 70.

A continuación se simulan una serie de fallas que pueden generarse en una caldera y la respuesta del programador.

SEÑAL DE LLAMA DURANTE EL STANDBY

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor de llama en la posición "ON".
- b) Simultaneamente al paso anterior active el cronómetro
- c) Observe el código que despliega el programador y anote _____
- d) Anote el tiempo de respuesta del programador tiempo de respuesta a la falla _____ seg.
- e) Coloque el interruptor de llama en "OFF" y resetee el programador, anote su reacción _____

SEÑAL DE LLAMA DURANTE LA PREPURGA

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba

- anterior), coloque el interruptor principal en "ON"
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro
 - c) Cuando el programador se encuentre en el periodo de prepurga active el interruptor de llama en el panel simulador de llama
 - d) Observe el código que despliega el programador y anote

 - e) Anote el tiempo de respuesta del programador
tiempo de respuesta a la falla_____seg.
 - f) Coloque el interruptor de llama en "ON" y resetee el programador, anote su reacción_____

FALLA DE SWITCH DE PURGA DEL FUEGO ALTO

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor principal en la posición "ON".
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro
- c) Cuando se active el piloto de purga fuego alto, colóquelo en la posición "OFF".
- d) Observe el código que despliega el programador y anote

- e) Anote el tiempo de respuesta del programador
tiempo de respuesta a la falla_____seg.

- f) Coloque el interruptor de purga fuego alto en "ON" y reseteé el programador, anote su reacción_____

FALLA EN LA LLAMA PILOTO

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor principal en la posición "ON".
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro
- c) Cuando el programador se encuentre en el estado de señal de ignición, coloque el interruptor de transformador de ignición en la posición "OFF".
- d) Observe el código que despliega el programador y anote

- e) Anote el tiempo de respuesta del programador
tiempo de respuesta a la falla_____seg.
- f) Coloque el interruptor de ignición en "OFF" y reseteé el programador, anote su reacción_____

FALLA DE LA LLAMA EN EL CICLO DE QUEMADO.

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor principal en la posición "ON".
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro

- c) Cuando el programador se encuentre en el estado de RUN (funcionamiento del quemador), coloque el interruptor de falla de llama en la posición "OFF"
- d) Observe el código que despliega el programador y anote

- e) Anote el tiempo de respuesta del programador tiempo de respuesta a la falla_____seg.
- f) Coloque el interruptor de llama en "ON" y resetee el programador, anote su reacción_____

ENTRELAZOS DE ABIERTOS DURANTE LA EJECUSION

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor principal en la posición "ON"
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro
- c) Con el programador en el estado de RUN, coloque el interruptor de entrelazos de preignición en "OFF"
- c) Observe el código que despliega el programador y anote

- d) Anote el tiempo de respuesta del programador tiempo de respuesta a la falla_____seg.
- e) Coloque el interruptor de entrelazos en "ON" y resetee el programador, anote su reacción_____



BAJO NIVEL DE AGUA

- a) Con el programador en el estado de standby (prueba anterior), coloque el interruptor principal en la posición "ON"
- b) Simultáneamente al paso anterior active el cronómetro
- c) Coloque el interruptor de bajo nivel de agua en "OFF"
- d) Observe el código que despliega el programador y anote

- e) Anote el tiempo de respuesta del programador
tiempo de respuesta a la falla _____seg.
- f) Coloque el interruptor de bajo nivel en "ON" y resetee el programador, anote su reacción _____

3.3.4 CONEXION DEL PROGRAMADOR AL BANCO DE PRUEBAS.

Como ya se dijo anteriormente el operador debe conectar los terminales de la base del programador a la bornera X1, a continuación se da una explicación de la forma de conexión del programador a X1.

Generalmente la mayoría de los programadores tienen en su reverso una tabla de conexión de sus elementos, si no se dispone de esta información, deberá contarse con la información técnica

del programador en prueba.

Por ejemplo ALARMA en el CB70 corresponde al terminal 9 del programador, entonces dicho terminal se conecta al terminal 9 de X1 y así sucesivamente para todos los elementos que aparecen en el panel de prueba. A continuación se describen los elementos del programador y el terminal a X1 que deben conectarse.

TERMINAL EN X1	ELEMENTO DEL PROGRAMADOR EN PRUEBA
L1	Línea de alimentación (L1)
N	Común o neutro
entre L1 y 1	Interruptor de purga fuego alto
entre L1 y 2	Arranque fuego bajo
entre 7 y N	Válvula principal combustible
entre 6 y N	Válvula solenoide 1
entre 5 y N	Transformador ignición
entre L1 y 3	Entrelazos preignición
entre L1 y 4	Demanda de vapor
entre L1 y 8	Motor soplador
9	Alarma, falla de llama
L1	bajo nivel de agua

CAPITULO IV

4- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS.

El instructivo de mantenimiento se considera ya que muchas de las fallas ocurren por causas pequeñas o descuido.

En realidad la mayoría de los controles de operación requieren poco mantenimiento aparte de la inspección ocasional.

4.1 LIMPIEZA DEL PANEL SIMULADOR.

Verifique que todas las conexiones estén apretadas y manténgalas limpias. Saque todo el polvo que se acumule en el interior de los controles con una manguera de aire comprimido de baja presión, teniendo cuidado de no causar daños a los mecanismos.

4.2 VERIFICACION DE ACCESORIOS Y EQUIPO ELECTRICO DE LOS PANELES.

Examine todos los interruptores para verificar que no estén dañados, de la misma manera las señales auditiva (timbre) y visuales (luz piloto) ya que el polvo y la suciedad producen excesivo calentamiento, pudiendo dañar los contactos de los interruptores creando falso contacto, puede poner duro el

interruptor hasta pegarlo, además los focos pueden quemarse debido a estas causas.

En el caso del control programador este no requiere ajuste y no intente alterar las posiciones de los contactos aunque estos contactos requieran una limpieza ocasional. Antes de efectuar esto siga las instrucciones dadas en el boletín o manual del fabricante.

No emplee materiales raspantes para limpiarlos y mantenga la puerta del panel cerrada durante la operación.

4.3 CHEQUEO DE TERMINALES ELECTRICOS.

El chequeo de los terminales se vuelve necesario en el mantenimiento ya que en muchas ocasiones al momento de maniobrar los conductores accidentalmente puede desprenderse algún terminal y provocar alguna falla en el sistema, debe verificarse que los terminales de "ojo" se encuentren apretados en las borneras, al igual que los terminales tipo "bandera" deben de ser ajustados para que entren apretados, además debe chequearse el conductor eléctrico que llega a cada uno de estos terminales, de preferencia deben ser soldados con estaño.

4.4 CHEQUEO GENERAL DEL SISTEMA ELECTRICO.

El chequeo general siempre es necesario realizarlo antes de efectuar cualquier prueba en el banco, en especial cuando se esté trabajando con el control programador. En cada una de las pruebas es necesario considerar y respetar los diagramas eléctricos así como su nomenclatura, es necesario además que la persona que efectúe dichos chequeos sea idónea en el tema.

Al momento de probar el control programador debe de verificarse modelo y marca para seleccionar el diagrama equivalente necesario, estas equivalencias se encuentran en otro apartado de este mismo contenido. Al estar seguro de que ya ha sido verificado en forma general todo el sistema eléctrico se puede proceder a efectuar las diferentes pruebas de simulación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Se toma en cuenta el factor tecno-económico para el diseño y construcción del banco de pruebas, podemos establecer que su construcción es accesible, ya que los elementos empleados son de bajo costo, comunes en nuestro medio y de operación simple. El costo total del proyecto es de aproximadamente ¢ 6,000.00 que en comparación con el costo de un equipo similar en el mercado resulta ser relativamente barato, además se puede establecer que el modelo propuesto no es exclusivo para fines de prueba de programadores.
- Otro aspecto importante del proyecto es la contribución que éste puede generar al desarrollo de tecnología propia para resolver problemas reales en programadores de calderas, además el proyecto puede ser usado para fines didácticos ya que en el se pueden generar todo un proceso para pruebas y fallas en calderas a través del procedimiento de pruebas del programador lo que vendría a contribuir a la formación vocacional del estudiante de ingeniería mecánica.

- De acuerdo al estudio realizado se puede concluir que no siempre es posible sustituir un modelo de programadores por otro que sea más reciente ya que este cambio se encuentra sujeto a diferentes condiciones que determinan su campo de trabajo, corresponde al ingeniero de campo efectuar un estudio correcto para determinar la factibilidad del posible cambio.

- El estudio realizado también nos permite asegurar que se pueden generar alternativas de solución para problemas reales con tecnologías propias por lo tanto se recomienda incluir el banco de pruebas para realizar laboratorios que permitan al estudiante tener una visión más clara del comportamiento de un programador ante una determinada falla.

- Se recomienda que la Escuela de Ingeniería Mecánica adquiera varios programadores que permitan efectuar diferentes pruebas y que sirvan para generar guías de laboratorio específicas para cada programador en particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1- PLANTAS DE VAPOR
ARRANQUE PRUEBA Y OPERACION
CHARLES DONALD SWIFT (ING. MECANICO)
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.
PRIMERA EDICION, MEXICO, 1965.

- 2- CALDERAS: TIPOS, CARACTERISTICAS Y SUS FUNCIONES
CARL D. SHIELD
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL
TERCERA EDICION, MEXICO, 1973.

- 3- CALDERAS DE VAPOR
E. PULL
QUINTA IMPRESION, TRADUCCION DE LA TERCERA EDICION
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A.
BARCELONA, 1977.

- 4- DISEÑO DE UNA CALDERA TUBULAR DE BAJA PRESION
ORTIZ GUILLEN, JORGE ERNESTO

- 5- MANUAL DE INSTALACIONES TECNICAS, GENERACION DE VAPOR
(DESCRIPCION GENERAL).

- 6- SEMINARIO SOBRE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS
INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DON BOSCO, SAN SALVADOR

- 7- REVISTA TECNO TERM S.A.L.
CENTENARIO URUGUAYO 955/77

- 8- MANUALES TECNICOS DE PROGRAMADORES CLEAVER BROOK, HONEYWELL
Y YORK-SHIPLEY

- 9- DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA FABRICACION DE BLOQUE SUELO -
CEMENTO.
CARTAGENA CHINCHILLA A. M.
TESIS INGENIERO MECANICO

A N E X O 1

(TABLAS DE CONVERSION DE ALAMBRADO
PARA DIFERENTES MODELOS DE PROGRAMADORES)



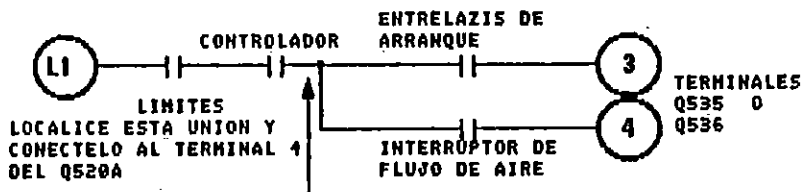
ANEXO 1

CONVERSION DEL ALAMBRADO

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41448 (SUBBASE Q520A1121)																				REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN		
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				F	G
R4126A1008	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G	U1	U2	R4140G1171
R4126A1016	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1024	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1032	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1040	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1057	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1065	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																				NINGUNO		
R4126A1073	L1	L2	4	2Δ	5	6	7	8 Δ	9	11	14	12	16	13	15	3	-	-	F1	G			R4140L1147
R4126A1081	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1099	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 5Δ																				NINGUNO		
R4126A1107	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																				NINGUNO		
R4126A1115	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																				NINGUNO		
R4126A1123	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																				NINGUNO		
R4126A1131	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																				NINGUNO		
R4126A1149	L1	L2	4	3	5	6	7	8	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126A1156	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 5Δ																				NINGUNO		
R4126A1164	L1	L2	4	2Δ	5	6		8 Δ	9	11	14	12	16	13	15	3	-	-	F1	G			R4140L1147
R4126A1172	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3Δ	12	16	13	15	4	-	14	F1	G			R4140L1147
R4126A1180	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3Δ	12	16	13	15	4	-	14	F1	G			R4140L1147
R4126A1198	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3Δ	12	16	13	15	4	-	14	F1	G			R4140L1147
R4126A1206	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 5Δ																				NINGUNO		
R4126B1006	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126B1014	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171
R4126B1022	L1	L2	4	3	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	-	-	-	-	F1	G			R4140G1171

1Δ LOS TERMINALES U₁ Y U₂ DEBEN SER USADOS SOLAMENTE PARA SENSORES C7012E,F Y C7020. PARA APLICACIONES DONDE SE DESEE MODERNIXAR UN SISTEMA Y UN C7020.

- 2Δ A. SI LOS ENTRELAZOS INTERIOR SON USADOS, CONECTE ESTE PUNTO AL CONTROLADOR, INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE Y LOS ENTRELAZOS DE ARRANQUE A LOS TERMINALES 4 Y 16.
 B. SI NO SON USADOS. LOS ENTRELAZADOS DE ARRANQUE, EFECTUE UN PUENTE ENTRE LOS TERMINALES 4 Y 16



- 3Δ A. PARA USAR UN CIRCUITO DE MODULACION POLARIZADOR, EFECTUE UN PUENTE ENTRE LOS TERMINALES 11 Y 6.
 B. SI NO SE UTILIZA ESTE SISTEMA, DESCENTE DEL Q535 O Q336
- 4Δ SI EL INTERRUPTOR DEL FUEGO ALTO ES LIDER, ESTA CONECTADA ENTRE 4 Y 15.
 SI NO ES USADO ESTE INTERRUPTOR DEBE HACERSE UN PUENTE ENTRE 4 Y 15.

Tabla 3.1 Tabla de conversion de alambrado serie R4126A

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41448 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN			
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G	U1	U2
R4126A1008	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	5Δ	5Δ	-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1016	L1	L2			5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13			-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1024	L1	L2			5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13			-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1032	L1	L2			5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13			-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1040	L1	L2			5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13			-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1057	L1	L2	↓	↓	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	↓	↓	-	-	F1	G	↑	↑
R4126A1065	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																					
R4126A1073	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8 2Δ	9	11	14	12	16	13	15	5Δ	-	-	F1	G		
R4126A1081	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	5Δ	5Δ	-	-	F1	G		
R4126A1099	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 4Δ																					
R4126A1107	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																					
R4126A1115	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																					
R4126A1123	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																					
R4126A1131	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																					
R4126A1149	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	5	5	-	-	F1	G		
R4126A1156	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 4Δ																					
R4126A1164	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8 2Δ	9	11	14	12	16	13	15	5Δ	-	-	F1	G		
R4126A1172	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3	12	16	13	15	4	-	14	F1	G		
R4126A1180	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3	12	16	13	15	4	-	14	F1	G		
R4126A1198	L1	L2	F2	3	5	6	7	8	9	11	3	12	16	13	15	4	-	14	F1	G		
R4126A1206	CORP. ESPECIAL DE VAPOR 4Δ																					
R4126B1006	L1	L2	5Δ	5Δ	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	5Δ	5Δ	-	-	F1	G		
R4126B1014	L1	L2	↓	↓	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	↓	↓	-	-	F1	G		
R4126B1022	L1	L2	↓	↓	5	6	7	8&15	9	11	14	12	16	13	↓	↓	-	-	F1	G		

- 1Δ LOS TERMINALES U₁ Y U₂ DEBEN SER USADOS SOLAMENTE PARA SENSORES C7012E,F Y C7020. PARA APLICACIONES DONDE SE DESEE MODERNIZAR UN SISTEMA Y UN C7020.
- 2Δ SI EL INTERRUPTOR DEL FUEGO ALTO ES LIDER, ESTA CONECTADA ENTRE 4 Y 15.
SI NO ES USADO ESTE INTERRUPTOR DEBE HACERSE UN PUENTE ENTRE 4 Y 15.
- 3Δ A. PARA USAR UN CIRCUITO DE MODERNIZACION POLARIZADO SALTAR DE TERMINAL 11 Y 6 DEL Q520A.
B. SI UN CIRCUITO AISLADO DE MODULACION DESEADO, IDENTIFIQUE EL ALAMBRADO CONECTADO ENTRE LA TERMINAL R DEL Q535 DE LA TERMINAL 6 DEL Q536 DEL MOTOR MODULADOR. DECONECTE LA TERMINAL 6 DEL Q535 O Q536 Y RECONECTELO A LA TERMINAL 11 DEL Q535A.
- 4Δ CONTACTE CON VAPOR CORP. MANAGER, ORDER 7 CREDIT DEPARTMENT.
- 5Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4148 CON REQUERIMIENTOS SEGUROS DE DEDICION, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADO DE BLOQUEO, ENTRELAZADO DE PRE-IGNICION, SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SIGUE:
- ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 DEL Q520A
ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A

Tabla 3.2 Tabla de conversion de alambado serie R4126

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN				
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			F	G	
R4127A1007	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G	U ₁	U ₂	R4148L1147
R4127A1015	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G			R4148L1147
R4127A1023	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1031	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	2	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1049	L1	L2	↓		5	6	7	8	2	9	↓	14	12	↓	13	↓	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1056	L1	L2	↓		5	6	7	8	2	9	↓	14	12	↓	13	↓	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1064	L1	L2	↓		5	6	7	8	2	9	↓	14	12	↓	13	↓	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1072	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																		NINGUNO				
R4127A1080	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	2	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1098	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	2	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1106	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																		NINGUNO				
R4127A1114	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																		NINGUNO				
R4127A1122	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	15	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1130	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1148	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	↓	14	12	↓	13	2	15	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1155	L1	L2	↓		5	6	7	8	2	9	11	14	12	16	13	↓	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1163	MODELO INTERNACIONA, 50 Hz																		NINGUNO				
R4127A1171	L1	L2	↑		5	6	7	8	3	9	11	14	12	4	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1189	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127A1197	L1	L2	↑		5	6	7	8	15	9	11	14	12	16	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1005	L1	L2	↑		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1013	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	2	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1021	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	2	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1039	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	3	14	12	2	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1047	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127B1054	L1	L2	2		5	6	7	8	2	9	↑	14	12	↑	13	↑	-	-	F	G	R4148L1147		
R4127C1003	L1	L2	↓		5	6	7	8	2	9	↓	14	12	↓	13	↓	-	-	F	G	R4148L1147		

- 1A LOS TERMINALES U₁ Y U₂ DEBEN SER USADOS SOLAMENTE PARA SENSORES C7012E,F Y C7020. PARA APLICACIONES DONDE SE DESEE MODERNIZAR UN SISTEMA Y UN C7020.
- 2A PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4140 CON REQUERIMIENTOS SEGUROS DE DEDICION, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADO DE BLOQUEO, ENTRELAZADO DE PRE-IGNICION, SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SIGUE:
- ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 DEL Q520A
 ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A
- 3A SI ES REQUERIDO EL FUEGO ALTO PARA LA PURGA, REALAMBRE EL CIRCUITO DE MODULACION POR LAS ESPECIFICACIONES DE LA HOJA DEL R4140.

Tabla 3.3 Tabla de conversion de alambrado serie R4127

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																			REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN		
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F		G	
24CJ5 1000	L1	L2	10	4	5	6	7	8	1Δ	9	-	-	-	1Δ	-	-	3& 11	-	-	S1	S2	R4140M1038
24CJ5 3000	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	-	3	-	X	S1	S2	R4140M1038
24CJ5 3010	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
24CJ5 3011	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
24CJ5 3014	L1	L2	3	4	5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-	-	-	-	-	S1	S2	R4140G1163
24CJ5 5010	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2	2	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
24CJ5 5011	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2	2	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
24CJ5 5015	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
24CJ5 5015A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
25CU6 1050	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	-	3	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1038
25CU6 1062	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1038	
25CU6 1063	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1053	
25CU6 1065	L1	L2	3	4	5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-	-	-	-	-	S1	S2 4Δ	R4140G1163
25CU6 5062	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1038	
25CU6 5063	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1053	
25CU6 5065	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2 4Δ	R4140L1147	
25CU6 5065A	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2 4Δ	R4140L1147	
25CU6 5066	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2 4Δ	R4140G1126	
25CU6 5066A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2 4Δ	R4140G1106	
26CU6 RS-2	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	-	3	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1038
26CU6 RS-2D	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1053	
26CU6 RS-2RE	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2 4Δ	R4140M1053	
26CF6 1000	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	-	3	-	-	S1	S2	R4140M1038
26CF6 1010	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
26CF6 1011	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
26CF6 1012	L1	L2	3	4	5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-	-	-	-	-	S1	S2	R4140G1163
26CF6 5020	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
26CF6 5021	L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2Δ	2Δ	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
26CF6 5022	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
26CF6 5022A	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
26CF6 5023	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
26CF6 5023A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
26CF6 RC-3A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	

1Δ SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO ES USADO EN EL CIRCUITO DE INICIO DE LOS ENTRELAZADOS, REALAMBRE EL SWITCH ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A Y SALTE LOS TERMINALES DESDE LOS CUALES EL SWITCH DE FUEGO BAJO FUE REMOVIDO.
SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO NO ES REQUERIDO, SALTAR LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A.

2Δ SALTAR LOS TERMINALES 11 Y 12 DEL Q520A

3Δ INSTALE UN SWITCH DE FUEGO ALTO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A. SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO NO ES REQUERIDO, SALTAR LAS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A.

4Δ CONECTE LA TERMINAL 6 DEL Q20A A UN POLO TIERRA (LA TERMINAL S₂ DEL FIREYE NO ESTA POLARIZADA)

5Δ IDENTIFIQUE Y DESCONECTE EL ALAMBRE DEL SWITCH DE FUEGO ALTO DE LA TERMINAL D Y DESCONECTE LA TERMINAL 15

Tabla 3.4. Diagrama de conversion de alambrado Fireye serie C

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO		TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN			
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G		
24CJ5 1000	TERMINALES DEL PROGRAMADOR	L1	L2	10	4	5	6	7	8	1A	9	-	-	-	1A	-	-	3& 11	-	-	S1	S2	R4140M1038
24CJ5 3000		L1	L2	P	D	5	6	7	M	1A	A	-	-	-	1A	-	-	3	-	X	S1	S2	R4140M1038
24CJ5 3010		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
24CJ5 3011		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
24CJ5 3014		L1	L2	3	4	5	6	7	M	1A	A	11	10	12	1A	-	-	-	-	-	S1	S2	R4140G1163
24CJ5 5010		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
24CJ5 5011		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
24CJ5 5015		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
24CJ5 5015A		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
25CU6 1050		L1	L2	P	D	5	6	7	M	1A	A	-	-	-	1A	-	-	3	-	X	S1	S2 3A	R4140M1038
25CU6 1062		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1038	
25CU6 1063		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1053	
25CU6 1065		L1	L2	3	4	5	6	7	M	1A	A	11	10	12	1A	-	-	-	-	-	S1	S2 3A	R4140G1163
25CU6 5062		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1038	
25CU6 5063		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1053	
25CU6 5065		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5A	3	-	-	S1	S2 3A	R4140L1147	
25CU6 5065A		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	5A	3	-	-	S1	S2 3A	R4140L1147	
25CU6 5066		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2 3A	R4140G1106	
25CU6 5066A		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2 3A	R4140G1106	
26CU6 RS-2	FIREYE	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1A	A	-	-	-	1A	-	-	3	-	X	S1	S2 3A	R4140M1038
26CU6 RS-2D		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1053	
26CU6 RS-2RE		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2 3A	R4140M1053	
26CF6 1000	SERIE C	L1	L2	P	D	5	6	7	M	1A	A	-	-	-	1A	-	-	3	-	-	S1	S2	R4140M1038
26CF6 1010		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
26CF6 1011		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
26CF6 1012		L1	L2	3	4	5	6	7	M	1A	A	11	10	12	1A	-	-	-	-	-	S1	S2	R4140G1163
26CF6 5020		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1038	
26CF6 5021		L1	L2	P	3	5	6	7	M	A	10	2A	2A	D	-	-	-	-	X	S1	S2	R4140M1053	
26CF6 5022		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	4A	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
26CF6 5022A		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	4A	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
26CF6 5023		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
26CF6 5023A		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	
26CF6 RC-3A		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	-	3	-	-	S1	S2	R4140G1106	

1A SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO ES USADO EN EL CIRCUITO DE INICIO DE LOS ENTRELAZADOS, REALAMBRE EL SWITCH ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A Y SALTE LOS TERMINALES DESDE LOS CUALES EL SWITCH DE FUEGO BAJO FUE REMOVIDO.
SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO NO ES REQUERIDO, SALTAR LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A.

2A SALTAR LOS TERMINALES 11 Y 12 DEL Q520A

4A CONECTE LA TERMINAL 6 DEL Q20A A UN POLO TIERRA (LA TERMINAL S₂ DEL FIREYE NO ESTA POLARIZADA)

5A IDENTIFIQUE Y DESCONECTE EL ALAMBRE DEL SWITCH DE FUEGO ALTO DE LA TERMINAL D Y DESCONECTE LA TERMINAL 15

Tabla 3.5. Conversion alambrado Fireye serie C

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																			REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN			
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F		G		
24CJ5 1000	L1	L2	↑	↑	5	6	7	8	1Δ	9	-	-	-	1Δ	-	↑	↑	-	-	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 3000	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-			-	X	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 3010	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 3011	L1	L2	1Δ	1Δ	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	1Δ	1Δ	-	X	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 3014	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-			-	-	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 5010	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 5011	L1	L2	↓	↓	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	↓	↓	-	X	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 5015	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
24CJ5 5015A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
25CU6 1050	L1	L2	↑	↑	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	↑	↑	-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 1062	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 1063	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 1065	L1	L2	1Δ	1Δ	5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-	1Δ	1Δ	-	-	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5062	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5063	L1	L2	↓	↓	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	↓	↓	-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5065	L1	L2	P	13	5	6	7	M	8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5065A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5066	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	4Δ	R4140L1147
25CU6 5066A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	4Δ	R4140L1147
26CU6 RS-2	L1	L2	↑	↑	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	↑	↑	-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
26CU6 RS-2D	L1	L2	1Δ	1Δ	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	1Δ	1Δ	-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
26CU6 RS-2RE	L1	L2	↓	↓	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	↓	↓	-	X	S1	S2	4Δ	R4140L1147
26CF6 1000	L1	L2	↑	↑	5	6	7	M	1Δ	A	-	-	-	1Δ	-	↑	↑	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 1010	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2		R4140L1147
26CF6 1011	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2		R4140L1147
26CF6 1012	L1	L2	1Δ	1Δ	5	6	7	M	1Δ	A	11	10	12	1Δ	-	1Δ	1Δ	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5020	L1	L2			5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-			-	X	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5021	L1	L2	↓	↓	5	6	7	M	1Δ	A	2Δ	10	2Δ	D	-	↓	↓	-	X	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5022	L1	L2	P	13	5	6	7	M	8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5022A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	8	A	X	10	11	D	12	5Δ	3	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5023	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 5023A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2		R4140L1147
26CF6 RC-3A	L1	L2	P	13	5	6	7	M	3Δ	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2		R4140L1147

- 1Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4140 CON REQUERIMIENTOS SEGUROS DE DEDICION, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADO DE BLOQUEO, ENTRELAZADO DE PRE-IGNICION, SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO, CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SIGUE;
- 2Δ SALTAR LOS TERMINALES 10 Y 12 PARA L1 DEL Q520A
- 3Δ INSTALE UN SWITCH DE FUEGO ALTO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A. SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO NO ES REQUERIDO, SALTE LAS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A.
- 4Δ CONECTE LA TERMINAL 6 DEL Q20A A UN POLO TIERRA (LA TERMINAL S₂ DEL FIREYE NO ESTA POLARIZADA)
- 5Δ IDENTIFIQUE Y DESCONECTE EL ALAMBRE DEL SWITCH DE FUEGO ALTO DE LA TERMINAL D Y DESCONECTE LA TERMINAL 15

Tabla 3.6. Conversion de alambrado Fireye serie C

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN			
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G		
D10-5016	PROGRAMADOR DE LA SERIE D	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	2Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D10-5022		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	2Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D10-5065		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	2Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D10-5015		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D20-5023		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D20-5066		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	3Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147	
D30-5010		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1186
D30-5011		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1186
D30-5020		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1186
D30-5021		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1194
D30-5062		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1194
D30-5063		L1	L2	P	3	1Δ	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	-	13	-	X	S1	S2	R4140M1194

5A IDENTIFIQUE Y DESCONECTE EL ALAMBRE DEL SWITCH DE FUEGO ALTO DE LA TERMINAL D Y DESCONECTE EL TERMINAL 15

3A INSTALE UN SWITCH DE FUEGO ALTO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A. SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO NO ES REQUERIDO, SALTE LAS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q20A.

Tabla 3.7. Conversion de alambrado series 24PJ181000,1002

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL R41440 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN		
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G	
D10-5016	PROGRAMADOR DE LA SERIE D	L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5022		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5065		L1	L2	P	13	5	6	7	M & 8	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5015		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5023		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5066		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	X	10	11	D	12	1Δ	3	-	-	S1	S2	R4140L1147
D10-5010		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147
D10-5011		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147
D10-5020		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147
D10-5021		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147
D10-5062		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147
D10-5063		L1	L2	P	13	5	6	7	M	A	-	-	-	D	-	1Δ	3	-	X	S1	S2	R4140L1147

1Δ APARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4140L QUE CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD, LO SIGUIENTE DEBERA SER AGREGADO: UN ENTRELAZADO DE PREIGNICION ENTRE LAS TERMINALES DE LA 4 A LA 15, UN SWITCH DE FUEGO BAJO ENTRE LAS TERMINALES DE LA 8 A LA 13 Y UN SWITCH DE FUEGO ALTO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 15.

Tabla 3.8. Conversion de alambrado Fireye serie D.

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																			REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN		
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F		G	
25R08 4580	4	2 & 13	R	3	5	6	7	8	9	10	1	11	B	-	W	FU	12	-	14	15	R4140L1147	
25R08 6558	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	1Δ	9	2Δ	10	11	1Δ	12	1Δ	1Δ	-	1	14	15	R4140L1147
25R08 6560	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	1Δ	1Δ	-	1	14	15	R4140L1147	
25R08 6566	4	2	1Δ	1Δ	6	5	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	-	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147
25R08 6570	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	W	1Δ	-	1	14	15	R4140L1147	
25R08 6580	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	W	FU	-	1	14	15	R4140L1147	
26RJ8 1000	4	2	1Δ	1Δ	-	5	7	8	1Δ	9	2Δ	10	11	1Δ	12	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1001	4	2			5	-	7	8		9	7Δ	7Δ	7Δ		7Δ			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1002	4	2			5	-	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1003	4	2			5	-	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1004	4	2			5Δ	5	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1005	4	2			5	-	7	8		9	3Δ	6	3Δ		-			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1006	4	2			5	5Δ	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1008	4	2			5	6	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1009	4	2			5	6Δ	7	8		10	3Δ	9	3Δ		-			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1011	4	2			5	6	7	8		9	2Δ	10	11		12			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1012	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 1012T	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 1016	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 1016T	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 1018	4	2	↓	↓	5	6	7	8	↓	9	13	10	11	↓	12	↓	↓	-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 1114	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO		
26RJ8 1115	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO		
26RJ8 5914	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO		
26RJ8 6008	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	1Δ	9	2Δ	10	11	1Δ	12	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6009	4	2			5	6Δ	7	8		10	3Δ	9	3Δ		-			-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6012	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 6016	4	2			5	-	7	8		9	B	R	10		W			-	-	14&13	15	R4140L1147
26RJ8 6018	4	2	↓	↓	5	6	7	8	↓	9	13	10	11	↓	12	↓	↓	-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6026	NO ES RECOMENDABLE REEMPLAZARLO POR EL R4140																			NINGUNO		
26RJ8 6058	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	1Δ	9	2Δ	10	11	1Δ	12	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6060	4	2			5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	B	12	1Δ		-	1	14	15	R4140L1147
26RJ8 6066	4	2			6	5	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	-	1Δ		-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6068	4	2			5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	1Δ	12	1Δ		-	-	14	15	R4140L1147
26RJ8 6070	4	2	↓	↓	5	6	7	8		9	13	10	11	B	12	W	↓	-	-	14	15	R4140L1147

Tabla 3.9. Conversion de alambrado Fireye serie P

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES FIREYE SERIE DEL PROGRAMADOR	TERMINALES DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																	REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN					
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18	F	G		
26RJB 6080,D	FIREYE	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	W	FU	-	I	14	15	R4140L1147		
26RJB 6160,D	FIREYE	4	2	R	FV	5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	B	12	1Δ	3	-	I	14	15	R4140L1147	
26RJB CB1	FIREYE	4	2	1Δ	1Δ	5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	I	12	1Δ	1Δ	-	-	14	15		
26RJB CB3,D	FIREYE	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	W	FU	-	-	14	15			
29RF5 1000	SERIE	4	2	1Δ	1Δ	5	6Δ	7	8	1Δ	9	-	-	-	I	-	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147	
29RF5 1001	SERIE	4	2			5	6	7	4Δ	8		10	-	4Δ	9					-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1002	SERIE	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	-	-						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1005	SERIE	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	-	-						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1009	SERIE	4	2			5	6	7	4Δ	8		10	-	4Δ	9					-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1015	PROGRAMADOR	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	10	11						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1103	PROGRAMADOR	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	-	-						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 1104	PROGRAMADOR	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	-	-						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 6009	PROGRAMADOR	4	2			5	6	7	4Δ	8		10	-	4Δ	9					-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 6015	PROGRAMADOR	4	2			5	6Δ	7	8		9	-	10	11						-	-	14	15	R4140L1147
29RF5 6103	PROGRAMADOR	EJERCITO ESPECIAL																				NINGUNO		

NOTAS A PIE DE PAGINA DEL FIREYE SERIE "P"

- 1Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4140 CON REQUERIMIENTOS SEGUROS DE MEDICION, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADO DE BLOQUEO; ENTRELAZADO DE PREIGNICION; SWITCH FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SE MUESTRA:
 ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 DEL Q520A
 ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A
- 2Δ SI ES REQUERIDO EL FUEGO ALTO PARA LA PURGA, REALAMBRE EL CIRCUITO DE MODULACION POR LAS ESPECIFICACIONES DE LA HOJA DEL R4140.
- 3Δ SALTAR LOS TERMINALES 10 Y 12 PARA L1 DEL Q520A.
- 4Δ SALTAR LOS TERMINALES 7 Y 11 DEL Q520A
- 5Δ PARA UNA APLICACION DE ACEITE CON UNA CHISPA DE IGNICION DIRECTA, REMUEVA SALTANDO EL ALAMBRADO ENTRE LOS TERMINALES 5 Y 6 DEL FIREYE, Y USAR LOS SALTOS DEL ALAMBRADO PARA HACER LA CONEXION ENTRE LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL Q520A.
- 6Δ PARA UNA APLICACION DEL PILOTO DE GAS, CONECTE EL TERMINAL 6 DEL FIREYE AL TERMINAL 5 DEL Q520A. PARA UNA APLICACION DE ACEITE CON UNA CHISPA DE IGNICION DIRECTA, REMUEVA SALTANDO EL ALAMBRADO ENTRE LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL FIREYE, Y USAR LOS SALTOS DEL ALAMBRADO PARA HACER LA CONEXION ENTRE LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL Q520A.
- 7Δ DETERMINE CUAL ES LA CONEXION DEL CIRCUITO DE MODULACION EXISTENTE Y REALAMBRE EL CIRCUITO DEL PROGRAMADOR POR LA HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL R4140.

Tabla 3.9. Conversion de alambrado Fireye serie P (continuación)

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																			REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN	
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F		G
25RUB 4580	4	2 & 13	R	3	5	6	7	8	9	10	11	B	-	H	FU	12	-	14	16	R4140L1147	
25RUB 6558	4	2	R	B	5	6	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
25RUB 6560	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	-	-	-	14	15	R4140G1171	
25RUB 6566	4	2	R	B	6	5	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	-	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
25RUB 6570	4	2	R	4Δ	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	H	3	-	14	15	R4140L1147	
25RUB 6580	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	H	FU	-	14	15	R4140L1147	
26RJ8 1000	4	2	R	B	-	5	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
26RJ8 1001	4	2	R	B	5	-	7	8	9	7Δ	7Δ	7Δ	1Δ	7Δ	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1002	4	2	R	B	5	-	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1003	4	2	R	B	5	-	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1004	4	2	R	B	5Δ	5	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1005	4	2Δ	2	R	B	5	-	7	8	9	6	-	2	1Δ	-	-	3 & H	-	14	15	R4140M1053
26RJ8 1006	4	2	R	B	5	5Δ	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1008	4	2	R	B	5	6	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1009	4	2Δ	2	R	B	5	6Δ	7	8	10	9	-	2	1Δ	-	-	3 & H	-	14	15	R4140M1053
26RJ8 1011	4	2	R	B	5	6	7	8	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1012	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 1012T	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 1016	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 1016T	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 1018	4	2	R	B	5	6	7	8	9	13	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 1114	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO	
26RJ8 1115	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO	
26RJ8 5914	MARINA ESPECIAL U.S.																			NINGUNO	
26RJ8 6008	4	2	R	B	5	6	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
26RJ8 6009	4	2Δ	2	R	B	5	6Δ	7	8	10	9	-	2	1Δ	-	-	3 & H	-	14	15	R4140M1053
26RJ8 6012	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 6016	4	2	12	3 & 11	5	-	7	8	9	B	R	10	1Δ	H	-	-	-	14&13	15	R4140G1171	
26RJ8 6018	4	2	R	B	5	6	7	8	9	13	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 6026	NO ES RECOMENDABLE REEMPLAZARLO POR EL R4140																			NINGUNO	
26RJ8 6058	4	2	R	B	5	6	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
26RJ8 6060	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	-	-	-	14	15	R4140G1171	
26RJ8 6066	4	2	R	B	6	5	7	8	1Δ	9	-	10	11	1Δ	-	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
26RJ8 6068	4	2	R	B	5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	1Δ	12	-	3 & H	-	14	15	R4140G1171
26RJ8 6070	4	2	R	4Δ	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	H	3	-	14	15	R4140L1147	

Tabla 3.10. Conversion de alambrado Fireye serie P

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO	TERMINALES DEL FIREYE SERIE P DEL PROGRAMADOR	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCON- TRAR EL COMUN				
		L1	L2	R	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G			
26RJ8 6080,D	FIREYE SERIE P DEL PROGRAMADOR	4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	M	FU	-	1	14	15	R4140L1147		
26RJ8 6160,D		4	2	R	FV	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12		3	-	1	14	15	R4140L1106		
26RJ8 CB1		4	2	R	B	5	6	7	8	1Δ	9	13	10	11	1Δ	12	-	3	-	-	14	15		
26RJ8 CB3,D		4	2	R	3	5	6	7	8	9	13	10	11	B	12	M	FU	-	-	-	14	15		
29RF5 1000		4	2	R	B	5	6Δ	7	8	1Δ	9	-	-	-	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140M1038
29RF5 1001		4	2	R	B	5	6	7	8Δ	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140G1163	
29RF5 1002		4	2	R	B	5	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140M1038		
29RF5 1005		4	2	R	B	6	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140M1038		
29RF5 1009		4	2	R	B	5	6	7	8Δ	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140G1163	
29RF5 1015		4	2	R	B	5	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140G1171		
29RF5 1103		4	2	9Δ	9Δ	5	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	-	-	-	14	15	R4140M1038		
29RF5 1104		4	2	R	B	5	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140M1038		
29RF5 6009		4	2	R	B	5	6	7	8Δ	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140G1163	
29RF5 6015		4	2	R	B	5	6Δ	7	8	9	10	11	1Δ	-	-	3	ΔH	-	-	14	15	R4140G1171		
29RF5 6103			EJERCITO ESPECIAL																		NINGUNO			

1Δ SALTAR LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A

2Δ SALTAR LOS TERMINALES L1 Y L2 DEL Q520A

3Δ SALTAR LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A

4Δ SALTAR LOS TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A

5Δ PARA UNA CHISPA DIRECTA DE IGNICION DE APLICACION DE ACEITE, REMOVER EL CABLE DE EMPALME ENTRE LOS TERMINALES 5 Y 6 DEL FIREYE, Y USAR EL CABLE DE EMPALME PARA HACER LA CONEXION ENTRE LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL Q520A.

6Δ PARA LA APLICACION DE GAS PROPANO, CONECTAR LA TERMINAL 6 DEL FIREYE A LA TERMINAL 5 DEL Q520A. PARA DIRIGIR LA CHISPA DE LA APLICACION DE ACEITE, REMOVER EL CABLE DE EMPALME DE LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL FIREYE, Y USAR EL CABLE DE EMPALME PARA HACER LA CONEXION EN LOS TERMINALES 6 Y 7 DEL Q520A.

7Δ DETERMINAR LO QUE ESTA CONECTADO AL CIRCUITO DE MODULACION EXISTENTE Y REALAMBRAR EL CIRCUITO DE MODULACION POR EL R4140 DE LA HOJA DE ESPECIFICACION.

8Δ SALTAR LOS TERMINALES 7 Y 11 DEL Q520A

9Δ AGREGAR LA UNION DE LOS ENTRELAZADOS, EL INTERRUPTOR DE LA CORRIENTE DE AIRE Y OPERAR EL CONTROLADOR POR LA HOJA DE ESPECIFICACION DEL R4140. EL BOLETIN DEL FIREYE C12 NO MUESTRA ESTOS CONTROLESEN EL SISTEMA.

Tabla 3.10. Conversion de alambrado Fireye serie P (continuación)

PROGRAMADOR A SER REEMPLAZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR EL COMUN		
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		F	G
McGraw-Edison 421 422	2 & 3	1	1Δ	4 1Δ	5	6	7	8 1Δ	9	-	11	10	1Δ	-	1Δ	1Δ	-	-	14	15	R4140L1147
Wheelco 1474 1574	L1	L2	1Δ	3 1Δ	7	6	5	9&10 1Δ	4	2Δ	15	16	1Δ	14	1Δ	1Δ	-	-	EM&EP	G	R4140L1147

1Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4140L QUE MANTIENE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADO DE BLOQUEO; ENTRELAZADO DE PREIGNICION SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SE MUESTRA; ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 DEL Q520A
ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A.

2Δ SI ES REQUERIDO EL FUEGO ALTO PARA LA PURGA, REALAMBRE EL CIRCUITO DE MODULACION POR LAS ESPECIFICACIONES DE LA HOJA DEL R4140.

Tabla 3.11. Conversión de alambrado modelos McGraw-Edison

PROGRAMADOR A SER REEMPLAZADO	TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR EL COMUN		
	L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		F	G
McGraw-Edison 421 422	2 & 3	1	R	8	5	6	7	8 1Δ	9	-	11	10	1Δ	-	-	4&W	-	-	14	15	R4140G1171
Wheelco 1474 1574	L1	L2	3&11&12	13	7	6	5	9&10 1Δ	4	-	15	16	1Δ	14	-	-	-	-	EM&EP	G	R4140G1171

1Δ SALTE LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A

Tabla 3.12. Conversión de alambrado modelos McGraw-Edison

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO		TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR			
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	F	G	EL COMUN	
R4181A1000	R4181- (Q477B/ Q514A) TERMI- NALES	L1	L2 & 15	4	3	5	6	7	8	1Δ	9	13	12	11	18	10	-	-	16	-	F	G	R4140G1171
R4181A1018		L1	L2 & 15	4	2Δ	5	6	7	8	3Δ	9	13	12	11	18	10	17	3	16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1026		L1	L2 & 15	4	3	5	6	7	8	1Δ	9	13	12	11	18	10	-	-	16	-	F	G	R4140G1171
R4181A1034		L1	L2 & 15	4	2Δ	5	6	7	8	3Δ	9	13	12	11	18	10	17	3	16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1042		L1	L2	15	3	5	6	7	8	9	13	4Δ	11	18	10	17	4	16	12	F	G	R4140L1147	
R4181A1059		L1	L2	15	3	5	6	7	8	9	13	4Δ	11	18	10	17	4	16	12	F	G	R4140L1147	

NOTAS A PIE DE PAGINA DEL R4181

- 1Δ SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO ES USADO ESTARA CONECTADO ENTRE LOS TERMINALES L1 Y 18 DEL Q477B O Q514A. EL ALAMBRADO DESDE EL SWITCH DE FUEGO BAJO A LA TERMINAL L1 DEBERA SER IDENTIFICADO, DESCONECTADO Y RECONECTADO LA TERMINAL 8 DEL Q520A.
- SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO NO ES USADO, LAS TERMINALES L1 Y 18 DEL Q477B O Q514A A LA TERMINAL 8 DEL Q520A.
- 2Δ - SI UN ENTRELAZADO DE INICIO ES USADO, CONECTE LA UNION DE EL CONTROLADOR, SWITCH DE FLUJO DE AIRE Y EL ENTRELAZADO DE INCIO A LA TERMINAL 4 DEL Q520A.
- SI UN ENTRELAZADO DE INICIO NO ES USADO, SALTE LAS TERMINALES 4 A 16 DEL Q520A.
- 3Δ SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO ES USADO, SERA CONECTADO ENTRE LOS TERMINALES L1 Y 17. EL ALAMBRE DESDE ES SWITCH DE FUEGO ALTO A LA TERMINAL L1 DEBERA SER IDENTIFICADO, DESCONECTADO, Y RECONECTADO A LA TERMINAL 8 DE Q520A.
- SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO NO ES USADO, LAS TERMINALES L1 Y 17 DEL Q477B O Q514A SON SALTADAS. RENUEVA EL SALTADOR DE LA TERMINAL L1 DE Q477B O Q514A Y RECONECTELA A LA TERMINAL 8 DEL Q514A.
- 4Δ - PARA USAR UN CIRCUITO DE MODULACION POLARIZADO EXISTENTE, SALTAR LA TERMINAL 11 Y 6 DEL Q520A.
- SI SE DESEA UN CIRCUITO DE MODULACION AISLADO (NO POLARIZADO), IDENTIFIQUE EL ALAMBRADO CONECTADO ENTRE LA TERMINAL R DEL MOTOR DE MODULACION MODUTROL Y LA TERMINAL 6 DEL Q477B O Q514A, DESCONECTE EL ALAMBRE DE LA TERMINAL 6 DEL Q477B O Q514A, Y RECONECTARLO A LA TERMINAL 11 DEL Q520A.

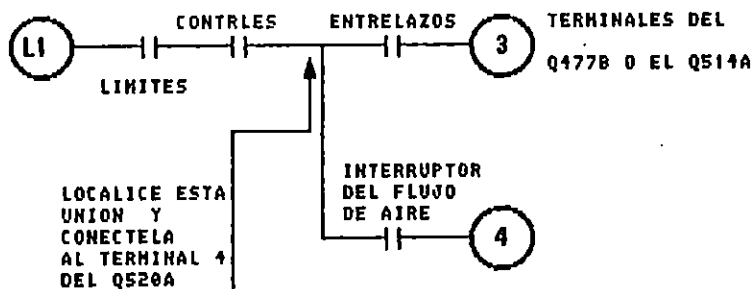


Tabla 3.13. Conversión de alambrado serie R4181A

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO		TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR EL COMUN			
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		F	G	
R4181A1000	R4181- (Q477B/ Q514A) TERMI- NALES	L1	L2 & 15	↑	↑	5	6	7	8	1Δ2Δ	9	13	12	11	18	10	2Δ	↑	16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1018		L1	L2 & 15			5	6	7	8	3Δ	9	13	12	11	18	10	17		16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1026		L1	L2 & 15	2Δ	2Δ	5	6	7	8	1Δ2Δ	9	13	12	11	18	10	2Δ	2Δ	16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1034		L1	L2 & 15	↓	↓	5	6	7	8	3Δ	9	13	12	11	18	10	17	↓	16	-	F	G	R4140L1147
R4181A1042		L1	L2	15	3	5	6	7	8	9	13	4Δ	11	18	10	17	4	16	12	F	G	R4140L1147	
R4181A1059		L1	L2	15	3	5	6	7	8	9	13	4Δ	11	18	10	17	4	16	12	F	G	R4140L1147	

NOTAS A PIE DE PAGINA DEL R4181

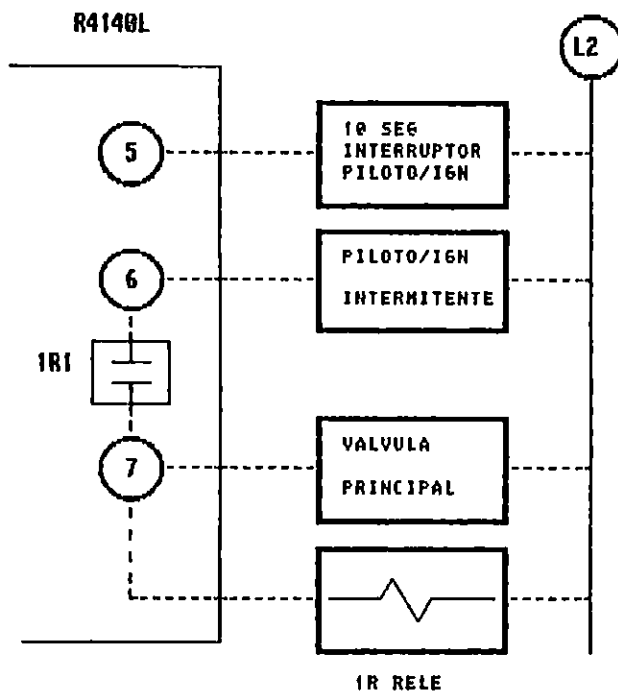
- 1Δ SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO ES USADO ESTARA CONECTADO ENTRE LOS TERMINALES L1 Y 18 DEL Q477B O Q514A. EL ALAMBRADO DESDE EL SWITCH DE FUEGO BAJO A LA TERMINAL L1 DEBERA SER IDENTIFICADO, DESCONECTADO Y RECONECTADO EL TERMINAL 8 DEL Q520A.
- SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO NO ES USADO, LAS TERMINALES L1 Y 18 DEL Q477B O Q514A SERAN SALTADAS. REMOVER O SALTAR EL ALAMBRE DESDE LA TERMINAL L1 A LA 18 DEL Q477B O DEL Q514A. INSTALE UN SWITCH DE FUEGO BAJO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A.
- 2Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO R4140L QUE MANTIENE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS; ENTRELAZADOS PARA BLOQUEOS, ENTRELAZADO DE PREIGNICION, SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SE MUESTRA;
- ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 DEL Q520A
- ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
- SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
- SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A
- 3Δ SI EL SWITCH DE FUEGO ALTO, ES USADO, ES CONECTADO ENTRE LOS TERMINALES L1 Y 17. EL ALAMBRADO DESDE EL SWITCH DE FUEGO ALTO A LA TERMINAL L1 DEBERA SER IDENTIFICADO, DECONECTADO Y RECONECTADO A LA TERMINAL 8 DEL Q520A. SI NO ES USADO EL SWITCH DE FUEGO ALTO, LOS TERMINALES L1 Y 17 DEL Q477B O Q514A SON SALTADOS. REMUEVA O SALTE DESDE EL TERMINAL L1 A 17 DEL Q477B O Q514A. INSTALE UN SWITCH DE FUEGO ALTO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A.
- 4Δ - PARA USAR UN CIRCUITO DE MODULACION POLARIZADO EXISTENTE, SALTAR LA TERMINAL 11 Y 6 DEL Q520A.
- SI SE DESEA UN CIRCUITO DE MODULACION AISLADO (NO POLARIZADO), IDENTIFIQUE EL ALAMBRADO CONECTADO ENTRE LA TERMINAL R DEL MOTOR DE MODULACION MODUTROL Y LA TERMINAL 6 DEL Q477B O Q514A, DESCONECTE EL ALAMBRE DE LA TERMINAL 6 DEL Q477B O Q514A, Y RECONECTARLO A LA TERMINAL 11 DEL Q520A.

Tabla 3.14. Conversión de alambrado serie R4181A

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO		TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR EL COMUN							
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				17	18	F	PC	G
R478A & B TODO MODELO 1Δ	R478 TERMI- NALES	1	2	4Δ	4Δ	5	7 3Δ	8 4Δ	9	-	12	10&11	4Δ	13	4Δ	4Δ	-	-	F	PC	G	14 2Δ	15 2Δ	15 2Δ	R4140L1147
R4074 TODO MODELO 1Δ	R4074 TERMI- NALES	1	2	4Δ	4Δ	5	7 3Δ	8 4Δ	9	-	12	10	4Δ	-	4Δ	4Δ	-	-	PC	G	-	-	-	R4140L1147	

NOTAS DE PIE DE PAGINA DEL R478 Y R4074

- 1Δ LA CARTA DE MODERNIZACION DEL ALAMBRADO ES PARA MODELOS DE 120 VOLTIOS SOLAMENTE. SE RECOMIENDA MODERNIZAR SISTEMAS DE 208 VOLTIOS Y 240 VOLTIOS A SISTEMAS DE 120 VOLTIOS Y 60 HZ.
- 2Δ ESTOS MODELOS USAN SENSORES DE LLAMA. PARA MODERNIZAR UN R4140, UN SENSOR DEBERA SER USADO PARA SENSAR A AMBOS, EL PILOTO Y LA LLAMA PRINCIPAL. SI ES NECESARIO, DOS SENSORES PUEDEN SER CONECTADOS EN PARALELO, UNO PARA LA LLAMA PILOTO Y UNO PARA LA LLAMA PRINCIPAL. EL SWITCHEO DE SENSORES PRINCIPALES DE SULFIDO NO ES RECOMENDABLE PARA LAS APLICACIONES DEL R4140.
- 3Δ SI UN PILOTO INTERMITENTE DE IGNICION ES NECESARIO, UN R4140, L1147 PUEDE SER ALAMBRADO TAL COMO SE MUESTRA. LA SECUENCIA DE OPERACION NORMAL DEL R4140L ES MANTENIDA, SIN EMBARGO CUANDO LA VALVULA PRINCIPAL (TERMINAL 7) ES ENERGIZADA, 1R SE JALA Y 1RI PROVEE UN CIRCUITO DESDE LA TERMINAL 7 A LA NUMERO 6. ESTO PERMITE A LA TERMINAL 6 MANTENERSE ENERGIZADA A TIEMPO COMPLETO MIENTRAS LA TERMINAL 7 ES ENERGIZADA PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4141DL.



- 4Δ PARA MODERNIZAR UN PROGRAMADOR COMO EL R4141DL QUE MANTIENE LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD, LOS SIGUIENTES ENTRELAZADOS SON NORMALMENTE REQUERIDOS:
 ENTRELAZADO DE BLOQUEO, ENTRELAZADO DE PRE-IGNICION, SWITCH DE FUEGO ALTO Y FUEGO BAJO. CONECTE O SALTE LOS TERMINALES DE LOS ENTRELAZADOS COMO SE MUESTRA:
 ENTRELAZADOS DE BLOQUEO; TERMINALES 3 Y 16 Q520A
 ENTRELAZADOS DE PRE-IGNICION; TERMINALES 4 Y 16 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO ALTO; TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A
 SWITCH DE FUEGO BAJO; TERMINALES 8 Y 13 DEL Q520A

Tabla 3.15. Conversión de alambrado de programadores series R478 A y B

PROGRAMADOR A SER MODERNIZADO		TERMINALES DE LA LINEA COMERCIAL DEL R4140 (SUBBASE Q520A1121)																		REQUERIMIENTO PARA ENCONTRAR EL COMUN					
		L1	L2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		F	G			
R478A & B TODO MODELO 1A	R478 → TERMINALES	1	2	4	3	5	7 4A	6	8 2A	9	-	12	10&11	2A	13	-	-	-	-	F 3A	PC G	14 3A	15 3A	16 3A	R4140G1171
R4074 TODO MODELO 1A	R4074 → TERMINALES	1	2	4	3	5	7 4A	6	8 2A	9	-	12	10	2A	-	-	-	-	-	PC	G	-	-	-	R4140G1171

NOTAS A PIE DE PAGINA DEL R478 Y R4074

1A LA CARTA DE MODERNIZACION DEL ALAMBRADO ES PARA MODELOS DE 120 VOLTIOS SOLAMENTE. SE RECOMIENDA MODERNIZAR SISTEMAS DE 200 VOLTIOS Y 240 VOLTIOS A SISTEMAS DE 120 VOLTIOS Y 60 HZ.

2A INSTALE UN SWITCH DE FUEGO BAJO ENTRE LOS TERMINALES 8 Y 13. SI EL SWITCH DE FUEGO BAJO NO ES REQUERIDO, SALTAR LOS TERMINALES 8 Y 15 DEL Q520A.

3A ESTOS MODELOS USAN SENSORES DE LLAMA. PARA MODERNIZAR UN R4140, UN SENSOR DEBERA SER USADO PARA SENSAR A AMBOS, EL PILOTO Y LA LLAMA PRINCIPAL. SI ES NECESARIO, DOS SENSORES PUEDEN SER CONECTADOS EN PARALELO, UNO PARA LA LLAMA PILOTO Y UNO PARA LA LLAMA PRINCIPAL. EL SWITCHEO DE SENSORES PRINCIPALES DE SULFIDO NO ES RECOMENDABLE PARA LAS APLICACIONES DEL R4140.

4A SI UNA TERMINAL INTERMITENTE ES REQUERIDA (PRUEBA PARA LLAMA PRINCIPAL) USE UN R4140G1163

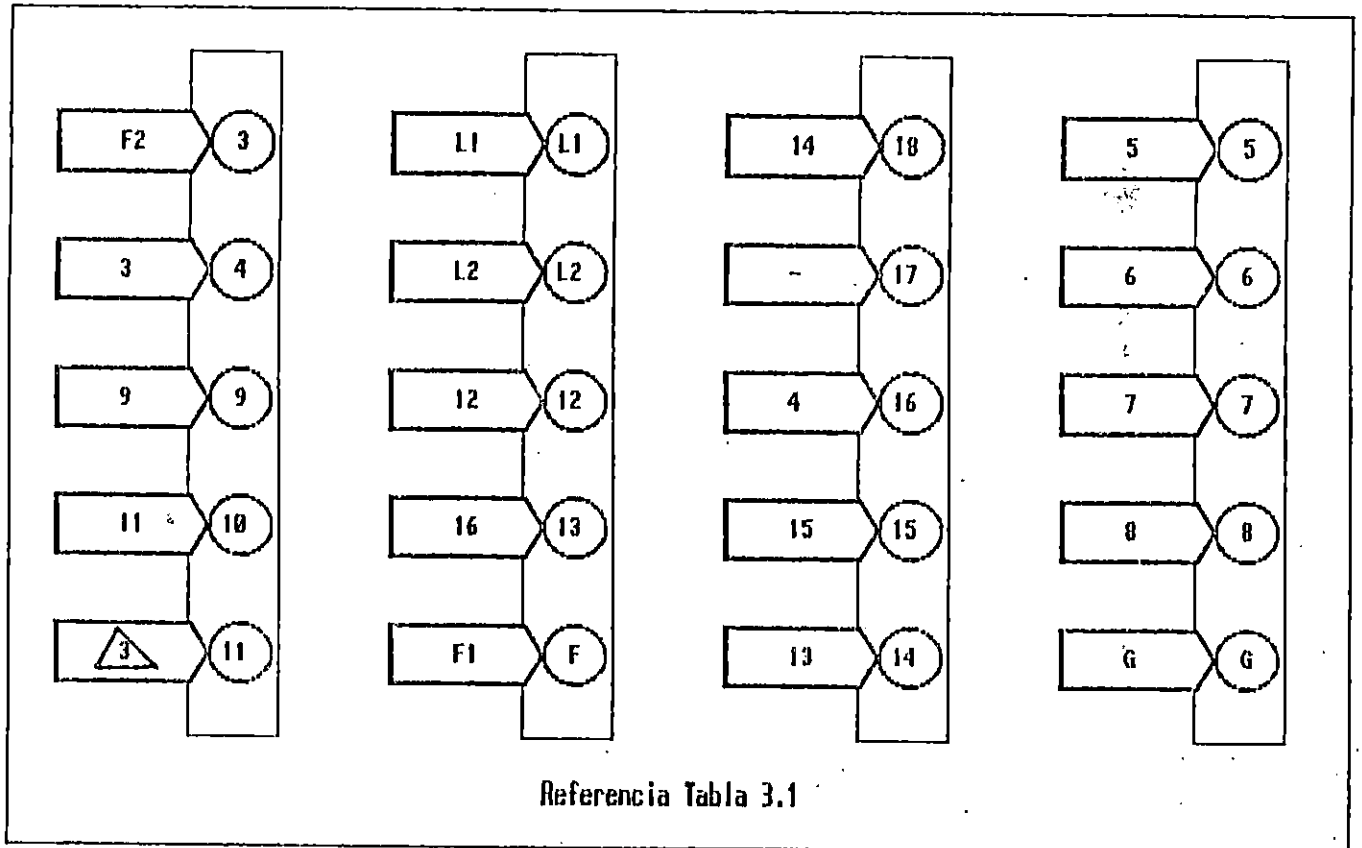
Tabla 3.16. Conversión de alambrado de programadores serie R478A y B

CONVERSION DE DIAGRAMA DE ALAMBRADO

R4126A1172

ñ

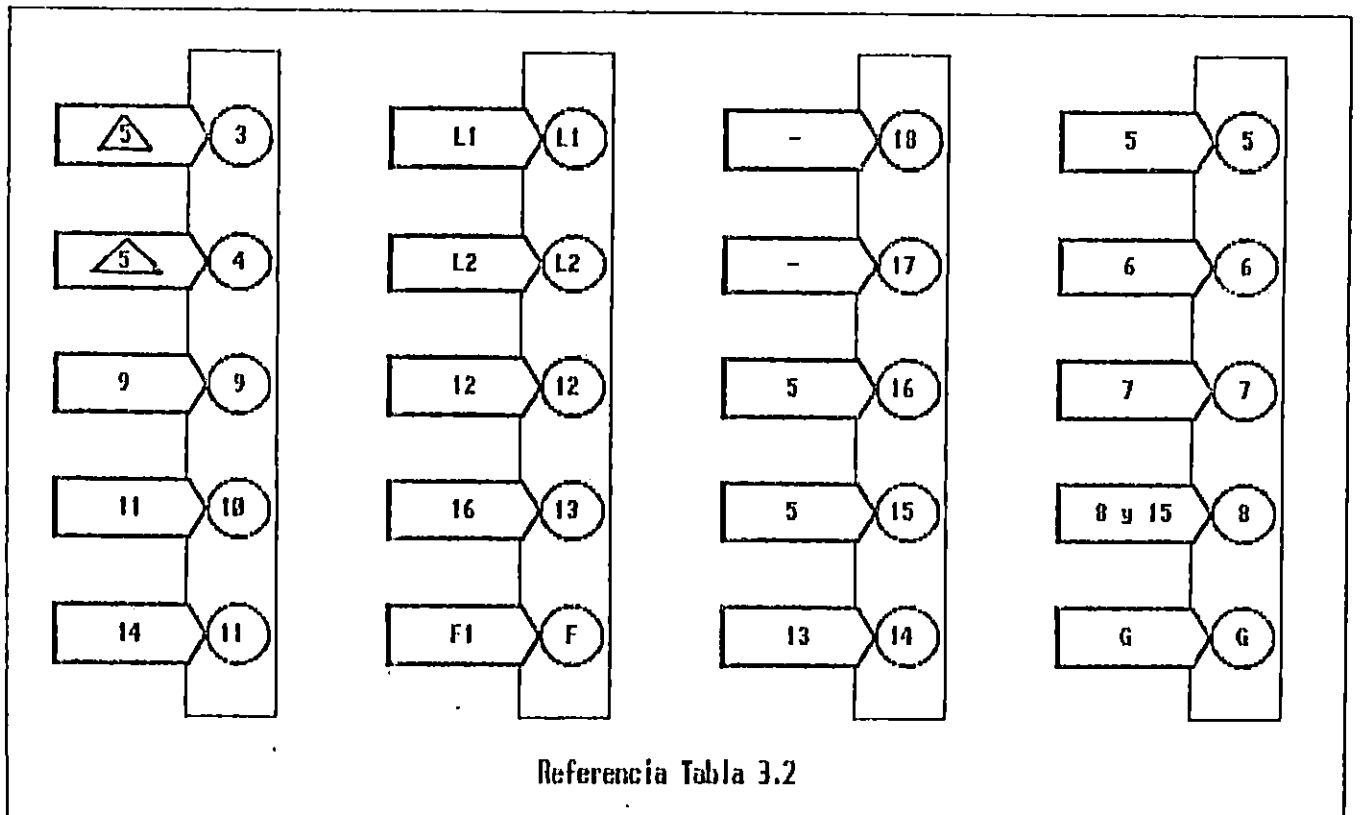
R4140L1147

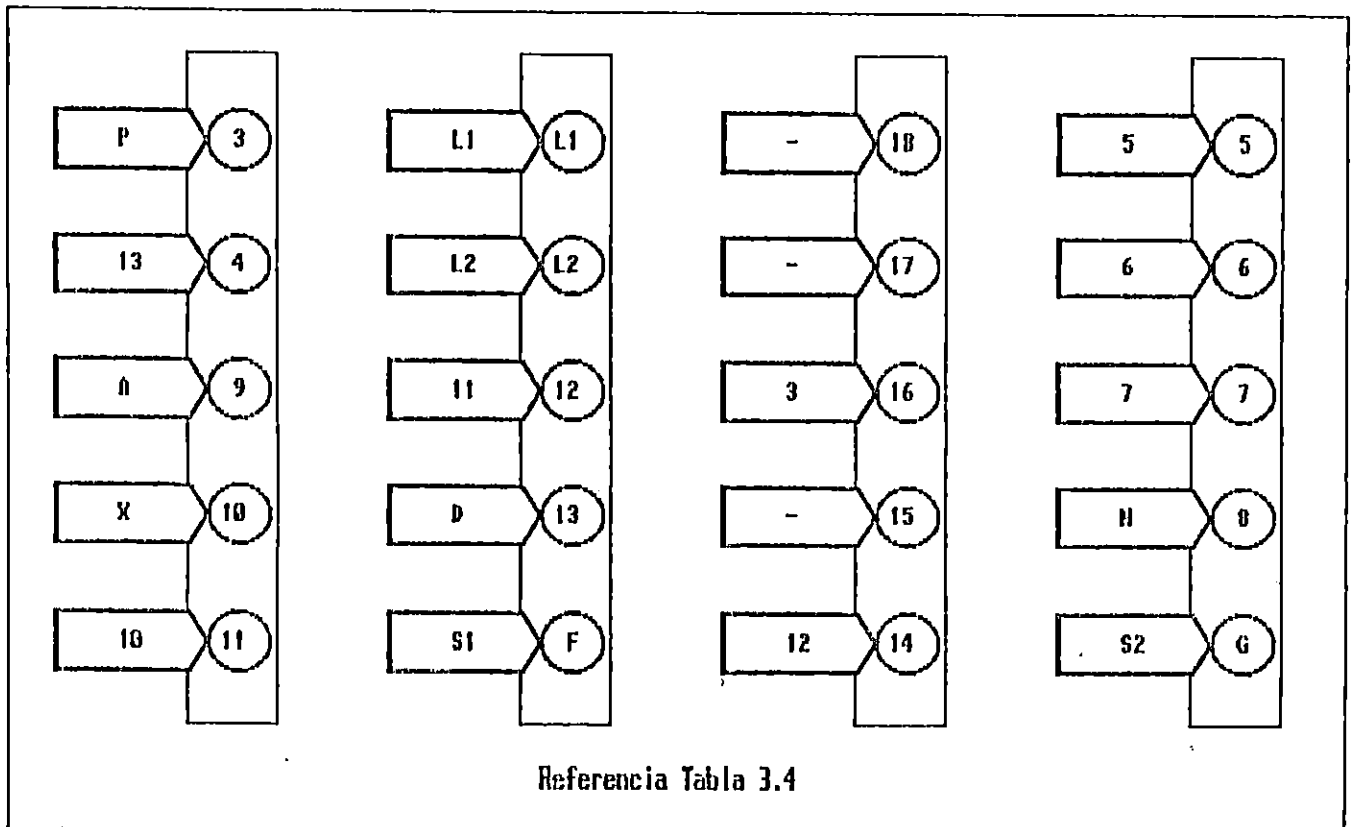
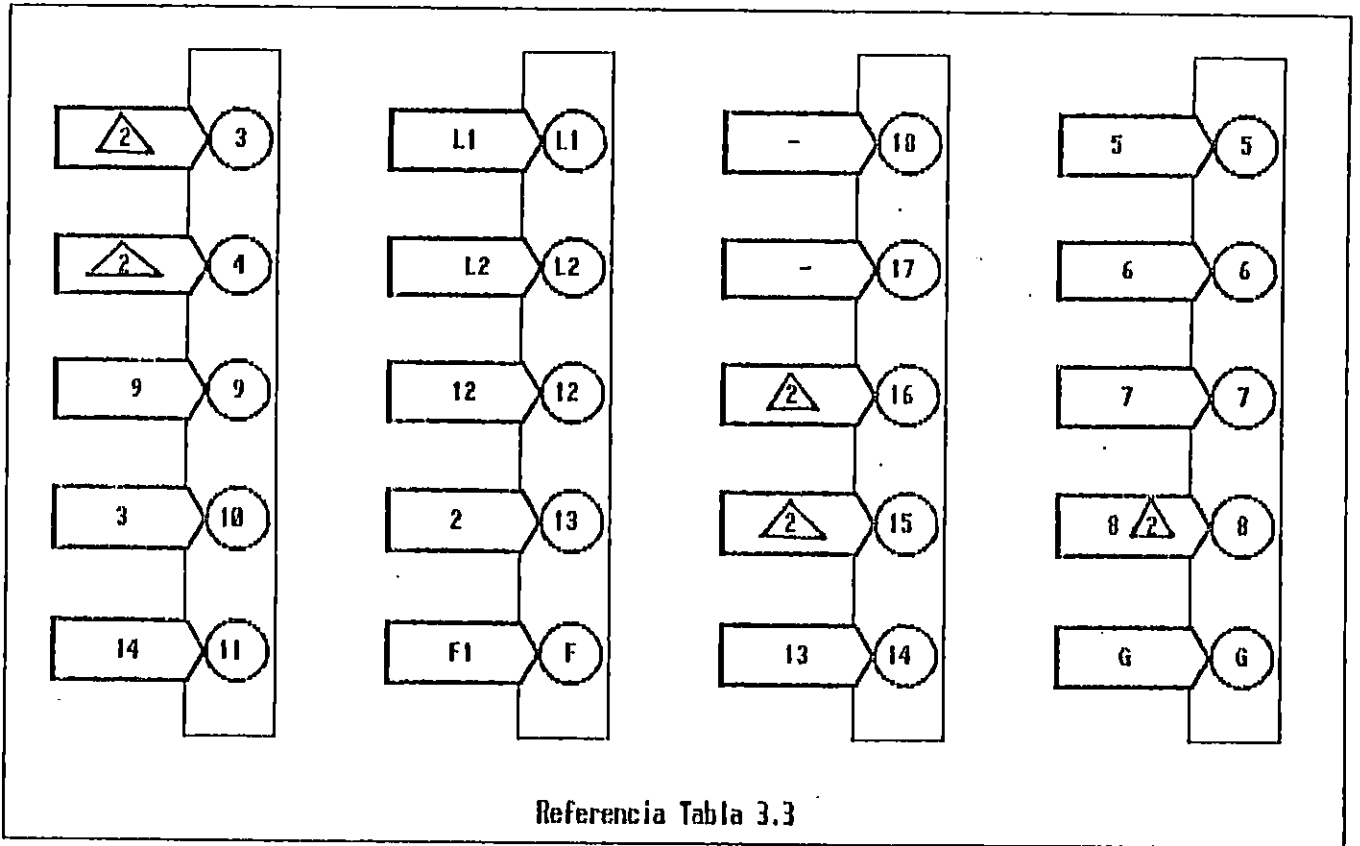


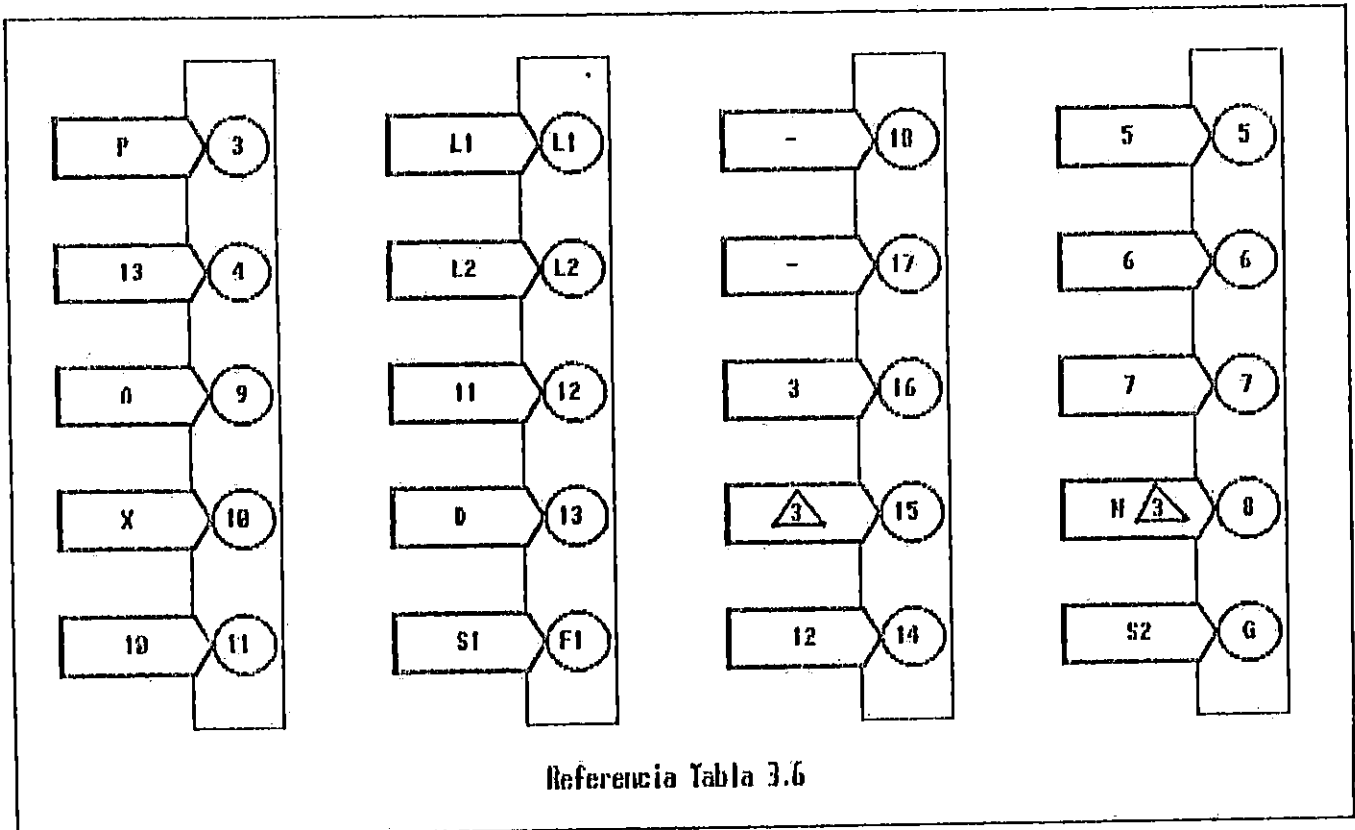
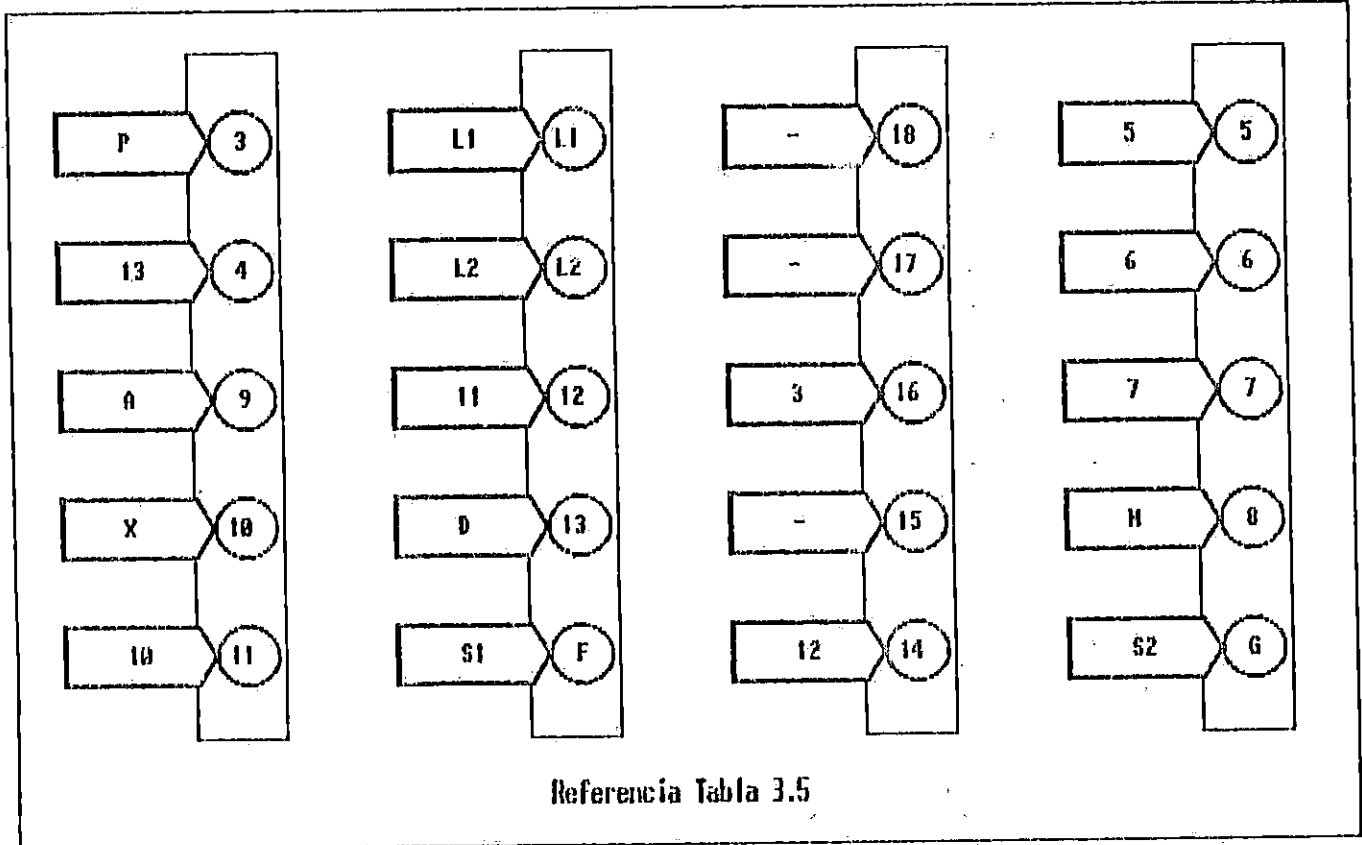
R4126A1149

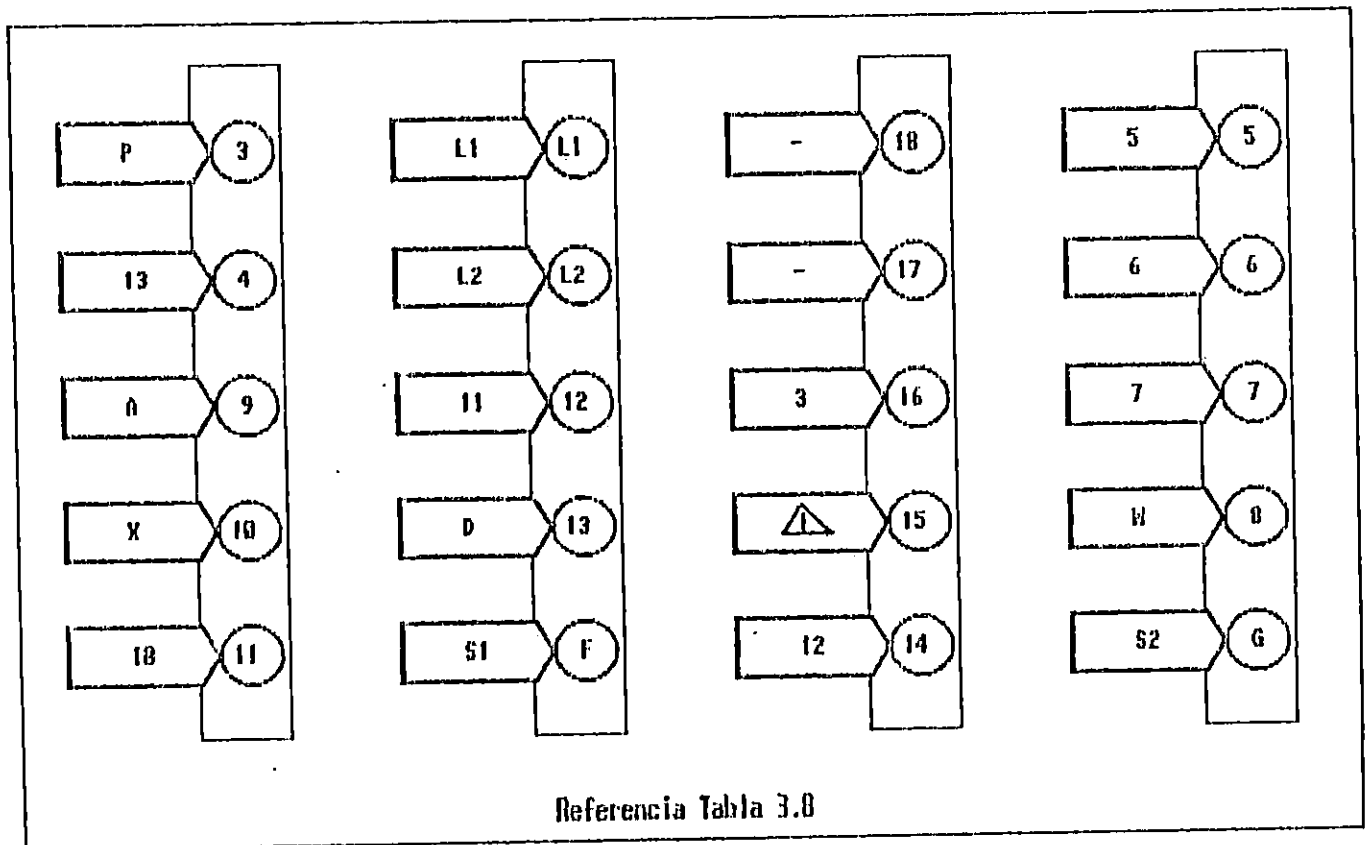
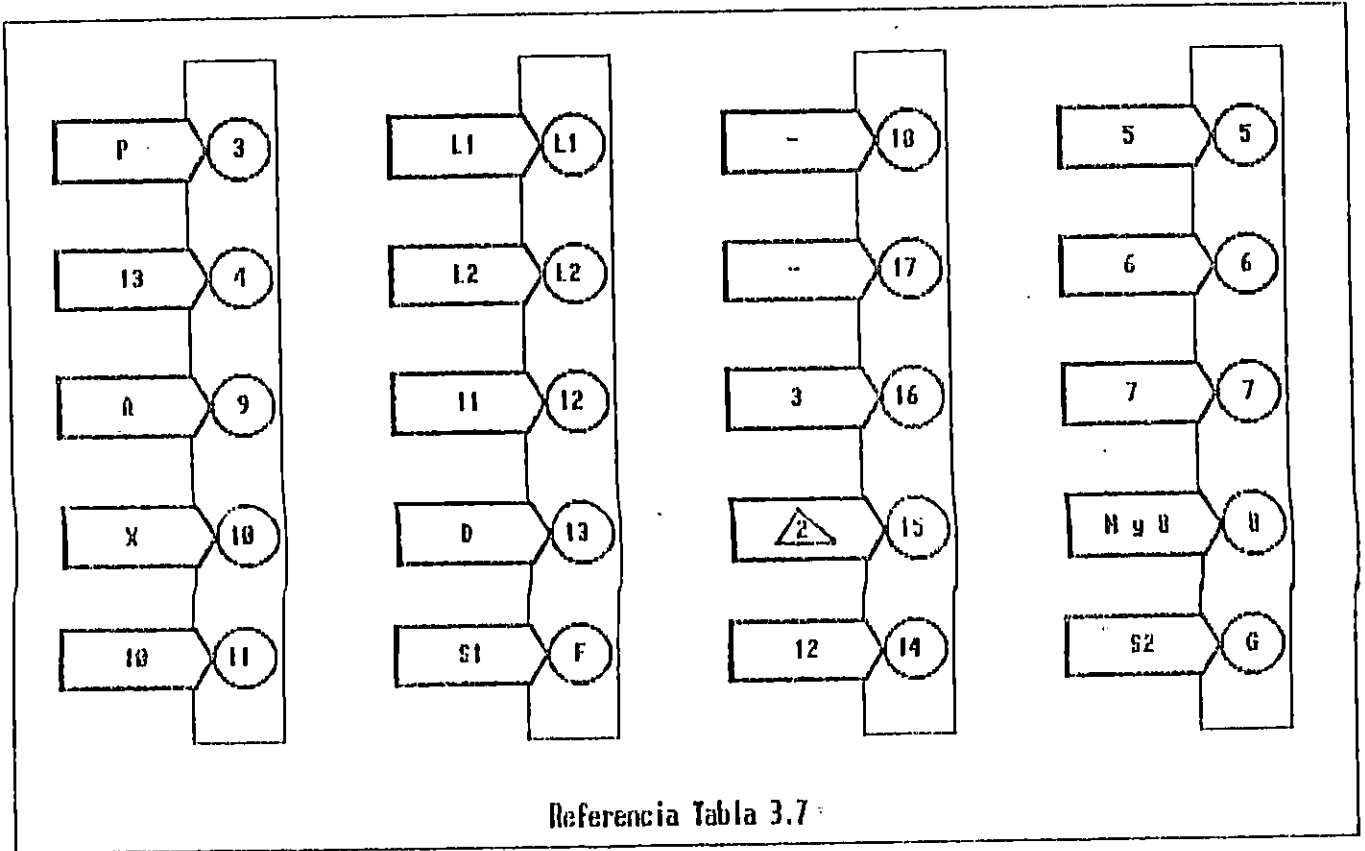
ñ

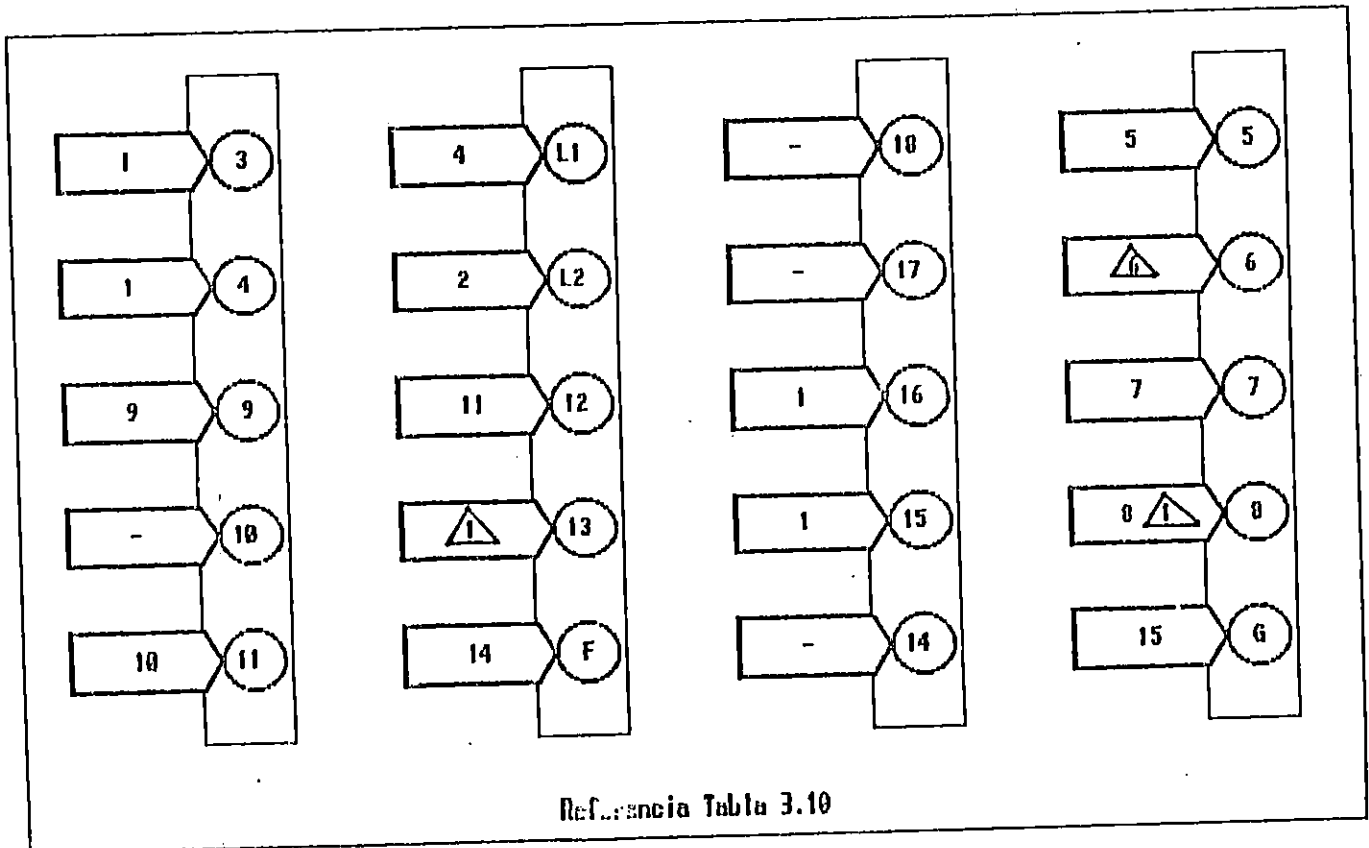
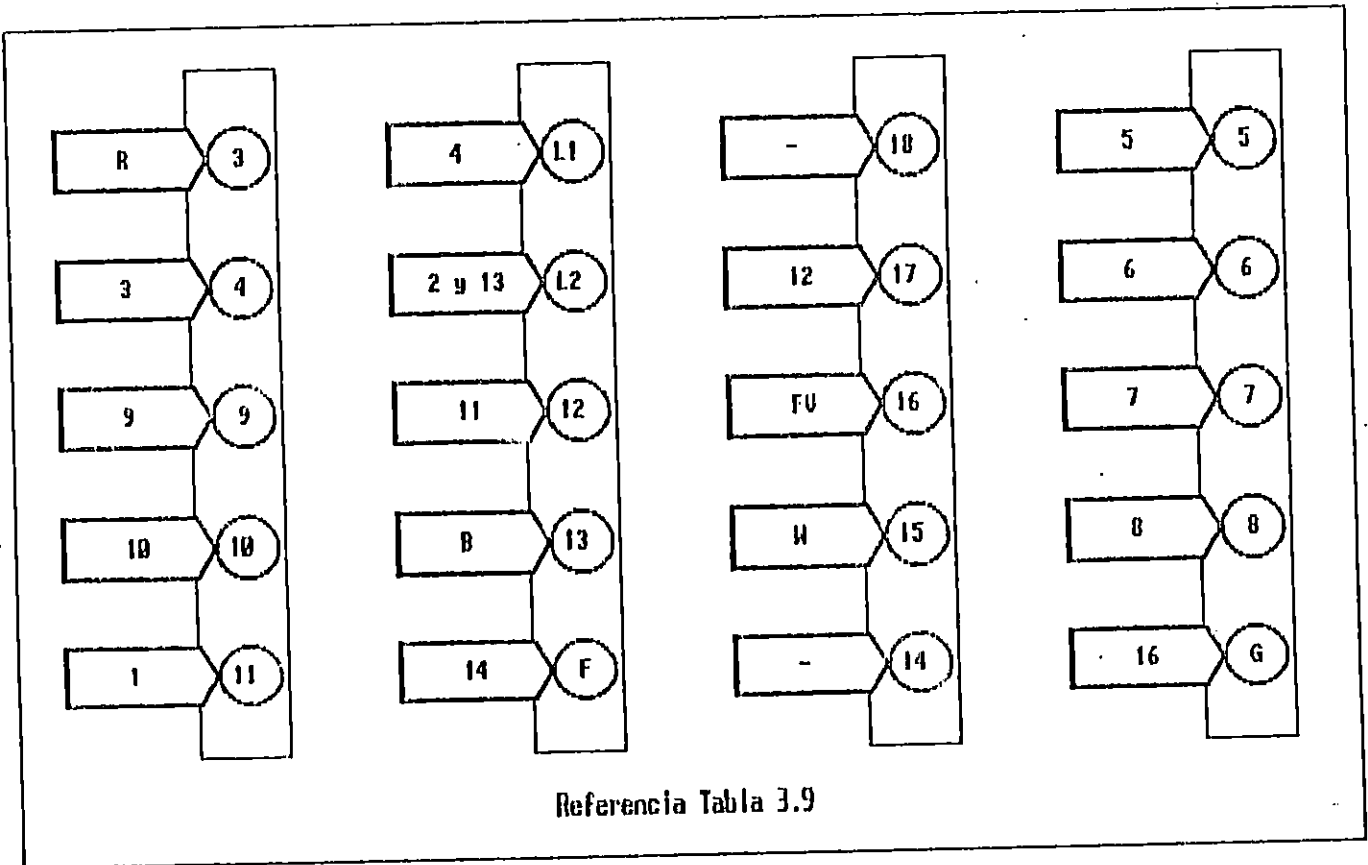
R4140L1147

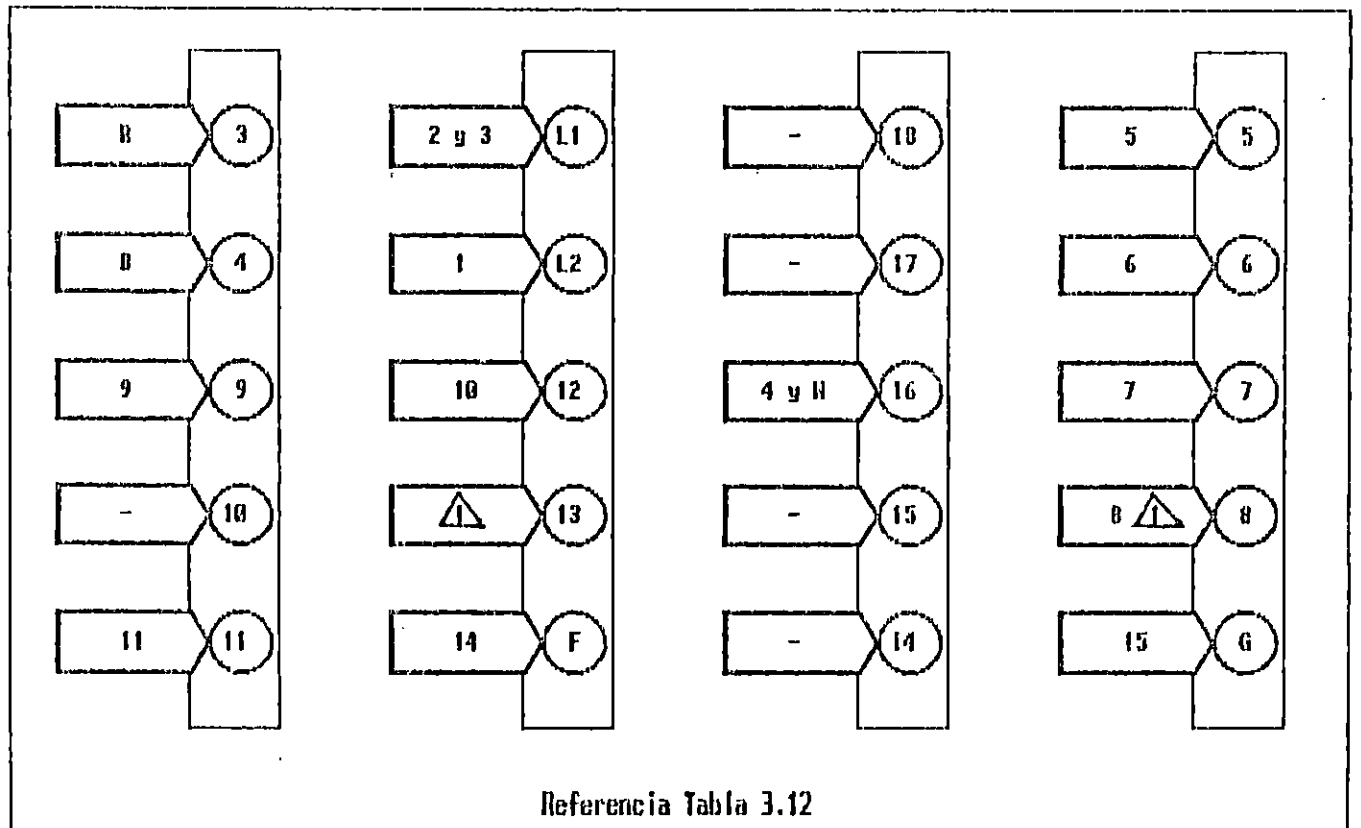
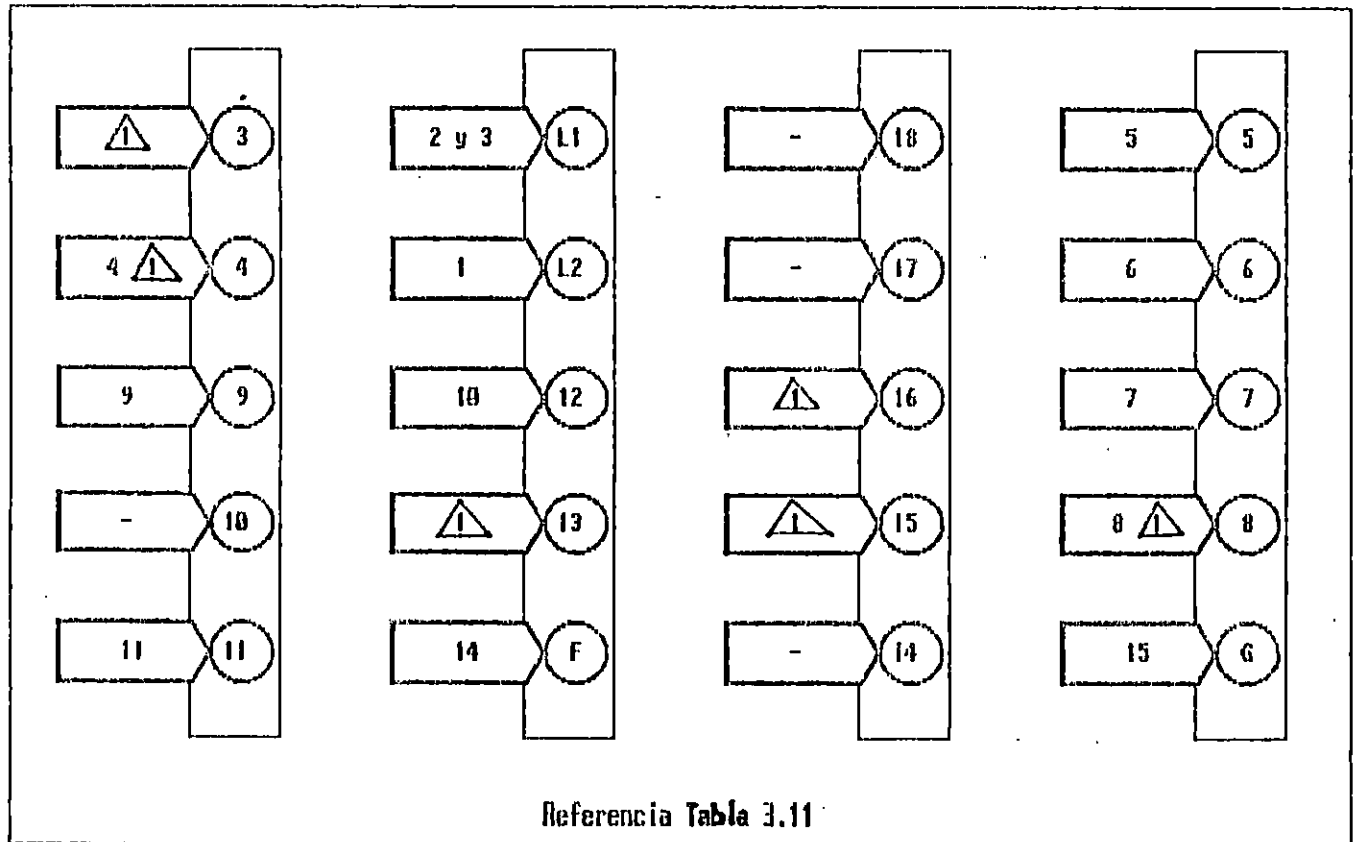


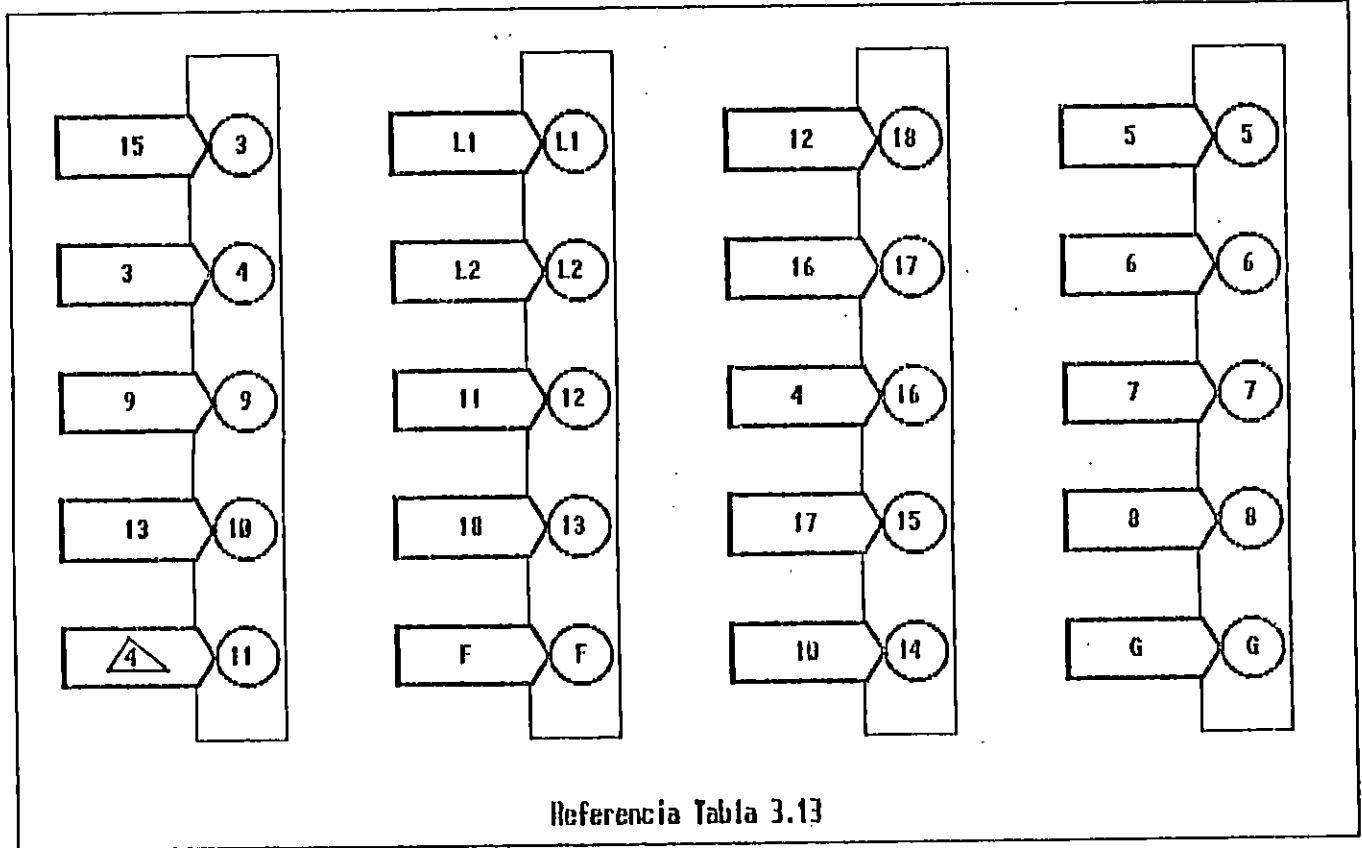




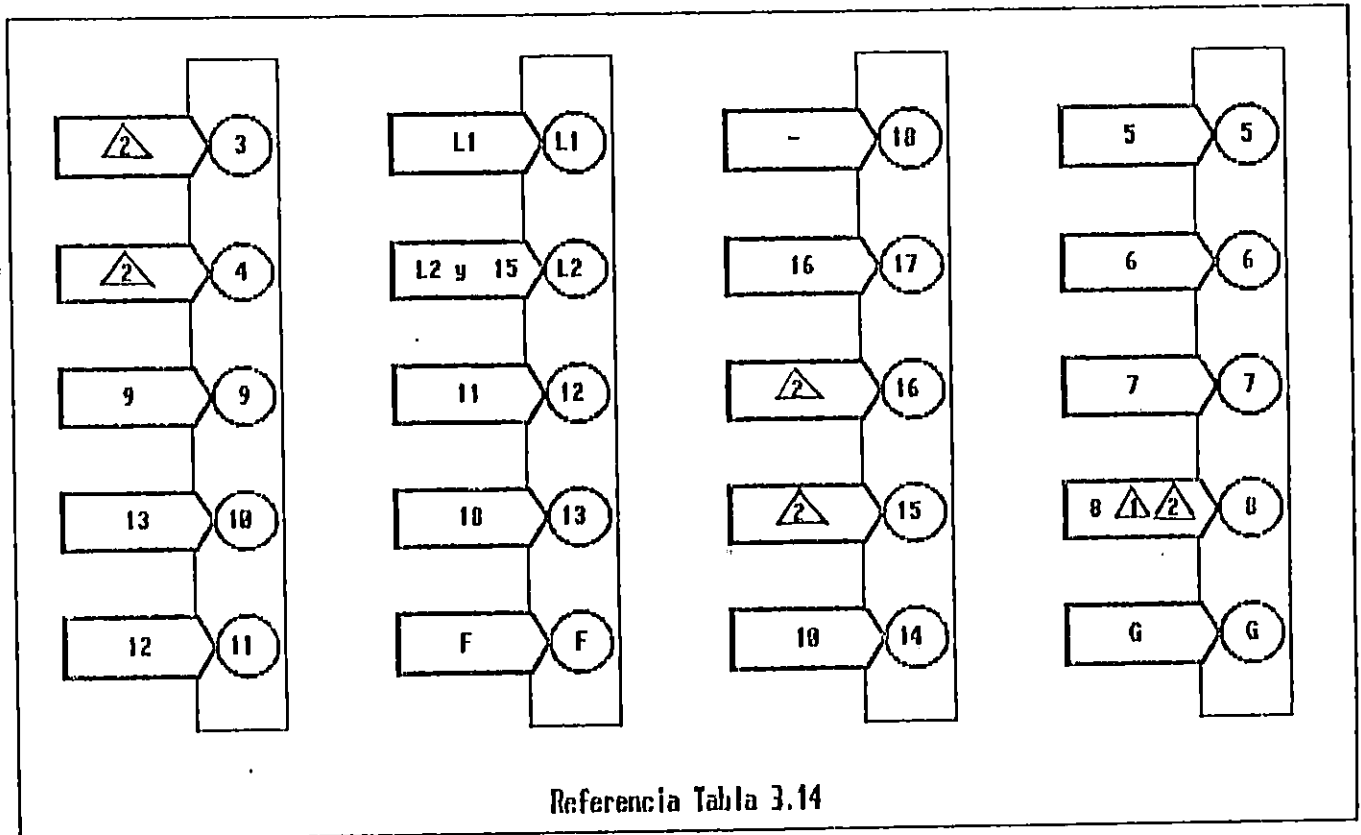








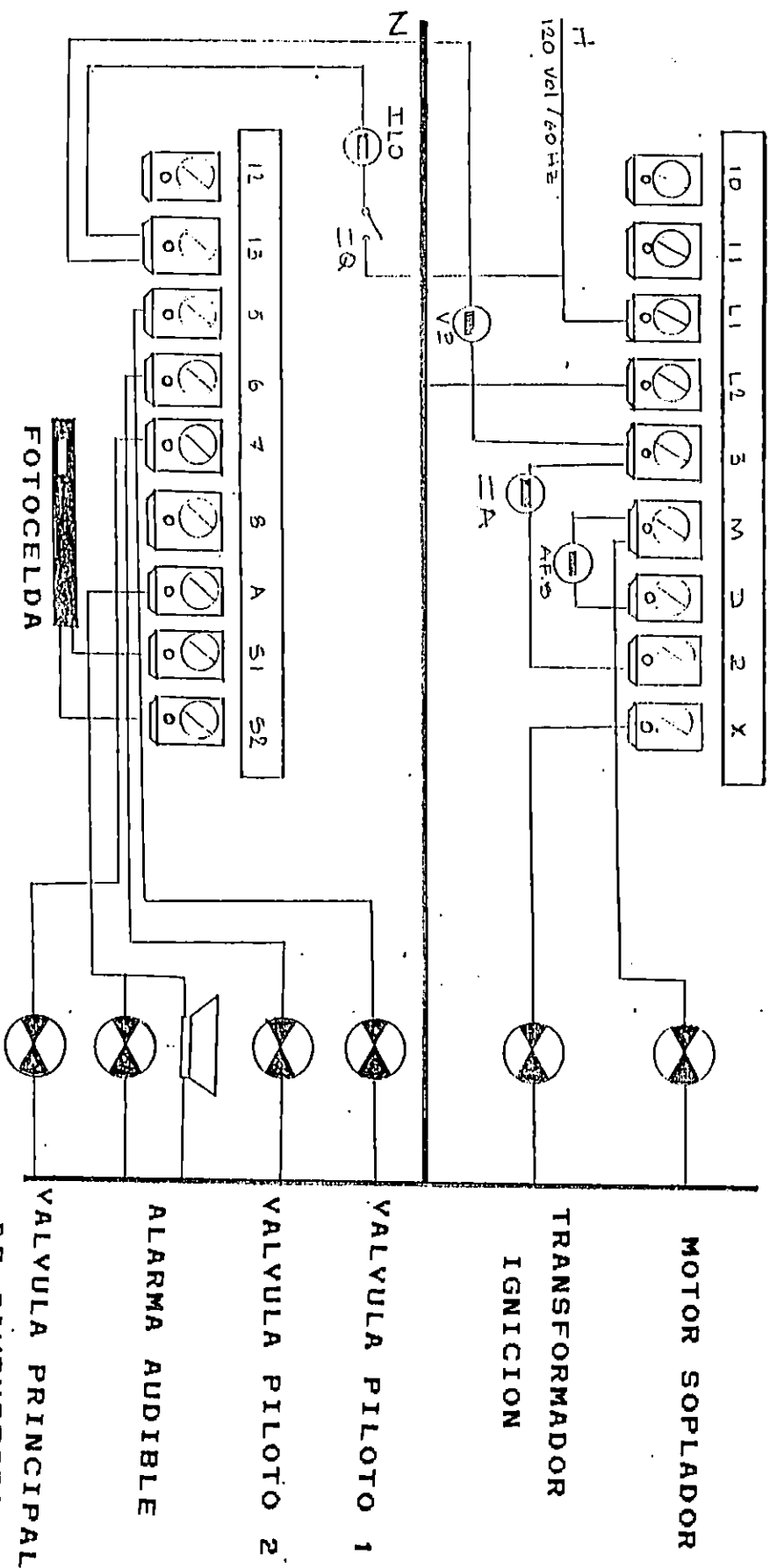
Referencia Tabla 3.13



Referencia Tabla 3.14

A N E X O 2

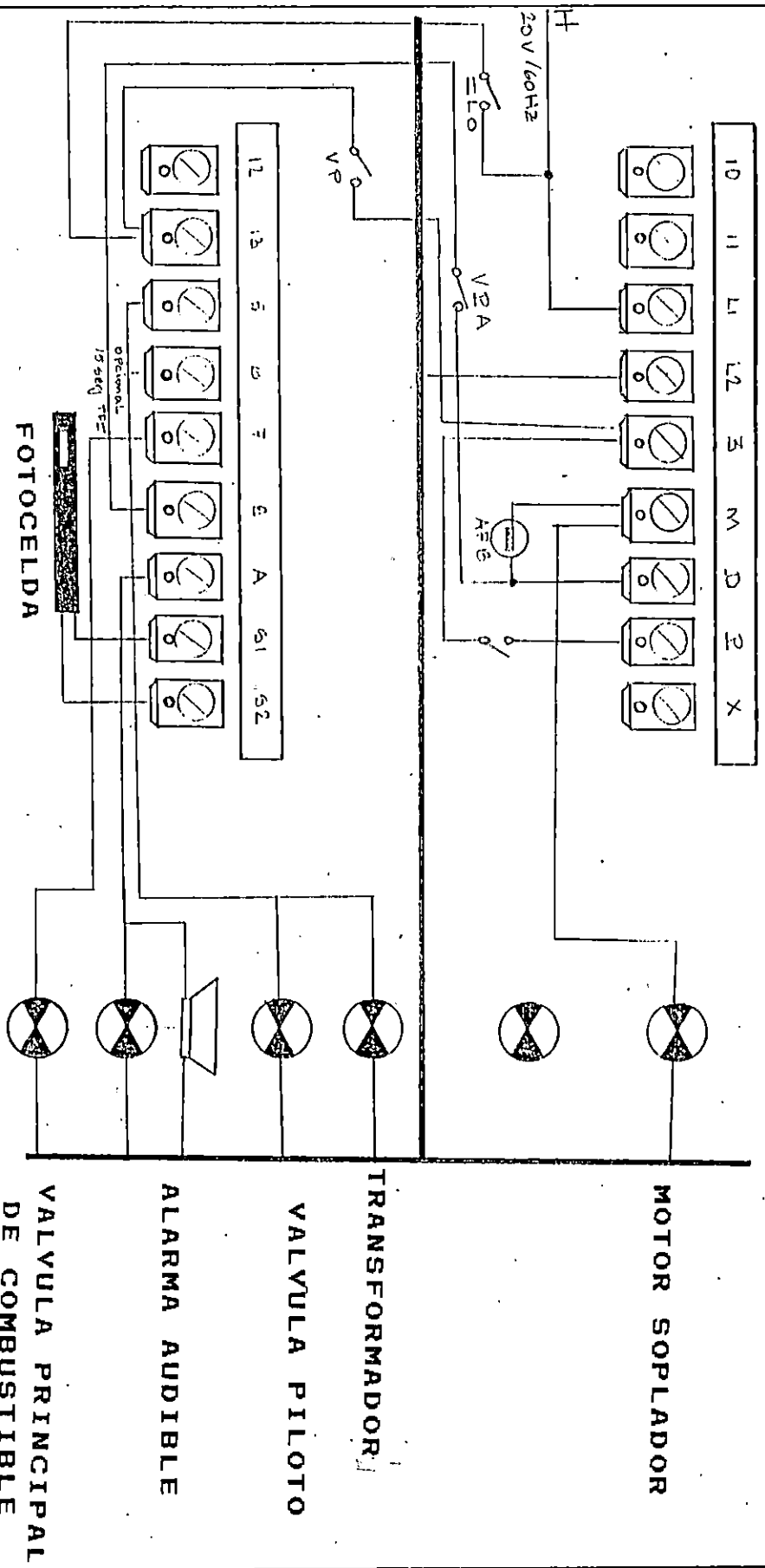
"DIAGRAMA DE MONTAJE PARA PARA PROGRAMADORES
FIREYE, HONEWELL, YORK SHIPLEY Y CREAVER BROOKS"



TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR ELECTROMECANICO PARA LA VERIFICACION DE PROGRAMADORES DE CALDERAS.

FECHA	NOMBRE	CARLOS ALONSO CRUZ MORENO	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
DISEÑO		ELIO ROMERO ROMERO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.
REVISO		EDGAR ZELAYA ARBAIZA	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

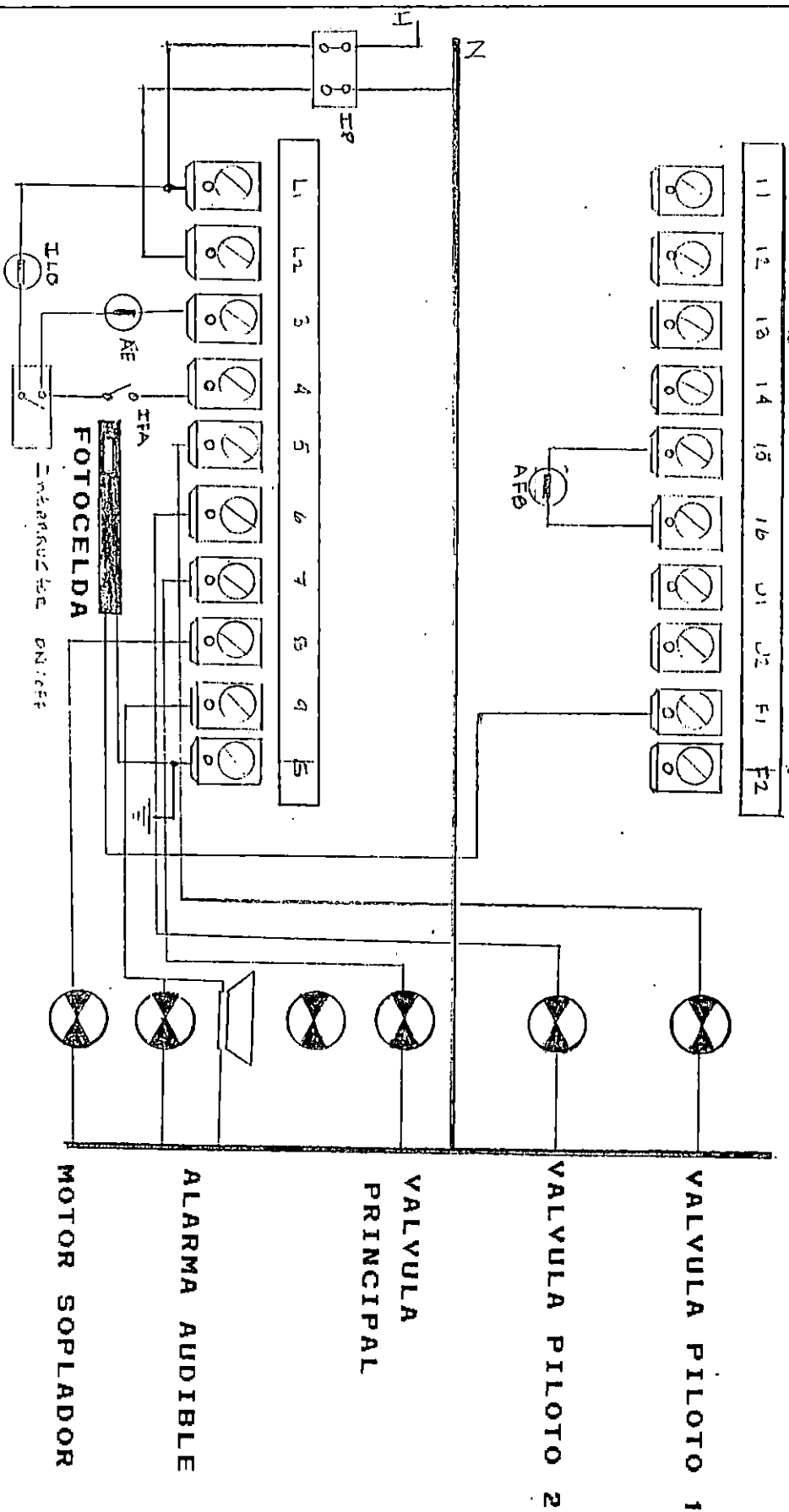
ESCALA	MONTAJE DE BANCO DE PRUEBAS DE PROGRAM.	N° L1
	FIREYE SERIE D30	



TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR ELECTROMECANICO PARA LA VERIFICACION DE PROGRAMADORES DE CALDERAS.

FECHA	NOMBRE	CARLOS ALONSO CRUZ MORENO	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
DIBUJO		ELIO ROMERO ROMERO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.
REVISO		EDGAR ZELAYA ARAUZA	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

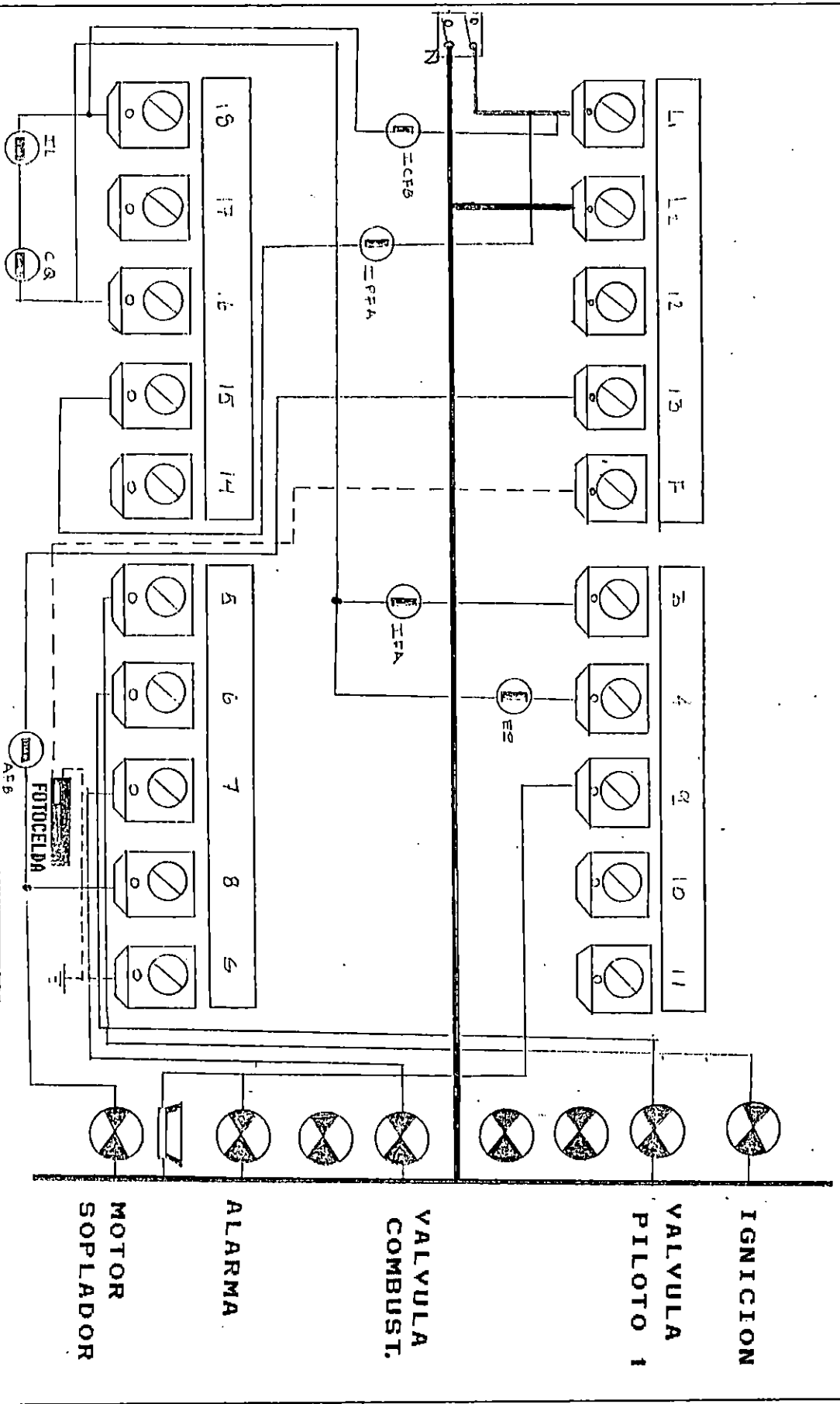
ESCALA	MONTAJE DE BANCO DE PRUEBA DE PROGRAM. FIREYE SERIE 26C	N° 12
--------	---	-------



TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR ELECTROMECANICO PARA LA VERIFICACION DE PROGRAMADORES DE CALDERAS.

FECHA	NOMBRE	CARLOS ALONSO CRUZ MORENO	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
DISEÑO		ELIO ROMERO ROMERO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.
REVISO		EDGAR ZELAYA ARBAIZA	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

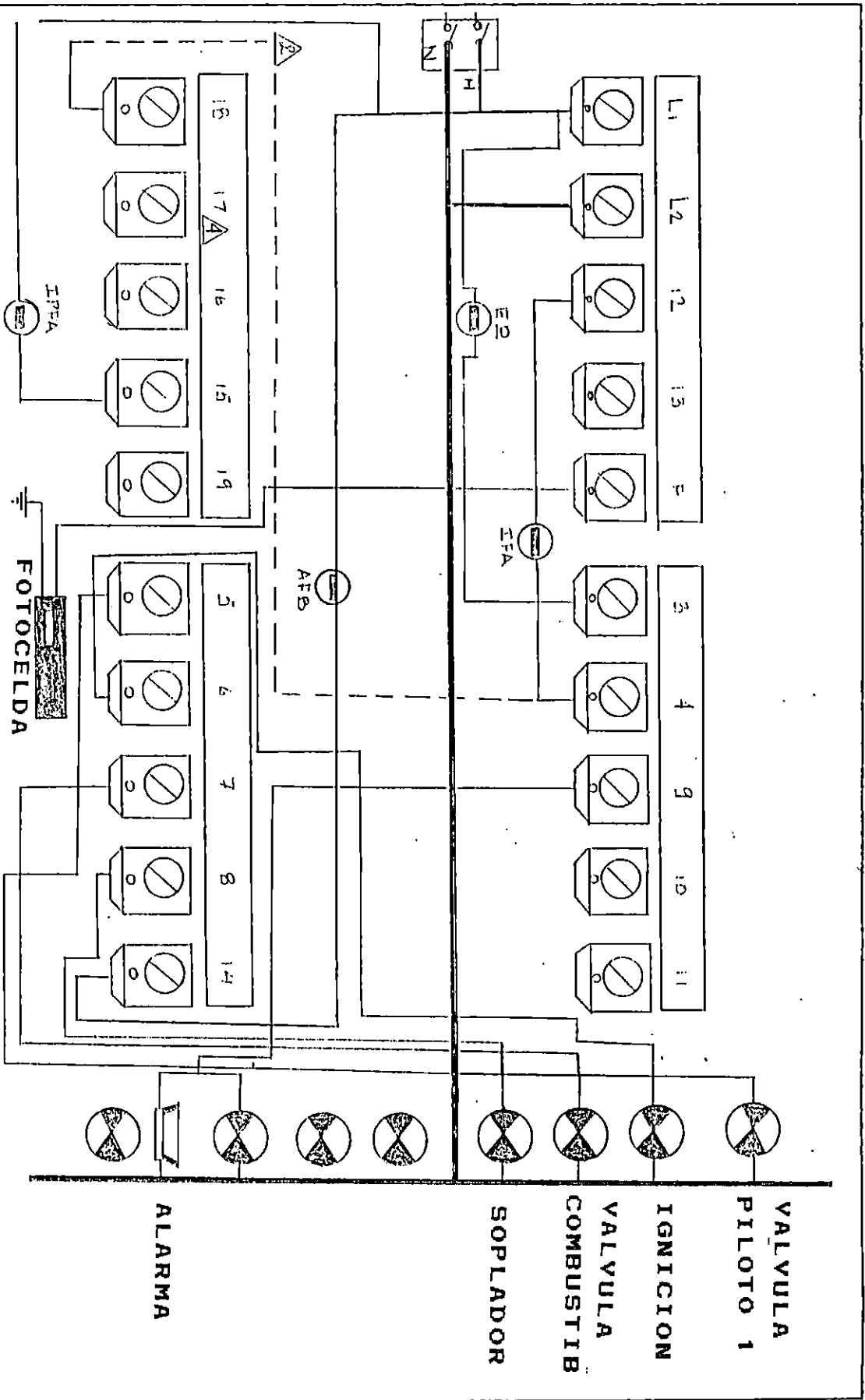
ESCALA	MONTAJE DE BANCO DE PRUEBAS DE PROGRAM.	N° 13
	HONEYWELL SER. R4127A	



TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR ELECTROMECHANICO PARA LA VERIFICACION DE PROGRAMADORES DE CALDERAS.

FECHA	NOMBRE	CARLOS ALONSO CRUZ MORENO	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
DIBUJO		ELIO ROMERO ROMERO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.
REVISO		EDGAR ZELAYA ARBAIZA	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA MONTAJE BANCO DE PRUEBAS DE PROGRAM. SERIE YS 700011042 N° 14



TRABAJO DE GRADUACION: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR ELECTROMECHANICO PARA LA VERIFICACION DE PROGRAMADORES DE CALDERAS.

FECHA	NOMBRE	CARLOS ALONSO CRUZ MORENO	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
DIBUJO		ELIO ROMERO ROMERO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.
REVISO		EDGAR ZELAYA AREAZA	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESCALA	MONTAJE DE BANCO DE PRUEBAS DE PROGRAM.		N° 15
	DE LA SERIE CB70		

A N E X O 3

**"PLANOS MECANICOS Y ELECTRICOS
DEL BANCO DE PRUEBAS"**